



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA



**ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL
OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO
ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL
DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO – 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECATRÓNICO

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL
OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO
ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL
DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO – 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. ABELARDO LEÓN MIRANDA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P21



RESOLUCIÓN DECANAL N° 035-2025-D-FICP-UANCV

Juliaca, 21 de julio de 2025

VISTOS:

El **OFICIO N° 012-2025-UANCV.FICP.EPIM** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N° 031-2025 de fecha 11 de julio de 2025 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Mecatrónica** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA**
- * **Asesor** : **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : martes 22 de julio de 2025
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 204 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Cc:
Arch. 2025
Interesado
Escuela Profesional



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DECANO (e)
CIP 70808



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

SECRETARIO ACADÉMICO
CIP 70808



RESOLUCIÓN DECANAL N° 031-2025-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio de 2025

VISTOS:

El **INFORME N° 004-2025-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 002-2025-UANCV-FICP-UI-CI** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 581-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de julio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **11 de julio de 2025** para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 164-2025, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**.

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

C.c.
archivo 2025
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DECANO
D.F. JULIACA



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

DECANO
D.F. JULIACA



RESOLUCIÓN DECANAL N° 019 - 2025-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de abril de 2025

VISTOS.-

El Expediente N° OFICIO N° 004-2025-D-EPIM-FICP-UANCV-J presentando por el (la) bachiller; **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quien solicita rectificación y cambio de asesor de **RESOLUCIÓN DECANAL N°581-2023-D-FICP-UANCV** del título del **Proyecto de Investigación**, del tema titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEADO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, y;

CONSIDERANDO:

Que, en la **RESOLUCIÓN DECANAL N°581-2023-D-FICP-UANCV**, el título del **Proyecto de Investigación** ha sido aprobado de la siguiente manera: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEADO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**.

Que, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el **ASESOR** del Proyecto de Investigación el (la) Mgtr. **ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, por lo que ha determinado cambiar al **ASESOR** del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Que, conforme a la **RESOLUCION N° 0296-2023-CU-R**, donde indica en la parte resolutive en vía de regularización y de forma excepcional, el trámite de grados y títulos con observaciones de aspectos formales para la presentación de trabajos de investigación como: "comillas, abreviaturas y siglas", de expedientes sustentados solo hasta el 28 de abril del 2023, por los egresados y bachilleres de pre y posgrado de la Universidad "Andina Néstor Cáceres Velásquez" de JULIACA;

Que, según disposición de la Oficina de Investigación, perteneciente al Vicerrectorado de Investigación de la UANCV; de acuerdo al Reglamento Institucional y reglas de redacción gramatical: los títulos de investigación o tesis; no deberán contener ni llevar **ABREVIATURA, SIGLAS, COMILLAS NI PUNTO AL FINAL DEL TITULO**; y,

Estando, en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, la **MODIFICACIÓN** del título y cambio de **ASESOR** del **Proyecto de Investigación** presentado por el (la) bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, debiendo considerarse a partir de la fecha con el título siguiente: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEADO ELECTRONICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023**, el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA**
- * **Asesor (a)** : **Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI**

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, trabajo de investigación (tesis) o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO. - La Dirección de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

cc: archivo 2025
intermedios (4)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Mgtr. **WALTER J. CARRASQUITA MALA**
DECANO (a)
C.I.F. 70809



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Dr. **FREY WILLY MAMANI APAZA**
SECRETARIO ACADÉMICO
C.I.F. 70930



RESOLUCIÓN DECANAL 292-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

VISTOS:

El OFICIO N° OFICIO N° 015-2024-EPIM-UANCV-PP, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecatronico sobre el pedido de cambio de asesor del perfil de tesis del (la) Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**; para optar al Título Profesional de Ingeniería Mecatrónica, con el tema titulado: **ANALISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, ha solicitado cambio de asesor del perfil de tesis Titulado: **ANALISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023** aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL 581-2023-D-FICP-UANCV de fecha **11 de julio de 2023**; conformado por los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA**
- * **Asesor** : **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**

Que, el director de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecatronico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el **ASESOR** del Proyecto de Investigación el (la) **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO** no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniero Mecatronico**, por lo que ha determinado cambiar al **ASESOR** del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, al proveído a la solicitud del ejecutante del proyecto de investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, mediante el cual informa la designación de nuevo **ASESOR**; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecatronico, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO - **APROBAR**, el cambio del **asesor** del Proyecto de Investigación presentado por el Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE** con el tema titulado: **ANALISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**, para optar al Título Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, se le asigna como:

- * **ASESOR** : **Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO**

ARTICULO SEGUNDO - **RECONOCER** como **ASESOR** del proyecto de investigación al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecatronico, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. ANGEL CLEMENTE MAMANI LEONARDO**.

ARTICULO TERCERO - Disponer a los miembros del Jurado Calificador designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de tesis o sustentación de tesis, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO CUARTO - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable del comité de investigación y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniero Mecatronico, el secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

01
01/07/2024
09:00:00 AM





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 581-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 302-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 002-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 007-2023-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **19 de mayo de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico, con el tema titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**
- * **2do Miembro** : **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Mecatrónico**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVES DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXIGENO POR ESCANEEO ELECTRONICO EN VEHICULO TOYOTA MOTOR OTTO 3SGE BEAMS EN LA REGION PUNO - 2023**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecatrónica** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc
archivo 2023
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Mgtr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47798



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. EFRAIM BARRILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO AL CATALIZADOR AEREA EN UN MOTOR DIESEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
2	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	docshare.tips Fuente de Internet	<1%
5	revvialibre.com.mx Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	gossipvehiculo.com Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO – 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75485950
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-7349-3218
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429806
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1482-3669
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02383061
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02064066
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	ABELARDO LEON MIRANDA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la instrumentación – P21
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -15.481851250200059, - Latitud sur: -70.12075060454241</p>  <p>Url: https://goo.su/18UvRz</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 - diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.00</p> <p>Mecánica aplicada https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.02</p>
- Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 Dr. Frida Wally Muesal Aguiar
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE, identificado con DNI Nro. 75485950 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA MECATRÓNICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:

ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO – 2023

Asesorado por: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca _30_ de julio del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo, en primer lugar, a Dios, por haberme concedido la oportunidad de alcanzar esta etapa crucial en mi formación académica. A lo largo de este proceso, su guía y fortaleza han sido fundamentales para mantenerme firme y avanzar con determinación.



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento, en primer lugar, a mi tutor, por haberme brindado su guía, tiempo y experiencia a lo largo de la realización de este trabajo. Su acompañamiento fue clave para lograr cada uno de los avances alcanzados en este proceso. Asimismo, agradezco profundamente a mi familia, a quienes, con su apoyo constante, comprensión y palabras de aliento, me dieron la fuerza necesaria para superar los desafíos y mantenerme enfocado en la culminación de este proyecto académico.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	xi
AGRADECIMIENTOS	xii
ÍNDICE GENERAL	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	xxii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Importancia	4
1.6. Limitaciones	5
1.7. Hipótesis de la investigación	5
1.7.1. Hipótesis general	5
1.7.2. Hipótesis específicas	5
1.8. Operacionalización de las variables	6



1.8.1. Operacionalización de las variables de estudio..... 7

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Bases Teóricas 8

2.1.1. Protocolo OBD 8

2.1.2. Diagnóstico a bordo en su primera generación (OBD I)..... 9

2.1.3. Diagnóstico a bordo en su segunda generación (OBD II) 10

2.1.3.1. Sistema OBD II 11

2.1.3.2. Conector OBD II 12

2.1.3.3. Protocolos de comunicación para OBD II 14

2.1.4. Ciclo de Conducción 15

2.1.4.1. Prueba/Ciclo RDE..... 16

2.1.5. Código de falla 17

2.1.6. Protocolo de comunicación 18

2.1.7. Estándares y normas 19

2.1.8. Herramienta de diagnóstico escáner 20

2.1.9. Catalizador 23

2.1.10. Oscilograma 23

2.1.11. Sensor de oxígeno 26

2.1.12. Vehículo Toyota Corolla..... 27

2.1.13. Multímetro Digital 28

2.2. Definición de términos 30

2.2.1. ECU (Unidad de Control Electrónico)..... 30

2.2.2. Escaneo Electrónico Automotriz 31

2.2.3. Sistema Electrónico de Control de Emisiones..... 31



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos de Investigación 32

3.2. Ámbito de Investigación..... 32

3.3. Población y muestra 33

 3.3.1. Población..... 33

 3.3.2. Muestra 33

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información 33

 3.4.1. Técnicas 33

 3.4.2. Instrumentos..... 34

3.5. Recogida de datos..... 35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación 37

 4.1.1. Determinación del tipo y ubicación de los sensores y el catalizador 37

 4.1.2. Análisis del oscilograma de los sensores de oxígeno 51

 4.1.3. Diagnóstico del catalizador a partir del oscilograma 64

4.2. Pruebas y Resultados..... 75

4.3. Análisis e interpretación de resultados..... 77

4.4. Discusión de resultados..... 78

4.5. Análisis de los resultados obtenidos 79

CONCLUSIONES..... 81

RECOMENDACIONES 83

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 84

APÉNDICES..... 87



Apéndice 1: Matriz de consistencia.....	88
Apéndice 2: Instrumentos	90
Apéndice 3: Instrumentos	91
Apéndice 4: Tratamiento de Datos.....	92
ANEXOS.....	93
Anexo: 01 SENSOR O2 Denso.....	94
Anexo: 02 OSCILOSCOPIO Hantek DSO3064	95
Anexo: 03 MULTIMETRO PR-58	96
Anexo: 04 AutoData 3.40	97



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de Operacionalización de Variables 7

Tabla 2 Asignación de pines del conector OBD-II..... 13

Tabla 3 Protocolos de comunicación en los sistemas OBD II..... 15

Tabla 4 Parámetros requeridos para la validación de un ciclo de conducción . 17

Tabla 5 Velocidades esperadas por tipo de vía 17

Tabla 6 Estándares SAE más utilizados en diagnóstico automotriz 19

Tabla 7 Estándares ISO aplicados a sistemas electrónicos de vehículos 20

Tabla 8 Especificaciones Técnicas de un escáner 21

Tabla 9 Características del Scanner Launch X-431 IV con Smartbox Diagnostic 22

Tabla 10 Características del Osciloscopio Hantek DSO3064A 25

Tabla 11 Características del Multímetro Multirango Prasek Premium PR-58C 29

Tabla 12 Vehículos para diagnóstico por OBD 38

Tabla 13 Vehículos para diagnóstico por OBD 40

Tabla 14 Vehículos para diagnóstico por OBD 43

Tabla 15 Registro de Ubicación de Sensores y Catalizador 46

Tabla 16 Registro de Ubicación de Sensores y Catalizador 48

Tabla 17 Registro de Análisis del Oscilograma de los Sensores de Oxígeno.. 53

Tabla 18 Registro de Análisis del Oscilograma de los Sensores de Oxígeno.. 56

Tabla 19 Resultados según Autodata 59

Tabla 20 Código estándar según OBD2 Toyota..... 62

Tabla 21 Registro del Diagnóstico al Catalizador a partir del Oscilograma 65

Tabla 22 Registro de Parámetros del Motor y Función del Sensor de Oxígeno 67



Tabla 23 Registro de Fallas y Códigos de Error (DTC)..... 70

Tabla 24 Registro de Consumo de Combustible y Emisiones Gaseosas..... 74



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Relación OBD I-OBD II	8
Figura 2 Segunda Generación OBD II	11
Figura 3 Conector OBD-II.....	14
Figura 4 Partes de un escáner	21
Figura 5 Scanner Launch X-431 IV con Smartbox Diagnostic.....	23
Figura 6 Oscilograma	24
Figura 7 Osciloscopio Hantek DSO3064A.....	26
Figura 8 Sensor de oxígeno tipo Zirconia - DENSO.....	27
Figura 9 Vehículo Toyota Corolla GLE 2013 - Sedan	28
Figura 10 Multímetro Multirango Prasek Premium PR-58C.....	30
Figura 11 Ubicación de principales bases – AUTODATA 3.40.....	37
Figura 12 Características de vehículo Toyota Corolla	39
Figura 13 Diagrama de ubicación del sensor y diagrama eléctrico	45
Figura 14 Oscilograma del sensor de oxígeno AUTODATA 3.40	52
Figura 15 Oscilograma y DTC obtenido por Escaneo – Toyota Corolla.....	55
Figura 16 Código de error DTC y Oscilograma.....	58
Figura 17 Configuración de osciloscopio HANTEK DSO3064A	76
Figura 18 Comparativa de señal de sensor de oxígeno Banco 1	77
Figura 19 Grafica de comportamiento sensor de Oxígeno	79



RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal realizar el análisis y diagnóstico del catalizador del vehículo Toyota Corolla a través del oscilograma generado por los sensores de oxígeno, empleando técnicas de escaneo electrónico en el distrito de Juliaca, región Puno. Se inició con la identificación del tipo y ubicación de los sensores O₂ y del catalizador en diferentes modelos del vehículo, lo cual permite establecer una base técnica para el análisis. Posteriormente, se capturaron oscilogramas utilizando un escáner automotriz y un osciloscopio digital, evaluando la forma de onda, amplitud y frecuencia de las señales generadas por los sensores ubicados antes y después del catalizador. El análisis de estas señales permite interpretar el comportamiento del sistema de emisiones y detectar posibles fallas, como en los casos en los que el sensor posterior replicaba el patrón oscilante del sensor anterior, sugiriendo pérdida de eficiencia catalítica. Además, se integraron datos operativos del motor, consumo de combustible y emisiones de CO₂, estableciendo una relación entre el estado del catalizador y el rendimiento general del vehículo. En días con funcionamiento anómalo, se registró el código P0420 y P0031, asociado a baja eficiencia del sistema catalítico. Luego de la intervención técnica, se observaron mejoras moderadas en los indicadores de consumo y emisiones. Los resultados obtenidos validan el uso del oscilograma como una herramienta complementaria al escaneo electrónico convencional, permitiendo un diagnóstico más completo del sistema de postcombustión en vehículos con normativa OBD.

Palabras Clave: Catalizador, diagnóstico vehicular, emisiones, escaneo electrónico, oscilograma, OBD, sensor de oxígeno, Toyota Corolla.



ABSTRACT

The main objective of this work was to analyze and diagnose the catalytic converter of the Toyota Corolla vehicle through the oscillogram generated by the oxygen sensors, using electronic scanning techniques in the district of Juliaca, Puno region. The first step was to identify the type and location of the O₂ sensors and the catalytic converter in different vehicle models, which allowed establishing a technical basis for the analysis. Subsequently, oscillograms were captured using an automotive scanner and a digital oscilloscope, evaluating the waveform, amplitude and frequency of the signals generated by the sensors located before and after the catalytic converter. The analysis of these signals allowed us to interpret the behavior of the emissions system and detect possible failures, such as in cases where the downstream sensor replicated the oscillating pattern of the upstream sensor, suggesting loss of catalytic efficiency. In addition, engine operating data, fuel consumption and CO₂ emissions were integrated, establishing a relationship between catalytic converter status and overall vehicle performance. On days with anomalous operation, code P0420 was recorded, associated with low efficiency of the catalytic system. After the technical intervention, moderate improvements in fuel consumption and emissions indicators were observed. The results obtained validate the use of the oscillogram as a complementary tool to conventional electronic scanning, allowing a more complete diagnosis of the afterburner system in vehicles with OBD regulations.

Keywords: Catalytic converter, vehicle diagnostics, emissions, electronic scan, oscillogram, OBD, oxygen sensor, Toyota Corolla.



INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, la evaluación del sistema de emisiones vehiculares representa un componente esencial en los procedimientos de mantenimiento y diagnóstico técnico automotriz. En vehículos modernos como el Toyota Corolla, el funcionamiento adecuado del catalizador y de los sensores de oxígeno resulta crucial para garantizar una combustión eficiente y una reducción efectiva de gases contaminantes. Estos elementos son monitoreados mediante sistemas OBD (On Board Diagnostics), que permiten detectar fallos a través de señales electrónicas y códigos de diagnóstico que pueden ser interpretados mediante escaneo electrónico.

La presente investigación se orienta al estudio técnico del sistema de postcombustión en el Toyota Corolla, con énfasis en el análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno. El estudio se desarrolla en la ciudad de Juliaca, región Puno, considerando las condiciones de operación locales y el tipo de combustible predominante. Este enfoque permite explorar el comportamiento del sistema en condiciones reales y brindar herramientas prácticas para el diagnóstico preventivo.

El Capítulo I aborda el planteamiento del problema, la formulación de los objetivos, la justificación del estudio y la delimitación del alcance temporal, geográfico y técnico de la investigación. Además, se expone la metodología general y los términos clave que orientan el enfoque técnico del análisis. En el Capítulo II se desarrolla el marco teórico, el cual reúne conceptos relacionados al funcionamiento del sistema OBD, los principios de operación del catalizador, los sensores de oxígeno, el comportamiento esperado de los oscilogramas y la normativa aplicable en materia de emisiones. Este marco proporciona los



fundamentos necesarios para interpretar correctamente los resultados obtenidos en el análisis. El Capítulo III detalla la metodología de investigación, incluyendo la técnica de recolección de datos, el tipo de estudio, el diseño experimental, los instrumentos utilizados (como el escáner automotriz y el osciloscopio digital), así como la selección de los vehículos y las fechas de medición. Además, se describe la forma en que se registraron y analizaron los oscilogramas y parámetros del motor.

Finalmente, el Capítulo IV desarrolla el análisis práctico mediante el registro de señales, la comparación de lecturas en distintos días y vehículos, y la identificación de patrones que indican el buen o mal funcionamiento del catalizador. Todo ello con el objetivo de fortalecer los procedimientos de diagnóstico vehicular utilizando herramientas de bajo costo y alto valor técnico.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

En los últimos años, las regulaciones medioambientales globales han sido cada vez más estrictas frente al aumento de las emisiones vehiculares. Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), el sector transporte representa casi una cuarta parte de las emisiones directas de CO₂ a nivel mundial, siendo los vehículos livianos una fuente significativa (IEA, 2022). En respuesta, la implementación de tecnologías como el diagnóstico a bordo (OBD-II) y sensores de oxígeno ha sido clave para supervisar el funcionamiento del catalizador y controlar las emisiones en tiempo real. Estos avances permiten que los sistemas electrónicos, como los escáneres automotrices, detecten fallos mediante oscilogramas, optimizando así el mantenimiento predictivo de los sistemas de escape (OECD, 2021).

En el Perú, los vehículos automotores son responsables de una gran proporción de la contaminación atmosférica en zonas urbanas. El Ministerio del Ambiente (2021) señala que el 70% de la contaminación del aire en Lima proviene de fuentes móviles, muchas de las cuales presentan deficiencias en el sistema de escape, como catalizadores ineficientes o sensores defectuosos. Pese a los avances, muchas regiones del país aún presentan deficiencias en el



uso de herramientas electrónicas avanzadas para el diagnóstico vehicular. Esta realidad resalta la necesidad de implementar tecnologías de escaneo y análisis como el oscilograma del sensor de oxígeno, para evaluar la eficiencia del catalizador, optimizar el consumo de combustible y reducir emisiones contaminantes.

En la ciudad de Juliaca, una de las zonas con mayor parque automotor informal del sur del Perú, el problema se agrava por la falta de mantenimiento especializado y la escasa aplicación de herramientas electrónicas de diagnóstico. Muchos talleres mecánicos operan sin equipos de escaneo automotriz, y los vehículos en circulación, en su mayoría de segunda mano, presentan fallos no detectados en el sistema de emisiones. Esta situación incide directamente en la calidad del aire, afectando la salud de la población (Dirección Regional de Salud Puno, 2023). Ante ello, el análisis del catalizador mediante oscilogramas generados por sensores de oxígeno se convierte en una alternativa viable para mejorar el control de emisiones, optimizar el rendimiento del motor y extender la vida útil del vehículo.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG: ¿De qué manera se puede realizar el análisis y diagnóstico al catalizador mediante el oscilograma del sensor de oxígeno a través del escaneo electrónico en un vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- **PE1:** ¿De qué manera se puede identificar el tipo y la ubicación de los sensores de oxígeno y del catalizador en el vehículo Toyota Corolla?



- **PE2:** ¿De qué manera se puede interpretar el oscilograma de los sensores de oxígeno aplicando el escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla?
- **PE3:** ¿De qué manera el oscilograma generado por los sensores de oxígeno permite realizar el diagnóstico del catalizador en el vehículo Toyota Corolla?

1.3. Justificación

La presente investigación busca aportar al diagnóstico técnico del sistema de emisiones vehiculares, específicamente del catalizador, mediante el análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno utilizando escaneo electrónico. Esta técnica permite identificar de forma más precisa el estado operativo del catalizador, lo cual es relevante debido a su función en la reducción de gases contaminantes.

El estudio se justifica por la necesidad de contar con métodos accesibles y confiables para el mantenimiento preventivo de vehículos, especialmente en contextos como el distrito de Juliaca, donde muchas unidades no acceden a revisiones técnicas periódicas. La evaluación del catalizador mediante señales eléctricas registradas por los sensores puede mejorar la eficiencia del motor, optimizar el consumo de combustible y contribuir a la disminución de emisiones nocivas. Asimismo, esta investigación puede ser útil para estudiantes y técnicos en formación, ya que permite aplicar conocimientos de instrumentación electrónica y sistemas automotrices. También puede servir como referencia práctica en talleres mecánicos, favoreciendo la mejora del servicio técnico y el cuidado del medio ambiente.



1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

OG: Realizar el análisis y diagnóstico al catalizador a través del oscilograma del sensor de oxígeno por escaneo electrónico en vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca región Puno – 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- **OE1:** Determinación del tipo y ubicación de los sensores y el catalizador en el vehículo Toyota Corolla.
- **OE2:** Analizar el Oscilograma de los sensores de oxígeno en el vehículo aplicando el escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla.
- **OE3:** Realizar el diagnóstico al catalizador a partir del oscilograma generado por los sensores de oxígeno en el vehículo Toyota Corolla.

1.5. Importancia

La importancia de este estudio radica en su contribución al diagnóstico y mantenimiento adecuado de los sistemas de control de emisiones en vehículos que operan con tecnología OBD-II. El análisis del catalizador a través del oscilograma del sensor de oxígeno permite evaluar con mayor precisión el estado de este componente, cuya función es esencial en la reducción de contaminantes atmosféricos. En el ámbito académico, el proyecto fortalece la formación práctica en ingeniería mecatrónica, especialmente en lo relacionado con instrumentación electrónica aplicada al diagnóstico automotriz. Además, el enfoque metodológico propuesto puede ser replicado en talleres y centros de diagnóstico, facilitando un mantenimiento más eficiente y económico.

Desde una perspectiva ambiental, el uso adecuado de herramientas de escaneo electrónico puede contribuir a la reducción de emisiones



contaminantes, al permitir la detección oportuna de fallos en el catalizador y evitar la circulación de vehículos en condiciones deficientes.

1.6. Limitaciones

Entre las principales limitaciones del estudio se identifican las siguientes:

- La investigación se realiza sobre un único modelo de vehículo (Toyota Corolla).
- Las condiciones ambientales como altitud, temperatura y presión atmosférica propias de la ciudad de Juliaca pueden afectar los parámetros de funcionamiento del motor, lo cual podría generar variaciones en los oscilogramas obtenidos.

1.7. Hipótesis de la investigación

1.7.1. Hipótesis general

HG: El análisis y diagnóstico al catalizador mediante el oscilograma del sensor de oxígeno, utilizando escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023, permite identificar con mayor precisión el estado funcional del catalizador y contribuir a un mejor control de emisiones contaminantes.

1.7.2. Hipótesis específicas

- **HE1:** La identificación del tipo y ubicación de los sensores de oxígeno y del catalizador en el vehículo Toyota Corolla permite establecer una base técnica precisa para el diagnóstico funcional del sistema de emisiones.
- **HE2:** El análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno mediante escaneo electrónico permite evaluar el comportamiento en tiempo real del sistema de postcombustión.



- **HE3:** El diagnóstico del catalizador a partir del oscilograma generado por los sensores de oxígeno permite determinar su eficiencia operativa y la necesidad de mantenimiento.

1.8. Operacionalización de las variables

- a) **Variable Independiente:** Sensor de oxígeno y Catalizador.
- b) **Variable Dependiente:** ECU del vehículo



1.8.1. Operacionalización de las variables de estudio

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO	DIMENSIÓN	INDICADORES
Sensor de oxígeno	Dispositivo que mide la proporción de oxígeno en los gases del escape antes del catalizador, clave para el control de mezcla aire-combustible. Componente del sistema de escape que transforma gases nocivos en compuestos menos contaminantes mediante reacciones catalíticas.	Registro de señales en tiempo real mediante escaneo electrónico para análisis del oscilograma previo al catalizador.	Independiente	Identificación y análisis del sensor de oxígeno	Tipo de señal, forma de onda, voltaje
Catalizador	Componente del sistema de escape que transforma gases nocivos en compuestos menos contaminantes mediante reacciones catalíticas.	Evaluación del estado operativo del catalizador con base en los datos del sensor posterior al mismo	Independiente	Diagnóstico funcional del catalizador	Cambios de señal antes y después del catalizador
ECU del vehículo	Unidad de control que procesa las señales de los sensores y ajusta los parámetros del motor en tiempo real.	Observación del comportamiento de la ECU al procesar la información de los sensores para determinar fallas o ajustes.	Dependiente	Análisis de respuesta del sistema de control vehicular	Comunicación con el escáner, respuesta de la ECU

Nota. Elaboración Propia

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

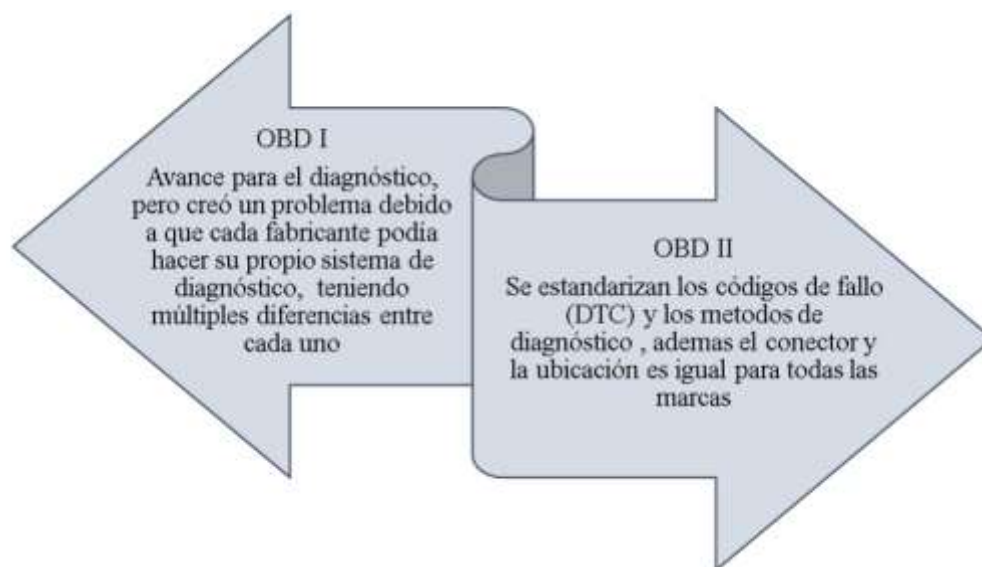
2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Protocolo OBD

El sistema de Diagnóstico a Bordo (OBD, por sus siglas en inglés) fue implementado por el California Air Resources Board en Estados Unidos en 1988, con el objetivo de supervisar las emisiones contaminantes producidas por los vehículos. Este sistema se encarga de registrar datos, realizar pruebas y vigilar el funcionamiento del motor y otros sistemas relacionados (Poincare, 2013).

Figura 1

Relación OBD I-OBD II



Nota. Tomado de Jiménez y Cárdenas (2023)



2.1.2. Diagnóstico a bordo en su primera generación (OBD I)

El sistema OBD-I representó la primera etapa en el uso de tecnología electrónica para diagnosticar fallos en el motor y gestionar funciones esenciales como la inyección de combustible y el sistema de encendido. Desde sus inicios, incorporó sensores destinados a evaluar el rendimiento del motor y controlar las emisiones generadas por el vehículo (Barros y Ordóñez, 2018).

Su aplicación inicial se dio en el estado de California, donde el California Air Resources Board (CARB) estableció su obligatoriedad a partir del año 1988. Desde entonces, todos los vehículos fabricados a partir de ese año debían incluir el sistema OBD-I. El propósito principal de esta tecnología era reducir la contaminación ambiental ocasionada por los automóviles. No obstante, también contemplaba otras funciones relevantes, como proporcionar al conductor información sobre el estado del vehículo. Ante esta necesidad, el CARB definió los lineamientos para esta primera versión del sistema de diagnóstico a bordo, los cuales incluían:

- La incorporación de un testigo luminoso (MIL) en el tablero, que alertara al conductor sobre fallos detectados.
- La disponibilidad de un manual que permitiera interpretar los códigos de error almacenados en la unidad de control electrónico (ECU), facilitando así el trabajo de diagnóstico en talleres.
- La vigilancia continua de las emisiones del vehículo, con capacidad para identificar fallos en componentes eléctricos y almacenar dicha información en la memoria del vehículo.

El sistema OBD-I fue desarrollado para supervisar aquellos sistemas cuya falla podía contribuir de manera significativa al aumento de emisiones contaminantes. Entre los principales componentes bajo vigilancia se encontraban:

- Sensores críticos del motor, como el sensor de temperatura del refrigerante (ECT), sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) y sensor de posición del acelerador (TP).
- El sistema de medición del nivel de combustible.
- El sistema de recirculación de gases de escape (EGR), encargado de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) mediante la reintroducción de gases al motor.

2.1.3. Diagnóstico a bordo en su segunda generación (OBD II)

El sistema OBD-II surgió como respuesta a las normativas gubernamentales orientadas al fortalecimiento del control de emisiones contaminantes. En 1996, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) estableció como obligatorio el cumplimiento de los estándares desarrollados por la Junta de Recursos del Aire de California (CARB), los cuales, hasta ese momento, solo se aplicaban en dicho estado. Esta medida fue bien acogida por los fabricantes de automóviles, quienes implementaron con rapidez los nuevos elementos requeridos en sus vehículos (Barros y Ordóñez, 2018).

A diferencia de su antecesor, el OBD-I, esta nueva versión proporciona un control más integral sobre el motor, y además extiende su capacidad de supervisión a otros sistemas del vehículo, incluyendo componentes del chasis y diversos dispositivos electrónicos. El impulso de estas mejoras provino

principalmente de los entes reguladores. Entre los avances más relevantes del OBD-II se encuentran los siguientes:

Figura 2

Segunda Generación OBD II



Nota. Tomado de (Barros y Ordóñez, 2018).

2.1.3.1. Sistema OBD II

El sistema OBD II fue introducido en 1966 como resultado de políticas más estrictas para reducir la contaminación. Su función principal es supervisar el funcionamiento del catalizador a través de sensores de oxígeno y registrar



cualquier falla detectada, lo que permite que el personal técnico pueda identificar y resolver el problema posteriormente (Poincare, 2013).

Este sistema permitió la estandarización de varios elementos clave, tales como:

- El conector de diagnóstico tipo DLC
- Los códigos de diagnóstico
- La nomenclatura de los terminales
- El protocolo de comunicación

2.1.3.2. Conector OBD II

Según Ortiz (2014), el conector estándar utilizado en el sistema OBD-II se conoce como conector DLC (Data Link Connector, por sus siglas en inglés). Este conector está regulado por la norma SAE J196, cuya función es facilitar la conexión entre los módulos electrónicos del vehículo y las herramientas de diagnóstico. (SAE, 2002).

Este conector cuenta con 16 pines, cuyas funciones están definidas según la norma SAE-J1962. En la siguiente tabla se describen sus designaciones:



Tabla 2

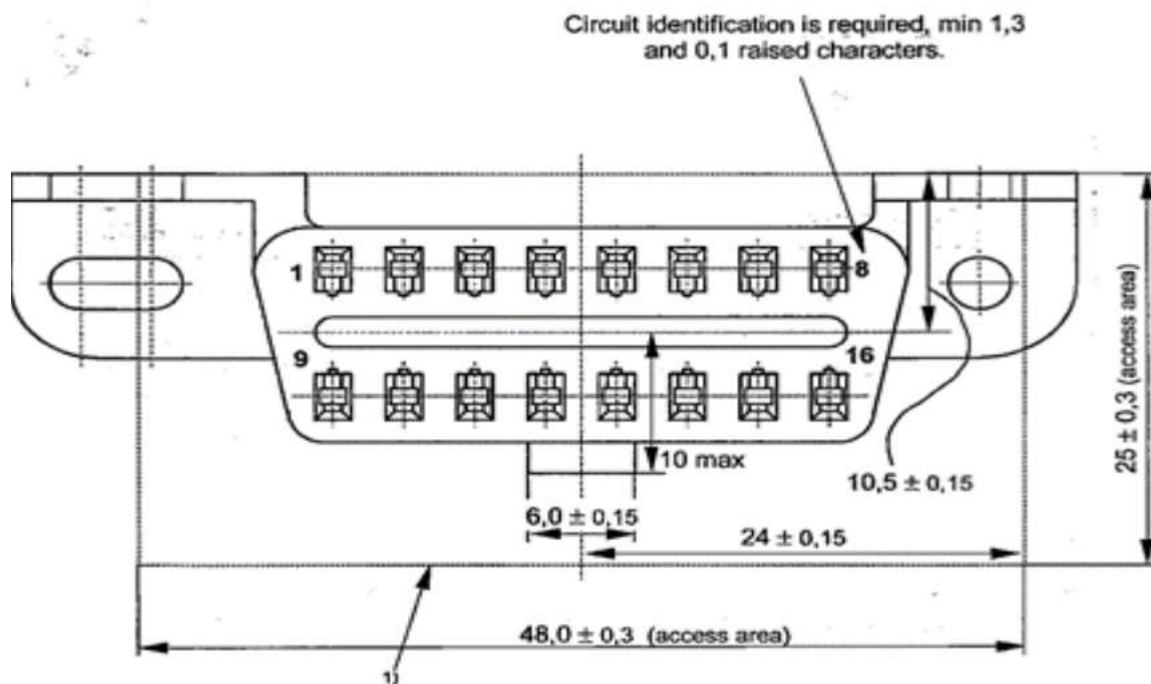
Asignación de pines del conector OBD-II

Pin #	Denominación	Pin #	Denominación
1	Asignado por el fabricante del vehículo	9	Asignado por el fabricante del vehículo
2	SAE-J1850 PWM y VPW (+)	10	Asignado por el fabricante del vehículo
3	Asignado por el fabricante del vehículo	11	Asignado por el fabricante del vehículo
4	Tierra del chasis (-)	12	Asignado por el fabricante del vehículo
5	Tierra de la señal (-)	13	Asignado por el fabricante del vehículo
6	SAE-J2284 e ISO 15764-4 / CAN BUS Señal Alta	14	SAE-J2284 e ISO 15765-4 / CAN BUS Señal Baja
7	ISO 9141-2 e ISO 14230-4 / Línea K	15	ISO 9141-2 e ISO 14230-4 / Línea L
8	Asignado por el fabricante del vehículo	16	Voltaje de la batería

Nota. Tomado de Ortiz (2014)

Figura 3

Conector OBD-II



Nota. Tomado de (SAE, 2002).

2.1.3.3. Protocolos de comunicación para OBD II

Según lo señalado por Ortiz (2014), los protocolos de comunicación en los sistemas OBD II son establecidos por cada fabricante de automóviles. Estos protocolos consisten en un conjunto de normas que facilitan el intercambio de información entre diversos dispositivos electrónicos del vehículo.

La siguiente tabla muestra los protocolos de comunicación que han sido aprobados por organismos como la Unión Europea y la Agencia de Protección Ambiental (EPA), detallando los pines utilizados en el conector OBD-II y su respectiva representación gráfica:

Protocolos de comunicación en los sistemas OBD II

Protocolo	Pines utilizados	Ilustración (colores de pines según función)
SAE J1850 PWM	2, 4, 5, 16	
SAE J1850 VPW	2, 4, 5, 10, 16	
ISO 9141-2 ISO 14230 KWP2000	4, 5, 7, 16	
ISO 15765-4 CAN	4, 5, 6, 14, 16	

Nota. Tomado de Jiménez y Cárdenas (2023)

2.1.4. Ciclo de Conducción

Un ciclo de conducción representa una serie de condiciones operativas que imitan comportamientos reales de manejo, tales como arranques, paradas,



aceleraciones y frenadas. Este tipo de simulaciones se emplea para analizar el rendimiento y la eficiencia tanto del motor como del vehículo en su conjunto.

Los ciclos pueden clasificarse en dos tipos: dinámicos y estáticos. Los primeros se fundamentan en datos reales obtenidos de la conducción en carretera, reflejando situaciones de manejo más auténticas. Por otro lado, los ciclos estáticos están pensados para fines de medición, por lo que su diseño tiende a ser más sencillo (Zhao et al., 2015).

2.1.4.1. Prueba/Ciclo RDE

Desde 2017, la Unión Europea ha implementado la prueba RDE como complemento a las evaluaciones de laboratorio. Este procedimiento considera múltiples variables como la altitud, la carga transportada, la temperatura ambiente y los diferentes tipos de vías (urbanas, rurales y autopistas), lo cual garantiza que los resultados obtenidos se asemejen a los que se generarían bajo condiciones reales de uso del vehículo (Ramos et al., 2016).

Para que un ciclo de conducción sea considerado válido, debe cumplir con una serie de parámetros, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4*Parámetros requeridos para la validación de un ciclo de conducción*

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Distancia	58.37	m
Temperatura ambiente	17	°C
Duración	90–120	minutos
Variación de altitud	<100	m

Nota. Tomado de (Ramos et al., 2016).**Tabla 5***Velocidades esperadas por tipo de vía*

Tipo de vía	Velocidad (km/h)	Velocidad (km/h)	media
Urbana	<60	15–30	
Rural	60–90	60–90	
Autopista	>90	>90	

Nota. Tomado de (Ramos et al., 2016).

2.1.5. Código de falla

Los Códigos de Diagnóstico de Fallas (DTC, por sus siglas en inglés) están diseñados para orientar a los técnicos automotrices en la ejecución adecuada de los procedimientos de mantenimiento. Es importante destacar que la presencia de un DTC no implica necesariamente un fallo en un componente específico. La activación del testigo luminoso MIL depende de los parámetros establecidos por el fabricante y se basa en pruebas que evalúan cómo ciertas fallas en componentes o sistemas afectan los niveles de emisiones (Simbaña et al., 2016).



La información que entregan estos códigos permite identificar de forma precisa el elemento que presenta fallos, lo que se traduce en una notable reducción del tiempo y los costos asociados a la reparación. Este beneficio resulta considerable en comparación con métodos convencionales como el de “probar y reemplazar”, que suelen ser más lentos y menos eficientes.

2.1.6. Protocolo de comunicación

En esta sección se explican los tipos de enlaces de datos estandarizados, conocidos como protocolos de comunicación, que se utilizan con mayor frecuencia en el ámbito automotriz. De acuerdo con Vázquez et al. (2010) la clasificación de estos protocolos se realiza según su velocidad de transmisión de datos:

- **Clase A:** corresponde a un sistema multiplexado por cable que permite reducir la cantidad de cables necesarios, ya que envía y recibe múltiples señales a través de un solo bus. Este tipo de enlace reemplaza conexiones individuales con una única línea de comunicación. Se basa en el estándar UART (Receptor/Transmisor Asíncrono Universal), utilizado para aplicaciones generales con velocidades inferiores a 10 kbps.
- **Clase B:** también es un sistema multiplexado por cable, diseñado para la transferencia de datos entre nodos que sustituyen a módulos independientes. Su velocidad de transmisión se encuentra entre 10 kbps y 125 kbps.
- **Clase C:** se trata de un sistema multiplexado que optimiza el número de buses necesarios para transmitir grandes volúmenes de datos en tiempo real. Opera con velocidades que van desde 125 kbps hasta 1 Mbps.



- **Emission Diagnosis:** este protocolo está destinado específicamente al control de los buses encargados del diagnóstico y de las emisiones del vehículo.

2.1.7. Estándares y normas

Esta sección recopila una serie de normativas relevantes en el ámbito automotriz, enfocadas principalmente en aspectos generales y de diagnóstico vehicular. Se describen las principales características de los estándares más utilizados, destacando tanto los pertenecientes a la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) como los de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Tabla 6

Estándares SAE más utilizados en diagnóstico automotriz

Estándar	Descripción
J1850	Define los requisitos técnicos para las redes de comunicación de datos dentro del automóvil.
J1979	Establece las funciones de diagnóstico y los mensajes estandarizados de CARB/EPA.
J2190	Estipula los mensajes relacionados con fallos y diagnósticos en vehículos; es una versión modificada del J1979.
J1962	Determina el uso del conector DLC de 16 pines, ubicado bajo el tablero del vehículo, obligatorio desde 1996 en EE. UU.

Nota. Tomado de (SAE, 2002).



Tabla 7

Estándares ISO aplicados a sistemas electrónicos de vehículos

Estándar	Descripción
ISO 7639	Define los símbolos gráficos empleados por los equipos de diagnóstico.
ISO 8093	Regula aspectos relacionados con sistemas electrónicos del vehículo, incluyendo sensores, módulos de control, actuadores e indicadores.

Nota. Tomado de (ISO, 2018).

2.1.8. Herramienta de diagnóstico escáner

El escáner automotriz es un dispositivo diseñado para realizar diagnósticos integrales en los distintos sistemas electrónicos de un vehículo. Entre estos se incluyen el motor, sistema de frenos ABS, bolsas de aire (airbags), transmisión automática, climatización, inmovilizador, carrocería, y suspensión electrónica, entre otros. Esta herramienta es compatible con vehículos que funcionan con diversos tipos de combustibles y tecnologías, tales como gasolina, GDI, diésel, Common Rail, GLP, GNV e incluso modelos híbridos (Alonso y Solis, 2010).

Figura 4

Partes de un escáner



Nota. Tomado de (Alonso y Solis, 2010).

Tabla 8

Especificaciones Técnicas de un escáner

Nº	Nombre	Descripción
1	Mango	Asa para transportar la unidad principal.
2	Ranura SIM	No aplicable al modelo X-431 GDS.
3	Salida de escape	Permite la salida del calor, manteniendo la temperatura interna estable.
4	Terminal VGA	Conexión para proyectores o pantallas.
5	Terminal LAN	Conexión por cable a una red LAN.
6	Terminal de diagnóstico	Puerto para conectar el cable de diagnóstico.
7	Puertos USB	Conexión de dispositivos USB, incluyendo funciones específicas como scopebox.
8	Indicador de disco duro (verde)	Señala el estado de la comunicación del sistema.
9	Indicador de encendido (rojo)	Muestra si el dispositivo está encendido.
10	Conector de alimentación	Entrada de corriente externa para alimentar la unidad principal.
11	Cuadro de diagnóstico	Módulo que comunica la unidad principal con el vehículo.
12	Impresora	Imprime los resultados del diagnóstico.
13	Interruptor de encendido	Botón para encender o apagar el dispositivo.
14	Pantalla táctil	Pantalla a color e interfaz de entrada mediante toque.
15	Ventilación para entrada de aire	Permite el ingreso de aire para mantener una temperatura adecuada interna.

Nota. Tomado de (Alonso y Solis, 2010).

El desarrollo de esta investigación requiere de un dispositivo que permita obtener lecturas precisas de los datos generados por los sensores del sistema de escape. El escáner automotriz Launch X-431 IV con módulo Smartbox Diagnostic ha sido seleccionado por su compatibilidad con múltiples protocolos OBD, sus funciones de lectura de datos en tiempo real, y su interfaz que facilita la visualización de parámetros técnicos.

La Tabla 9 presenta las características técnicas de este equipo, incluyendo su conexión mediante cables con conectores DB, indicadores LED que muestran el estado de comunicación con el host y la ECU, botones para funciones específicas, y una pantalla táctil para el manejo de menús y herramientas de diagnóstico. Además, ofrece funciones de lectura y borrado de códigos de falla (DTC), monitoreo de datos en vivo, pruebas de actuadores y codificación de la ECU.

Tabla 9*Características del Scanner Launch X-431 IV con Smartbox Diagnostic*

Compatibilidad OBD	Descripción
Modelo	Launch X-431 IV
Módulo de diagnóstico	Smartbox Diagnostic
Tipo de conexión	Cableado con conectores DB (OBDII y PC)
POWER (LED)	Indica que el dispositivo está encendido
TO HOST (LED)	Comunicación activa hacia el host
FROM HOST (LED)	Comunicación activa desde el host
TO ECU (LED)	Datos enviados al ECU
FROM ECU (LED)	Datos recibidos desde el ECU
HOT KEY (Botón)	Acceso rápido a funciones del sistema
POWER (Botón)	Encendido/apagado del dispositivo
LF (Botón)	Función configurable (reset u otras)
Pantalla	Táctil, navegación por menús y selección
Compatibilidad OBD	OBDII / EOBD / JOBD / CAN / ISO9141 / KWP2000 / J1850
Idiomas	Multilingüe (incluye español)
Funciones	Lectura/borrado de DTC, datos en vivo, actuadores, codificación ECU
Actualización de software	Por USB o tarjeta SD con software Launch

Nota. Tomado de (Launch X-431 IV, 2025)

Figura 5*Scanner Launch X-431 IV con Smartbox Diagnostic*

Nota. Elaboración Propia

2.1.9. Catalizador

El catalizador automotriz es un componente esencial del sistema de control de emisiones ubicado en el sistema de escape. Su función principal es acelerar las reacciones químicas que convierten los gases contaminantes generados durante la combustión, como el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC) no quemados y los óxidos de nitrógeno (NOx), en compuestos menos dañinos como dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N₂) y vapor de agua (H₂O). Está fabricado con materiales nobles como platino, paladio y rodio, los cuales actúan como catalizadores sin consumirse en el proceso. Su eficacia depende de la temperatura de operación y de la correcta relación aire-combustible del motor (Bosch, 2007).

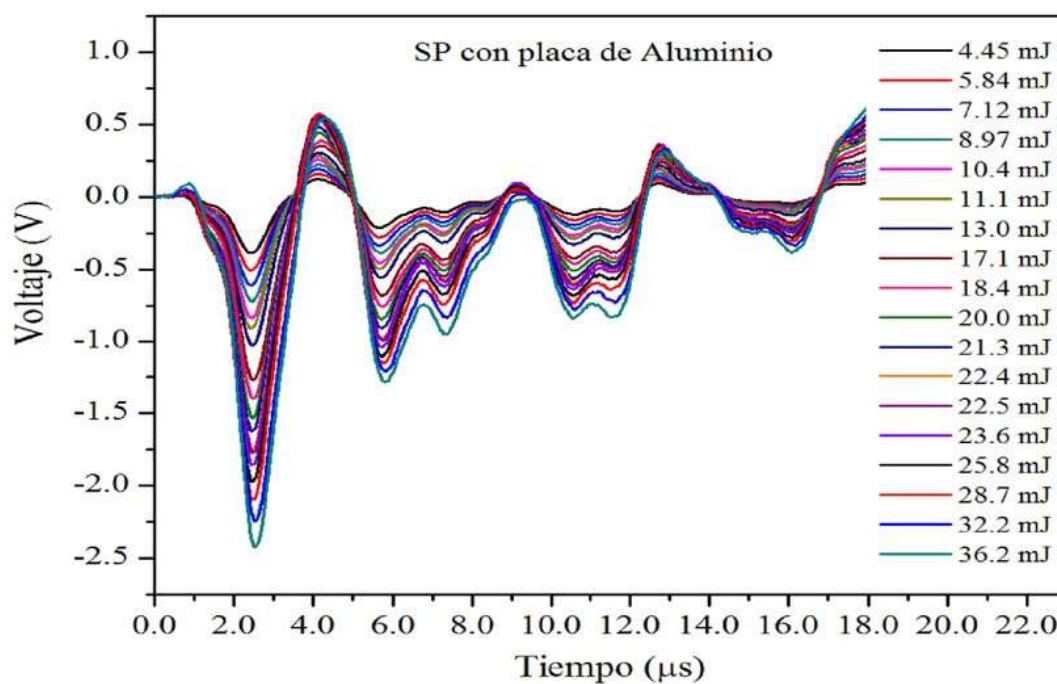
2.1.10. Oscilograma

Un oscilograma es la representación gráfica de una señal eléctrica en función del tiempo, capturada mediante un osciloscopio. Esta herramienta es fundamental para el diagnóstico de sistemas electrónicos y eléctricos, ya que

permite visualizar el comportamiento de componentes como sensores, actuadores, módulos de control y circuitos en general. En el ámbito automotriz, se utiliza para verificar formas de onda de señales de encendido, inyección, sensores de velocidad, entre otros, lo cual permite detectar fallas como pérdidas de continuidad, ruidos eléctricos o señales erráticas (Sarmiento et al., 2021).

Figura 6

Oscilograma



Nota. Tomado de (Sarmiento et al., 2021).

En la presente investigación, se requiere registrar y analizar señales eléctricas generadas por los sensores de oxígeno antes y después del catalizador. Para ello, se ha considerado el uso del osciloscopio digital Hantek DSO3064A, un equipo que permite visualizar y medir variaciones de voltaje en función del tiempo, facilitando la interpretación del oscilograma durante el funcionamiento del motor.

La Tabla 10 muestra sus principales características técnicas. Este modelo cuenta con cuatro canales de entrada, una frecuencia de muestreo de hasta 100 MHz, y un ancho de banda de 60 MHz, lo que permite capturar señales rápidas con un nivel adecuado de detalle. Su resolución vertical de 8 bits y la profundidad de memoria de 1 Mpts por canal brindan precisión en el almacenamiento y análisis de datos. Además, su conectividad USB 2.0 permite su operación y alimentación directamente desde una computadora portátil.

Tabla 10*Características del Osciloscopio Hantek DSO3064A*

Elemento	Descripción
Modelo	Hantek DSO3064A
Tipo	Osciloscopio digital de almacenamiento USB
Canales	4 canales
Frecuencia de muestreo	Hasta 100 MHz
Ancho de banda	60 MHz
Profundidad de memoria	1 Mpts por canal
Resolución vertical	8 bits
Conectividad	USB 2.0, alimentación y datos desde el PC
Software incluido	Hantek oscilloscope software (Windows)
Aplicaciones	Sensores (O ₂ , CKP, CMP), inyectores, bobinas, alternador
Modos de disparo	Edge, Video, Pulse, Slope, Alternate
Funciones adicionales	Medición automática, cursores, FFT, exportación de datos

Nota. Tomado de (HANTEK DSO3064A, 2020).

Figura

7

Osciloscopio Hantek DSO3064A

Nota. Elaboración Propia

2.1.11. Sensor de oxígeno

El sensor de oxígeno, también conocido como sonda lambda, es un dispositivo electrónico que se instala en el sistema de escape del motor para medir la proporción de oxígeno presente en los gases emitidos tras la combustión. Esta información es enviada a la unidad de control del motor (ECU), que la utiliza para ajustar la mezcla aire-combustible y garantizar una combustión eficiente, reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones contaminantes. Existen sensores de banda estrecha y banda ancha, cada uno con aplicaciones específicas dependiendo del tipo de motor y normativa de emisiones (Luzuriaga y Terán, 2007).

Figura 8

Sensor de oxígeno tipo Ziiconia - DENSO



Nota. Elaboración Propia

2.1.12. Vehículo Toyota Corolla

El Toyota Corolla es un modelo de automóvil compacto producido por la empresa japonesa Toyota desde 1966, y es uno de los vehículos más vendidos a nivel mundial. Se caracteriza por su fiabilidad, economía de combustible, bajo costo de mantenimiento y tecnología accesible. A lo largo de sus generaciones, ha incorporado una gran variedad de sistemas electrónicos avanzados, como sistemas de inyección controlada, ABS, airbags, y sistemas híbridos, lo cual lo convierte en una plataforma ideal para estudios de diagnóstico automotriz y prácticas de escaneo con herramientas OBD-II (Toyota Motor Corporation, 2020).

Figura 9

Vehículo Toyota Corolla GLI 2013 - Sedan



Nota. Elaboración Propia

2.1.13. Multímetro Digital

En la presente investigación, se requiere registrar y analizar señales eléctricas generadas por los sensores de oxígeno antes y después del catalizador. Para ello, se ha considerado el uso del osciloscopio digital Hantek DSO3064A, un equipo que permite visualizar y medir variaciones de voltaje en función del tiempo, facilitando la interpretación del oscilograma durante el funcionamiento del motor.

La Tabla 10 muestra sus principales características técnicas. Este modelo cuenta con cuatro canales de entrada, una frecuencia de muestreo de hasta 100 MHz, y un ancho de banda de 60 MHz, lo que permite capturar señales rápidas con un nivel adecuado de detalle. Su resolución vertical de 8 bits y la profundidad de memoria de 1 Mpts por canal brindan precisión en el almacenamiento y



análisis de datos. Además, su conectividad USB 2.0 permite su operación y alimentación directamente desde una computadora portátil.

Tabla 11

Características del Multímetro Multirango Prasek Premium PR-58C

Elemento	Descripción
Modelo	Prasek Premium PR-58C
Tipo	Multímetro digital multirango
Rangos de medición	Manual y automático (multirango)
Medición de voltaje AC	Hasta 750 V
Medición de voltaje DC	Hasta 1000 V
Medición de corriente DC	Hasta 10 A (con fusible de protección)
Resistencia	Hasta 200 MΩ
Prueba de continuidad	Sí, con sonido de aviso
Prueba de diodos	Sí
Retención de datos (HOLD)	Sí
Pantalla	LCD grande, de 3½ dígitos
Alimentación	Batería de 9V
Protección	Contra sobrecargas en todos los rangos
Accesorios incluidos	Cables de prueba, batería, funda protectora
Aplicaciones	Verificación de voltajes, continuidad, sensores, alternador, etc.

Nota. Tomado de Westor (2025)

Figura 10

Multímetro Multirango Prasek Premium PR-58C



Nota. Elaboración Propia

2.2. Definición de términos

2.2.1. ECU (Unidad de Control Electrónico)

Sistema computacional embarcado que opera en tiempo real para administrar múltiples funciones del motor, entre ellas el control de mezcla, encendido y emisiones. La ECU procesa las señales que provienen de sensores como el de oxígeno, los cuales generan formas de onda específicas interpretadas en función de su voltaje y frecuencia. Estas señales pueden ser representadas gráficamente para verificar la reacción de la ECU ante cambios en las condiciones de combustión. El escaneo permite observar parámetros como el ciclo de corrección de combustible, la conmutación de señal y la respuesta del sistema frente a fallas.



2.2.2. Escaneo Electrónico Automotriz

Proceso de evaluación técnica mediante el cual se conectan herramientas de diagnóstico —como escáneres compatibles con protocolos OBD2— al sistema de control del vehículo. Estas herramientas permiten extraer datos operativos y de diagnóstico en tiempo real, incluyendo señales de sensores activos. El escaneo revela características de la forma de onda de la señal del sensor de oxígeno, la tasa de conmutación y los códigos de falla almacenados. Además, posibilita la interpretación digital de señales que, aunque invisibles al operador, son fundamentales para la eficiencia del sistema catalítico.

2.2.3. Sistema Electrónico de Control de Emisiones

Conjunto integral de componentes electrónicos y mecánicos que actúan de forma coordinada para minimizar la emisión de gases contaminantes. Incluye sensores de medición, unidades de control, actuadores y dispositivos de tratamiento químico como el catalizador. La información captada por los sensores se convierte en señales de voltaje, que son procesadas por la ECU para ajustar parámetros del motor. Estas señales pueden ser representadas mediante formas de onda que reflejan el estado operativo del sistema y su capacidad para cumplir con los límites de emisiones establecidos por normativas técnicas como la Euro 4 o LEV II.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Métodos de Investigación

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con método analítico y experimental, ya que busca observar, medir y analizar el comportamiento del catalizador en función de las señales generadas por los sensores de oxígeno, utilizando escaneo electrónico como herramienta de recolección de datos.

El método analítico permite descomponer el sistema de diagnóstico en componentes específicos, como el sensor de oxígeno (Banco 1 y Banco 2), el catalizador y la ECU, para evaluar individualmente su funcionamiento. Asimismo, el método experimental se aplica al observar los resultados del oscilograma en condiciones reales de operación del vehículo Toyota Corolla, en donde se interpreta el desempeño del sistema de emisiones antes y después del catalizador.

3.2. Ámbito de Investigación

El ámbito de esta investigación es tecnológico–aplicado, ya que se centra en el uso de herramientas de diagnóstico electrónico automotriz para analizar un componente específico del sistema de emisiones (el catalizador). La investigación se lleva a cabo en un entorno real, sobre un vehículo Toyota



Corolla operativo, utilizando instrumentación electrónica especializada como escáner automotriz y osciloscopio.

Geográficamente, el estudio se desarrolla en el distrito de Juliaca, región Puno – Perú, donde se analizarán los datos obtenidos del vehículo en condiciones locales, considerando factores ambientales como altitud, presión atmosférica y temperatura, que pueden influir en el comportamiento de los sensores y del catalizador.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de esta investigación está conformada por los vehículos de marca Toyota Corolla que operan en el distrito de Juliaca, región Puno, y que cuentan con sistema de diagnóstico a bordo OBD-II. Se consideran aquellos vehículos que se encuentren en condiciones operativas y que cuenten con sensores de oxígeno activos y catalizador instalado.

3.3.2. Muestra

La muestra se selecciona de forma no probabilística y por conveniencia, tomando como unidad de análisis un vehículo Toyota Corolla operativo perteneciente al parque automotor de la ciudad de Juliaca. La elección de esta muestra responde a criterios técnicos como: accesibilidad al vehículo, compatibilidad con el escáner automotriz, funcionamiento activo de los sensores de oxígeno (Banco 1 y Banco 2) y presencia de catalizador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de información

3.4.1. Técnicas

Para el desarrollo de esta investigación se aplicarán las siguientes técnicas de recogida de información:



- **Observación directa:** Se empleará para registrar el comportamiento del sistema de emisiones del vehículo en condiciones reales de funcionamiento. Esta técnica permitirá identificar las respuestas del catalizador y de los sensores de oxígeno al interactuar con el sistema electrónico.
- **Medición electrónica:** Se utilizará para obtener datos cuantificables mediante el escaneo del vehículo y la interpretación del oscilograma generado por los sensores de oxígeno. Esta técnica permite obtener señales eléctricas que reflejen el estado del catalizador.
- **Análisis documental:** Se recurrirá a la revisión de manuales técnicos, normas automotrices y literatura especializada para sustentar teóricamente los fundamentos del diagnóstico automotriz y la interpretación de señales electrónicas.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizarán para la recolección de datos son:

- **Escáner automotriz:** Dispositivo electrónico que permite acceder a la ECU del vehículo para leer parámetros, códigos de falla y señales en tiempo real desde los sensores del sistema de emisiones.
- **Osciloscopio automotriz:** Instrumento de medición que registra y visualiza las señales eléctricas generadas por los sensores de oxígeno, permitiendo interpretar el oscilograma antes y después del catalizador.
- **Ficha de registro de oscilogramas:** Documento que servirá para registrar las lecturas de voltaje, forma de onda, tiempo de respuesta y otros parámetros extraídos durante el análisis.

3.5. Recogida de datos

La recogida de datos en esta investigación se realizará de manera directa utilizando herramientas electrónicas de diagnóstico automotriz aplicadas a un vehículo Toyota Corolla que cumpla con las condiciones establecidas en la muestra.

El proceso se llevará a cabo en un entorno controlado, bajo condiciones de funcionamiento real del motor, a fin de garantizar la validez de los resultados obtenidos. Para ello, se seguirán los siguientes pasos:

- 1. Preparación del vehículo:** Se verificará el estado general del vehículo, confirmando la operatividad de los sensores de oxígeno (Banco 1 y Banco 2) y la presencia del catalizador. Se identificará el puerto OBD-II y se realizará la conexión con el escáner automotriz.
- 2. Conexión y configuración del escáner y osciloscopio:** Se establecerá la comunicación entre el escáner automotriz, el osciloscopio y la unidad de control del vehículo (ECU). Se configurarán los parámetros de lectura para registrar las señales de los sensores en tiempo real.
- 3. Captura del oscilograma:** Durante el funcionamiento del motor se capturarán las señales generadas por los sensores de oxígeno antes y después del catalizador. Estas señales serán visualizadas y almacenadas para su posterior análisis.
- 4. Registro técnico:** Los datos obtenidos serán registrados en fichas de registros de datos que incluirán: voltajes, tiempos de respuesta, forma de onda y comportamiento comparativo entre el sensor de oxígeno 1 (pre-catalizador) y el sensor de oxígeno 2 (post-catalizador).



5. Revisión y validación: Finalmente, se validarán los datos recopilados, descartando posibles interferencias o errores, y se procederá a su análisis técnico en función de los objetivos planteados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

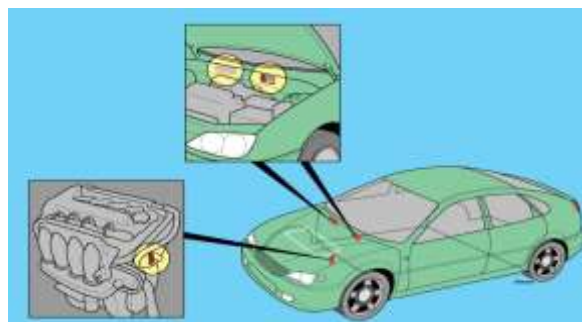
4.1. Presentación

4.1.1. Determinación del tipo y ubicación de los sensores y el catalizador

El sistema de control de emisiones en los vehículos incorpora sensores de oxígeno antes y después del catalizador, cuya disposición varía según el modelo y año de fabricación. Esta sección presenta la información recopilada sobre el tipo de sensor utilizado, sus características técnicas y la ubicación en el sistema de escape. El registro de esta información permite establecer las condiciones iniciales para el análisis posterior del funcionamiento del sistema de postcombustión, mediante la observación de los oscilogramas generados durante el escaneo electrónico.

Figura 11

Ubicación de principales bases – AUTODATA 3.40



Nota. Tomado de software AUTODATA 3.40 – Ubicación.

La Tabla 12 presenta una relación de modelos de vehículos Toyota que cuentan con sistemas compatibles con diagnóstico a bordo (OBD), los cuales han sido considerados en la revisión documental y técnica del presente estudio. Se incluyen datos básicos como el tipo de combustible, el segmento al que pertenece cada vehículo y los años aproximados de producción. Esta información sirve como referencia para contextualizar los modelos en los que comúnmente se implementa el análisis mediante escaneo electrónico, especialmente en unidades que utilizan sensores de oxígeno y catalizadores dentro de su sistema de control de emisiones.

Tabla 12*Vehículos para diagnóstico por OBD II*

MODELO	COMBUSTIBLE	SEGMENTO	AÑOS DE PRODUCCIÓN
Toyota Corolla	Gasolina	Compacto	1966–presente
Toyota Camry	Gasolina	Mediano	1982–presente
Toyota Avalon	Gasolina	Grande / Lujo	1994–2022
Toyota Yaris Sedan	Gasolina	Subcompacto	2006–2020
Toyota Prius	Gasolina	Híbrido	1997–presente
Toyota Prius Prime	Gasolina	Híbrido enchufable	2017–presente
Toyota Mirai	Gasolina	Híbrido de hidrógeno	2015–presente
Toyota Etios Sedan	Gasolina	Subcompacto	2010–2020
Toyota Belta / Yaris iA / Scion iA	Gasolina	Subcompacto	2005–2020
Toyota Allion	Gasolina	Compacto	2001–2021
Toyota Premio	Gasolina	Compacto/Lujo	2001–2021

Nota. Elaboración Propia

La Tabla 13 proporciona una descripción más detallada de diversos modelos de vehículos Toyota que han sido considerados en el estudio por su compatibilidad con sistemas de diagnóstico a bordo (OBD). Se incluyen datos como el tipo y año del modelo, las especificaciones del motor y la configuración

del sistema de inyección electrónica. Además, se indica la cantidad de sensores de oxígeno instalados y su ubicación con respecto al catalizador, así como la norma de emisiones que aplica a cada versión. Esta información permite reconocer las variaciones en la arquitectura del sistema de control de emisiones según el año de fabricación, lo cual es útil para interpretar correctamente los datos obtenidos a través del escaneo electrónico y el análisis de oscilogramas.

Figura 12







Características de vehículo Toyota Corolla

Identificación del vehículo	Valor
Nº de cilindros	Tipo: 4DOHC
Cilindrada (litros)	CC: 1588
Relación de compresión	T: 9.5
Adaptado para gasolina sin plomo	SI
Octanaje mínimo	RON: 95
Sistema de encendido	Marca: Toyota
Sistema de encendido	Tipo: TCCS
Sistema de encendido	Descripción: Map-DI
Ubicación de disparo	Árbol de levas / Cigüeñal
Sistema de combustible	Marca: Toyota
Sistema de combustible	Tipo: TCCS
Sistema de combustible	Descripción: MPI-i
Medidor de aire	Tipo: Fijado masa de aire
Módulo de control combinado de encendido y combustible	SI
Enchufe de diagnóstico	SI

Nota. Tomado de software AUTODATA 3.40 – Datos técnicos.

Tabla 13

Vehículos para diagnóstico por OBD

TIPO	MODELO	AÑO	MOTOR	SENSOR
 	COROLLA SEDAN	2013	1.8L 2ZR-FE DOHCV VVT-i	Tipo de inyección: Electrónica multipunto (EFI), Código OBD del motor 2ZR-FE, Norma de emisiones Euro 4 / LEV II, Sensor de oxígeno 2 sensores (antes y después del catalizador)
 	COROLLA WAGON	1997	1.6L/1.3L 4A-FE/4E-FE/2E	Sistema de inyección: Electrónica multipunto, Sensor de oxígeno 2 (antes y después del catalizador), Norma de emisiones Euro 2 (en versiones más básicas)
 	YARIS SEDAN	2008	15L/13L/1.3L 1NZ-FE/2NZ-FE/1NR-FE VVT-i, EFI	Tipo de inyección: EFI VVT-i, Sensor de oxígeno x2 (pre y post catalizador), Norma Euro 3



COROLLA
SEDAN

1995

1.6L/1.3L
FE/4E-FE/2E

4A-

Tipo de inyección: EFI, Sensor de oxígeno simple (pre catalizador), sin control estricto de emisiones (normas previas a Euro 2)



YARIS
SEDAN

2010

15L/13L/1.3L
1NZ-FE/2NZ-FE/1NR-FE VVT-i, EFI

Tipo de inyección: EFI VVT-i, Sensor de oxígeno x2 (pre y post catalizador), Norma Euro 3



COROLLA
SEDAN

1995

4A-FE/5A-FE/2E

Tipo de inyección: EFI, Sensor de oxígeno simple (pre catalizador), emisiones básicas sin catalizador en algunos casos

Nota. Elaboración Propia



De la tabla 13 se infiere lo siguiente:

a) Cantidad de sensores de oxígeno:

- Algunos modelos recientes como el Corolla Sedan 2013 o el Yaris Sedan 2008 y 2010 cuentan con dos sensores de oxígeno, uno antes y otro después del catalizador, lo cual permite realizar un diagnóstico más completo de la eficiencia del sistema de postcombustión.
- En cambio, modelos más antiguos como el Corolla Sedan 1995 tienen un solo sensor ubicado antes del catalizador, lo que limita la detección de posibles fallos en el propio catalizador.

b) Normativas de emisiones:

- Los modelos más recientes están sujetos a normas de emisiones más exigentes, como Euro 3 y Euro 4 / LEV II, lo que implica un sistema de control de emisiones más complejo.
- Modelos anteriores, como los Corolla de 1995, no se ajustan a normativas estrictas y en algunos casos incluso operan sin catalizador.

c) Sistema de inyección:

- Todos los vehículos listados utilizan inyección electrónica multipunto (EFI), pero algunos integran tecnologías adicionales como VVT-i (control variable de válvulas), lo que mejora el rendimiento del motor y la gestión de emisiones.
- Esta variación tecnológica también influye en la precisión del análisis mediante escaneo electrónico.

d) Motorización y año:

- Las diferencias en la cilindrada y generación del motor (por ejemplo, 1.3L, 1.5L o 1.8L con diferentes códigos como 2ZR-FE o 1NZ-FE) determinan el tipo de

señal esperada en los sensores y las condiciones de operación de los componentes del sistema de escape.

La Tabla 14 presenta un resumen de modelos de vehículos Toyota junto con sus respectivos códigos de motor y rangos aproximados de fabricación. Esta información complementa el análisis técnico, permitiendo asociar cada motorización con las versiones de sensores de oxígeno, configuraciones del sistema de inyección y compatibilidad con escaneo OBD-II. El conocimiento del tipo de motor y su año de fabricación orienta la interpretación de señales electrónicas, facilitando el diagnóstico mediante herramientas de escaneo.

Tabla**14***Vehículos para diagnóstico por OBD*

Modelo	Código de Motor	Años de Fabricación Aprox.
Toyota Corolla	4A-FE, 7A-FE, 1ZZ-FE, 2ZR-FE, 1NR-FE	1988–presente
Toyota Camry	5S-FE, 2AZ-FE, 2GR-FE, A25A-FKS	1992–presente
Toyota Yaris	1NZ-FE, 2NZ-FE, 1NR-FE, 2NR-FE	1999–presente
Toyota Avensis	1AZ-FSE, 2AZ-FE, 1ZR-FAE	1997–2018
Toyota Prius	1NZ-FXE, 2ZR-FXE	2000–presente
Toyota Etios	2NR-FE	2010–2020
Toyota Belta	1NZ-FE, 2SZ-FE	2005–2012
Toyota Allion	1NZ-FE, 1ZZ-FE, 2ZR-FE	2001–2021
Toyota Premio	1NZ-FE, 1ZZ-FE, 2ZR-FE	2001–2021
Toyota Avalon	1MZ-FE, 3.5L 2GR-FE	1994–presente
Toyota Crown	1JZ-GE, 2GR-FSE, 3GR-FSE, 8GR-FKS	1990–presente
Toyota Vios	1NZ-FE, 2NR-FE	2002–presente
Toyota Tercel	3E-E, 5E-FE, 1NZ-FE	1980–1999

Nota. Elaboración Propia



a) Diversidad de motorizaciones por modelo:

- Modelos como el Toyota Corolla y el Toyota Camry han incorporado múltiples códigos de motor a lo largo de su historia, lo que implica variaciones significativas en el tipo de sensores y normas de emisiones.
- Por ejemplo, el Corolla tiene desde motores más antiguos como el 4A-FE hasta versiones más modernas como el 2ZR-FE, utilizados en vehículos compatibles con diagnósticos más avanzados.

b) Rango amplio de años de fabricación:

- Algunos modelos, como el Corolla, Camry, Avalon y Crown, presentan producción continua desde las décadas de 1980 y 1990 hasta la actualidad.
- Esto genera diferencias en la electrónica vehicular según el año, siendo los más recientes compatibles con protocolos modernos como CAN-BUS y sensores de banda ancha.

c) Modelos con tecnologías híbridas:

- El Toyota Prius, por ejemplo, cuenta con motorizaciones híbridas como el 1NZ-FXE y el 2ZR-FXE, lo cual requiere sistemas de diagnóstico adaptados a combinaciones entre motor térmico y eléctrico.
- Esto introduce variaciones en los parámetros de operación del catalizador y la interpretación de oscilogramas.

d) Modelos discontinuados o limitados por región:

- Vehículos como el Toyota Tercel o el Toyota Belta ya no están en producción, pero siguen circulando en mercados como el peruano. En estos casos, los sistemas de diagnóstico pueden ser más básicos o presentar limitaciones de acceso a datos en tiempo real.

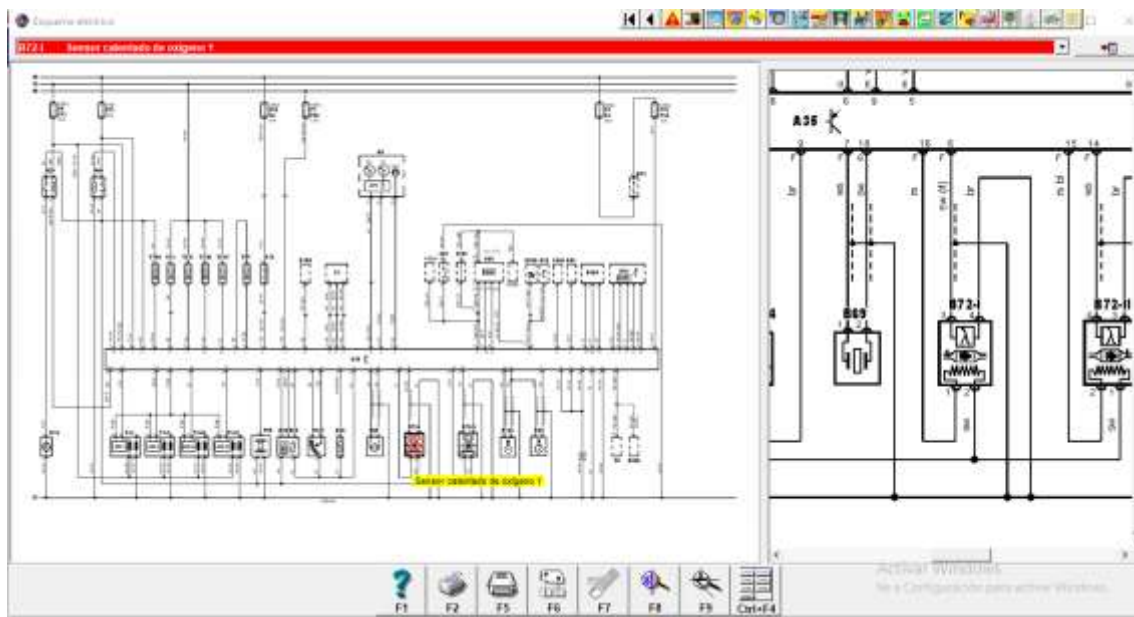
e) Repetición de códigos de motor en distintos modelos:

- Algunos motores como el 1NZ-FE aparecen en varios modelos (Yaris, Vios, Tercel, Belta, Allion, Premio), lo que permite aplicar criterios de diagnóstico comunes entre ellos, siempre que se respeten las diferencias por generación y configuración del sistema de emisiones.

Las Tablas 15 y 16 presentan el registro detallado de la ubicación física de los sensores de oxígeno (Banco 1 y Banco 2) y del catalizador en diversos vehículos diagnosticados. Se incluyen fotografías tomadas durante las observaciones, junto con datos técnicos sobre el tipo de sensor instalado, su ubicación en el sistema de escape y el estado visual observado. Este registro fotográfico y descriptivo permite tener una visión clara de la disposición de los componentes en campo, así como posibles indicios visuales de deterioro que pueden influir en el diagnóstico.

Figura 13

Diagrama de ubicación del sensor y diagrama eléctrico



Nota. Tomado de software AUTODATA 3.40 – Diagrama eléctrico.

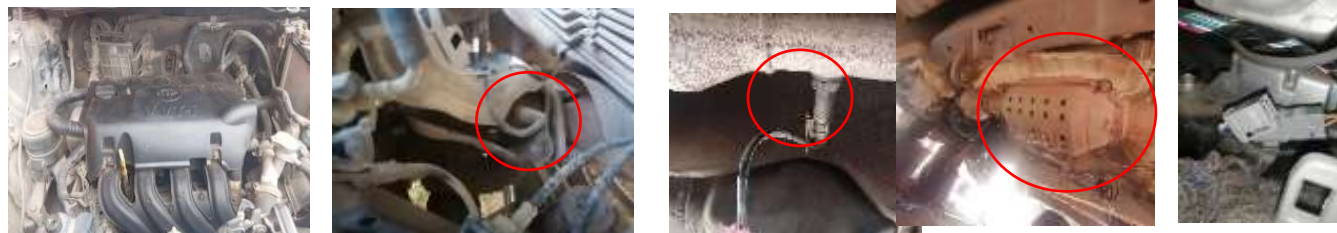
Tabla 15

Registro de Ubicación de Sensores y Catalizador

Fecha de la Observación	Vehículo	Ubicación del Sensor de Oxígeno (Banco 1)	Ubicación del Sensor de Oxígeno (Banco 2)	Ubicación del Catalizador	Tipo de Sensor (Modelo y Especificaciones)	Estado Visual de los Sensores y Catalizador
28/05/2025						Sin daños visibles
27/05/2025						Sin daños visibles



26/05/2025



Sin daños
visibles

25/05/2025



Sin daños
visibles

20/05/2025



Cableado
deteriorado
/ hollín
visible

19/05/2025



Cableado
deteriorado
/ hollín
visible

Nota. Elaboración Propia



Tabla 16

Registro de Ubicación de Sensores y Catalizador

Fecha de la Observación	Vehículo	Ubicación del Sensor de Oxígeno (Banco 1)	Ubicación del Sensor de Oxígeno (Banco 2)	Ubicación del Catalizador	Tipo de Sensor (Modelo y Especificaciones)	Estado de los Sensores y Catalizador	Visual los y
28/05/2025	Toyota Corolla Gli	Múltiple de escape, lado motor	Después del catalizador	Debajo del piso, al centro del vehículo	Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles	daños y
27/05/2025	Toyota Corolla DX	Múltiple de escape, lado motor	Después del catalizador	Debajo del piso, al centro del vehículo	Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles	daños y
26/05/2025	Toyota YARIS	Múltiple de escape, lado motor	Después del catalizador	Debajo del piso, al centro del vehículo	Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles	daños y



25/05/2025	Toyota Corolla DX	Múltiple escape, motor	de lado	Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles
24/05/2025	Toyota Caldina	Múltiple escape, motor	de lado	Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles
23/05/2025	Toyota Probox	Múltiple escape, motor	de lado	Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles
22/05/2025	Toyota AVANZA	Múltiple escape, motor	de lado	Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles
21/05/2025	Toyota Corolla	Múltiple escape, motor	de lado	Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo zirconia, 4 hilos, señal 0-1V	Sin daños visibles



20/05/2025	Toyota YARIS	Múltiple de escape, lado motor	de Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo Cableado	al centro zirconia, 4 hilos, señal deteriorado /	del vehículo 0-1V hollín visible
19/05/2025	Toyota Corolla	Múltiple de escape, lado motor	de Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo Cableado	al centro zirconia, 4 hilos, señal deteriorado /	del vehículo 0-1V hollín visible
18/05/2025	Toyota Probox	Múltiple de escape, lado motor	de Después del catalizador	Debajo del Sensor O2 tipo Cableado	al centro zirconia, 4 hilos, señal deteriorado /	del vehículo 0-1V hollín visible

Nota. Elaboración Propia



Del análisis realizado en las anteriores tablas se infiere lo siguiente:

a) Ubicación común de componentes:

- En todos los vehículos observados, el Sensor de Oxígeno Banco 1 se encuentra ubicado en el múltiple de escape, en el lado del motor, lo que permite la lectura de gases inmediatamente después de la combustión.
- El Sensor Banco 2 está ubicado después del catalizador, generalmente debajo del piso del vehículo, centrado en la línea de escape.
- El catalizador se encuentra ubicado en la misma línea, en posición central baja, lo que favorece la eficiencia térmica para el tratamiento de gases.

b) Especificaciones del sensor:

- Todos los vehículos están equipados con sensores O₂ tipo zirconia, de 4 hilos, con una señal de salida de 0–1 V, compatibles con sistemas OBD-II.
- Este tipo de sensor permite detectar variaciones en la mezcla aire-combustible y evaluar la eficiencia del catalizador.

c) Estado visual de componentes:

- Entre el 28/05 y el 21/05, todos los vehículos mostraron sensores y catalizadores sin daños visibles, con cableado en buen estado y sin acumulación de residuos.
- En contraste, los vehículos observados entre el 20/05 y el 18/05 presentaron cableado deteriorado y acumulación de hollín visible, lo cual podría estar relacionado con fallos en la mezcla, mal funcionamiento del catalizador o problemas en el sistema de escape.

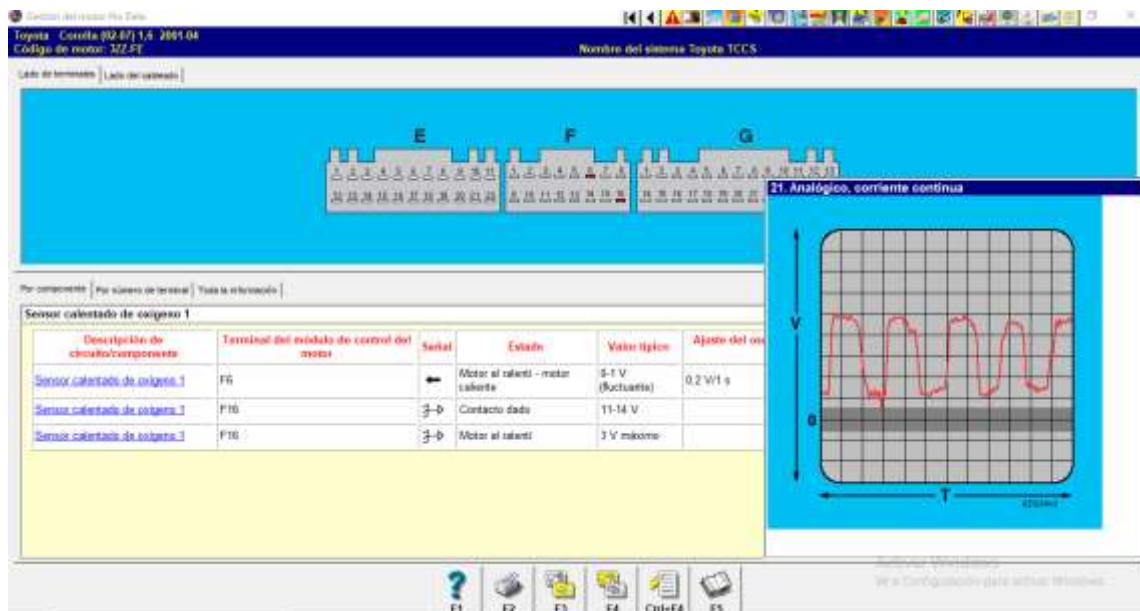
4.1.2. Análisis del oscilograma de los sensores de oxígeno

El análisis del oscilograma permite observar el comportamiento eléctrico de los sensores de oxígeno durante el funcionamiento del motor. A través de las

señales registradas en tiempo real, es posible identificar patrones de respuesta que varían según el estado del sistema de emisiones. En esta sección se presentan los resultados obtenidos mediante el uso del escáner automotriz y el osciloscopio, considerando los valores de voltaje, frecuencia de señal y forma de onda para ambos bancos de sensores. La información recopilada se interpreta en función del rendimiento del motor y del funcionamiento del catalizador.

Figura 14

Oscilograma del sensor de oxígeno AUTODATA 3.40


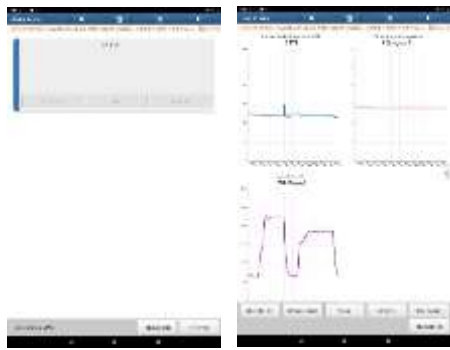



Nota. Tomado de software AUTODATA 3.40 – Parámetros.

La Tabla 17 presenta el registro del análisis visual del oscilograma obtenido mediante el uso del escáner automotriz y el osciloscopio digital, aplicado a distintos vehículos en fechas específicas. Este análisis permite observar la forma de la señal generada por los sensores de oxígeno, la cual varía en función del estado del motor, del sistema de inyección y del catalizador. La configuración utilizada en todos los casos ha sido estandarizada para facilitar la comparación de señales entre distintas unidades.

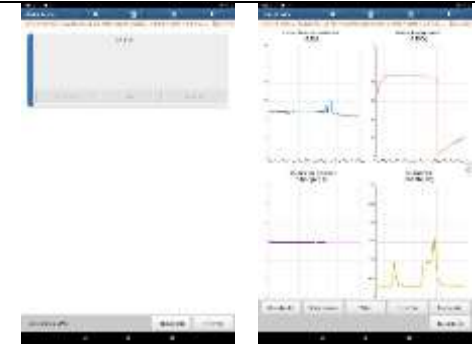
Tabla 17

Registro de Análisis del Oscilograma de los Sensores de Oxígeno

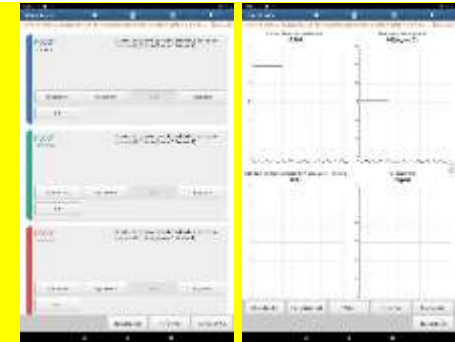
Fecha de la Medición	Vehículo	Modelo de Escáner Utilizado	Configuración del Osciloscopio (Tiempo, Voltaje)
28/05/2025			
27/05/2025			



26/05/2025



20/05/2024



Nota. Elaboración Propia

De la anterior tabla se infiere lo siguiente:

a) Configuración del osciloscopio:

- Se empleó una configuración común de 500 ms/div de tiempo y 1 V/div de voltaje, adecuada para visualizar señales del sensor O₂ tipo zirconia.
- Esta escala permite captar variaciones rápidas de voltaje entre 0.1 V y 0.9 V en sensores de banda estrecha.

b) Fechas sin irregularidades (27/05/2025 y 26/05/2025):

- En ambas fechas, los equipos de diagnóstico fueron conectados a vehículos que no presentaron fallos.

Figura 15

Oscilograma y DTC obtenido por Escaneo – Toyota Corolla



Nota. Elaboración Propia

La Tabla 18 presenta los resultados del análisis detallado de los oscilogramas generados por los sensores de oxígeno en distintos vehículos. Se comparan las señales de los sensores ubicados antes (Banco 1) y después (Banco 2) del catalizador, registradas con un osciloscopio configurado bajo los mismos parámetros. Los datos incluyen frecuencia, amplitud y comportamiento

de la señal, lo cual permite evaluar posibles alteraciones en la mezcla aire-combustible y la eficiencia del catalizador.

Tabla

18

Registro de Análisis del Oscilograma de los Sensores de Oxígeno

Fecha de la Medición	28/05/2025	27/05/2025	26/05/2025	20/05/2024
Vehículo	Toyota Corolla Gli	Toyota Corolla DX	Toyota YARIS	Toyota Corolla Gli
Modelo de Escáner Utilizado	Launch X431 IV SmartBox Diagnostic	Launch X431 IV SmartBox Diagnostic	Launch X431 IV SmartBox Diagnostic	Launch X431 IV SmartBox Diagnostic
Configuración del Osciloscopio (Tiempo, Voltaje)	Tiempo: 500ms/div, Voltaje: 1V/div	Tiempo: 500ms/div, Voltaje: 1V/div	Tiempo: 500ms/div, Voltaje: 1V/div	Tiempo: 500ms/div, Voltaje: 1V/div
Oscilograma del Sensor de Oxígeno (Banco 1)	Señal oscilante entre 0.1V y 0.9V, 1 Hz	Señal oscilante entre 0.1V y 0.9V, 1 Hz	Señal oscilante entre 0.1V y 0.9V, 1 Hz	Señal pobre, oscilación lenta 0.2V-0.5V
Oscilograma del Sensor de Oxígeno (Banco 2)	Señal estable, leve oscilación 0.4V-0.6V	Señal estable, leve oscilación 0.4V-0.6V	Señal estable, leve oscilación 0.4V-0.6V	Señal oscilante igual a B1 (ineficiencia del catalizador)
Descripción del Comportamiento de la Señal	Banco 1 con buena oscilación, Banco 2 estable (catalizador eficiente)	Banco 1 con buena oscilación, Banco 2 estable (catalizador eficiente)	Banco 1 con buena oscilación, Banco 2 estable (catalizador eficiente)	Falla en sensor o mezcla pobre. Catalizador posiblemente ineficiente
Frecuencia de la Señal	1 Hz	1 Hz	1 Hz	0.3 Hz
Amplitud de la Señal	0.8 V	0.8 V	0.8 V	0.3 V
Observación de Anomalías en la Señal	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Retardo en respuesta, mezcla fuera de rango

Nota. Elaboración Propia



A partir de los datos mostrados en la tabla, se identifican las siguientes condiciones según cada fecha de medición:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Condición funcional normal:

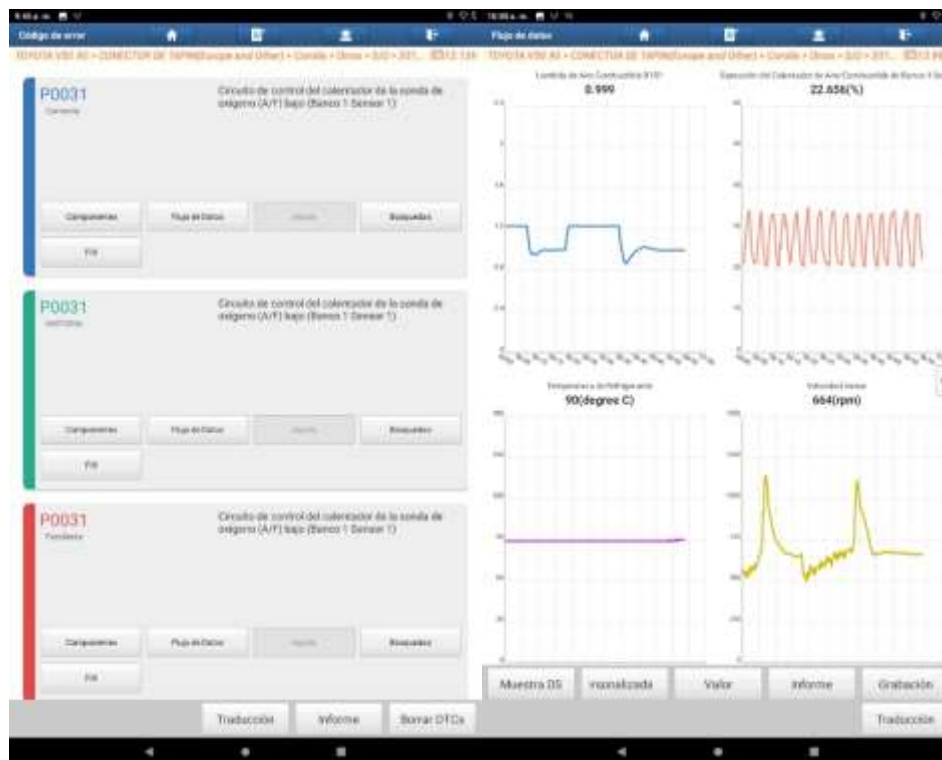
- El sensor del Banco 1 muestra una señal oscilante entre 0.1V y 0.9V, con una frecuencia de 1 Hz, indicando una respuesta activa del sensor a los cambios en la mezcla.
- El sensor del Banco 2, ubicado después del catalizador, presenta una señal estable entre 0.4V y 0.6V, con leves oscilaciones, lo cual es característico de un catalizador que está cumpliendo correctamente su función.
- No se reportan anomalías ni retardos de respuesta en los sensores, lo que sugiere eficiencia del sistema de postcombustión.

b) Fecha 20/05/2024 – Comportamiento anómalo:

- La señal del Banco 1 presenta una oscilación reducida (entre 0.2V y 0.5V) y frecuencia baja (0.3 Hz), lo que puede estar asociado a una mezcla pobre o mal funcionamiento del sensor.
- La señal del Banco 2 se comporta de forma similar a la del Banco 1, con oscilaciones en lugar de una línea más estable. Esto indica una posible pérdida de eficiencia del catalizador, ya que no está logrando estabilizar los gases tras la combustión.
- Se observa un retardo en la respuesta y baja amplitud, lo cual puede dificultar la correcta retroalimentación a la ECU.

Figura 16

Código de error DTC y Oscilograma



Nota. Elaboración Propia

c) Implicancia del comportamiento de la señal:

- En vehículos con sistemas operativos estables, se espera una clara diferencia entre las señales del Banco 1 y Banco 2.
- Cuando ambas señales presentan comportamientos similares, como en el caso del 20/05/2024, se sugiere verificar tanto el catalizador como los sensores de oxígeno, ya que el sistema no estaría realizando una conversión adecuada de gases contaminantes.

La Tabla 19 recopila una serie de códigos de diagnóstico (DTC) obtenidos a través del escáner automatizado, asociados a componentes del sistema de emisiones, en especial a los sensores de oxígeno y al catalizador. Se detallan los rangos de voltaje observados, la forma del oscilograma correspondiente y el diagnóstico probable de cada código, junto con recomendaciones adicionales



basadas en el comportamiento del sistema. Esta información es útil para interpretar fallos comunes y relacionarlos con las señales eléctricas detectadas durante el análisis del oscilograma.

Tabla 19

Resultados según Autodata

Código o DTC	Componente Afectado	Voltaje Sensor O2 (V)	Oscilograma	Diagnóstico Probable	Observación Adicional
P0133	Sensor O2 B1 S1	0.1 – 0.8 V (lento cambio)	Respuesta retardada, ciclo completo > 1s	Sensor deteriorado por uso o contaminación	Requiere reemplazo del sensor
P0141	Calentador Sensor O2 B1 S2	0.4 V constante	Sin oscilación en motor frío	Calentador interno dañado	Verificar resistencia con multímetro
P0420	Catalizador Banco 1	S1: 0.2–0.8 V / S2: 0.1–0.7 V	Señal similar entre S1 y S2 → sin eficiencia catalítica	Catalizador degradado o en mal estado	Confirmar con análisis de gases
P0152	Sensor O2 B2 S1	0.9 V fijo	Señal constante en alto	Mezcla rica, inyectores con fuga, o sensor corto	Revisar sistema de inyección
P0160	Sensor O2 B2 S2	0 V o sin señal	Línea completamente plana	Sensor desconectado o dañado	Revisar cableado y terminales Evaluar temperatura del catalizador antes/después
P0430	Catalizador Banco 2	S1: 0.2–0.9 V / S2: 0.2–0.8 V	Ambos sensores se comportan igual	Baja eficiencia del catalizador	

Nota. Elaboración Propia



A partir de los códigos registrados, se pueden identificar los siguientes patrones y posibles causas técnicas:

- **P0133 – Sensor O2 B1 S1 (respuesta lenta):**

- El voltaje oscila entre 0.1 y 0.8 V, pero con un ciclo lento de respuesta (>1s).
- El oscilograma refleja una señal más plana o con oscilaciones espaciadas.
- Suele indicar deterioro por uso o contaminación, lo cual afecta la retroalimentación a la ECU.

- **P0141 – Calentador del Sensor O2 B1 S2:**

- El voltaje se mantiene en 0.4 V constante, sin oscilación en frío.
- Sugiere un fallo en el calentador interno, común en sensores de banda estrecha.

- **P0420 – Catalizador Banco 1 (baja eficiencia):**

- Las señales del sensor 1 y 2 son similares (S1: 0.2–0.8 V / S2: 0.1–0.7 V), lo que rompe el patrón esperado de estabilidad postcatalizador.
- Esto indica que el catalizador no está transformando adecuadamente los gases, posiblemente por envejecimiento o daño interno.

- **P0152 – Sensor O2 B2 S1 (señal fija en alto):**

- Señal continua en 0.9 V, sin variación.
- Relacionado con mezcla rica, inyectores con fuga o cortocircuito en el sensor.
- Requiere inspección del sistema de inyección y cableado.

- **P0160 – Sensor O2 B2 S2 (sin señal):**

- Voltaje en 0 V o línea completamente plana.
- Puede deberse a sensor desconectado, dañado o terminales con mal contacto.



- **P0430 – Catalizador Banco 2 (ineficiencia):**

- Señales similares entre ambos sensores (S1: 0.2–0.9 V / S2: 0.2–0.8 V).
- Al igual que el P0420, sugiere que el catalizador no está cumpliendo su función de estabilización.
- Se sugiere comparar temperaturas antes y después del componente.

La Tabla 20 muestra una recopilación de códigos de diagnóstico de fallos (DTC) estandarizados según el sistema OBD2 utilizado por Toyota. Estos códigos permiten identificar problemas relacionados con los sensores de oxígeno y el catalizador, clasificando el tipo de falla de acuerdo con el componente afectado y la naturaleza del error (eléctrico, de señal o funcional). La correcta interpretación de estos códigos facilita el diagnóstico técnico durante la evaluación del sistema de emisiones y el análisis del oscilograma.

**Tabla 20***Código estándar según OBD2 Toyota*

Código DTC	Descripción
P0130	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Circuito defectuoso
P0131	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Voltaje bajo
P0132	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Voltaje alto
P0133	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Respuesta lenta
P0134	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Sin actividad
P0135	Sensor O2 Banco 1 Sensor 1 – Circuito del calentador defectuoso
P0140	Sensor O2 Banco 1 Sensor 2 – Sin actividad
P0141	Sensor O2 Banco 1 Sensor 2 – Circuito del calentador defectuoso
P0150	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Circuito defectuoso
P0151	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Voltaje bajo
P0152	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Voltaje alto
P0153	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Respuesta lenta
P0154	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Sin actividad
P0155	Sensor O2 Banco 2 Sensor 1 – Circuito del calentador defectuoso
P0160	Sensor O2 Banco 2 Sensor 2 – Sin actividad
P0161	Sensor O2 Banco 2 Sensor 2 – Circuito del calentador defectuoso
P0420	Eficiencia del sistema del catalizador por debajo del umbral (Banco 1)
P0430	Eficiencia del sistema del catalizador por debajo del umbral (Banco 2)

Nota. Elaboración Propia



Según los códigos listados, se pueden establecer los siguientes grupos de fallas comunes:

a) Fallas de circuito en sensores de oxígeno (Bancos 1 y 2):

- **P0130 / P0150:** Indican circuito defectuoso en el Sensor 1, ya sea en Banco 1 o 2.
- Estas fallas pueden deberse a problemas de conexión, pines sueltos o daños internos en el sensor.

b) Fallas por voltaje fuera de rango:

- **P0131 / P0151:** Voltaje bajo.
- **P0132 / P0152:** Voltaje alto.
- Estos códigos reflejan alteraciones en la señal eléctrica, posiblemente por mezcla aire-combustible incorrecta, cortocircuitos o contaminación en el sensor.

c) Sensores sin actividad o respuesta lenta:

- **P0133 / P0153:** Respuesta lenta en Sensor 1 de cada banco.
- **P0134 / P0154 / P0140 / P0160:** Señalan falta total de actividad, lo cual puede indicar un sensor desconectado, dañado o sin calentamiento inicial.

d) Problemas en el calentador interno del sensor:

- **P0135 / P0155 / P0141 / P0161:** Afectan el calentador eléctrico del sensor (S1 o S2), reduciendo su eficiencia en frío.
- Se recomienda comprobar continuidad con multímetro o verificar fusibles relacionados.



e) Eficiencia del catalizador por debajo del umbral:

- **P0420 / P0430:** Detectan que la señal del sensor posterior es demasiado similar a la del sensor anterior, lo cual sugiere que el catalizador no está transformando correctamente los gases contaminantes.
- Este diagnóstico puede confirmarse con análisis de gases o comparación de temperaturas antes y después del catalizador.

4.1.3. Diagnóstico del catalizador a partir del oscilograma

En esta sección se presenta el diagnóstico realizado al catalizador en función del análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno. La comparación entre las señales de entrada (sensor anterior al catalizador) y salida (sensor posterior al catalizador) permite identificar variaciones en la eficiencia del componente. A partir de los datos registrados se evalúa el comportamiento del sistema de postcombustión, considerando el voltaje, la frecuencia de oscilación y la estabilidad de las señales durante el funcionamiento del motor.

La Tabla 21 resume los resultados obtenidos del diagnóstico funcional del catalizador, aplicando el análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno en distintos vehículos. Se evaluaron señales registradas antes y después del catalizador, y se identificaron patrones que permitieron determinar si el componente mantiene su eficiencia operativa. Además, se contrastaron estos resultados con los códigos de error detectados y las condiciones observadas en los gases de escape.



Tabla 21

Registro del Diagnóstico al Catalizador a partir del Oscilograma

Fecha de la Medición	28/05/2025	27/05/2025	26/05/2025	20/05/2024	19/05/2024
Modelo de Vehículo y Año	Toyota Corolla 2013	Toyota Yaris 2015	Toyota Camry 2017	Toyota Corolla 2009	Toyota Camry 2011
Resultados del Diagnóstico	Catalizador funcionando correctamente	Catalizador funcionando correctamente	Catalizador funcionando correctamente	Posible falla en el catalizador	Posible falla en el catalizador
Comportamiento del Oscilograma en Relación al Catalizador	Señal del sensor posterior estable, sin oscilaciones amplias	Señal del sensor posterior estable, sin oscilaciones amplias	Señal del sensor posterior estable, sin oscilaciones amplias	Sensor posterior con oscilación similar al sensor delantero P0420 - Eficiencia del sistema del catalizador por debajo del umbral Revisión y posible reemplazo del catalizador	Sensor posterior con oscilación similar al sensor delantero P0420 - Eficiencia del sistema del catalizador por debajo del umbral Revisión y posible reemplazo del catalizador
Códigos de Error Generados por el Escáner	Ninguno	Ninguno	Ninguno		
Acción Recomendada Según Diagnóstico	Mantenimiento preventivo rutinario	Mantenimiento preventivo rutinario	Mantenimiento preventivo rutinario		
Estado de los Gases de Escape (Emisiones, Color, Olor)	Normales, sin humo visible ni olor anómalo	Normales, sin humo visible ni olor anómalo	Normales, sin humo visible ni olor anómalo	Humo leve, olor a combustible sin quemar	Humo leve, olor a combustible sin quemar

Nota. Elaboración Propia



A partir de la información presentada, se identifican los siguientes escenarios de diagnóstico:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Diagnóstico sin incidencias:

- El sensor posterior al catalizador mostró una señal estable, sin oscilaciones amplias, lo cual indica que el catalizador está cumpliendo su función de filtrar y estabilizar los gases.
- No se generaron códigos de error ni se observaron alteraciones en las emisiones visibles o el olor.
- Se recomendó únicamente mantenimiento preventivo rutinario.

b) Fechas 20/05 y 19/05/2024 – Posible falla en el catalizador:

- El sensor posterior presentó oscilaciones similares a las del sensor anterior, lo que sugiere que los gases no están siendo tratados adecuadamente por el catalizador.
- Se detectó el código P0420, asociado a eficiencia por debajo del umbral en el sistema catalítico (Banco 1).
- Se observó humo leve y olor a combustible sin quemar, indicios que refuerzan la sospecha de degradación o mal funcionamiento del catalizador.
- Se recomendó la revisión y posible reemplazo del componente.

c) Relación entre oscilograma y diagnóstico:

- En base a los resultados de la tabla se detectó un patrón oscilante en el sensor posterior similar al sensor anterior el cual suele indicar ineficiencia del catalizador, ya que ambos sensores estarían midiendo gases sin diferencia sustancial.
- En cambio, cuando el sensor posterior muestra una señal más estable o plana, se interpreta que el catalizador está operando de forma adecuada.



La Tabla 22 presenta los parámetros operativos del motor en distintas fechas de observación, incluyendo temperatura, consumo de combustible, emisiones de CO₂, rendimiento y rango de voltaje registrado por los sensores de oxígeno. Estos datos permiten relacionar el comportamiento del sistema de combustión con el diagnóstico del catalizador, identificando variaciones que pueden estar asociadas a una mezcla aire-combustible inadecuada o a una disminución en la eficiencia del sistema de postcombustión.

Tabla 22

Registro de Parámetros del Motor y Función del Sensor de Oxígeno

Fecha de la Observación	28/05/2025	27/05/2025	26/05/2025	20/05/2025	19/05/2025
Temperatura del Motor	88°C	88°C	88°C	95°C	95°C
Consumo de Combustible	6.8 L/100km	6.8 L/100km	6.8 L/100km	9.5 L/100km	9.5 L/100km
Emisiones de CO ₂ (g/km)	120 g/km	120 g/km	120 g/km	180 g/km	180 g/km
Rendimiento del Motor (km/litro)	14.7 km/l	14.7 km/l	14.7 km/l	10.5 km/l	10.5 km/l
Valor de Voltaje del Sensor de Oxígeno	0.1V - 0.9V	0.1V - 0.9V	0.1V - 0.9V	0.2V - 0.5V	0.2V - 0.5V
Variaciones de Rendimiento Según el Diagnóstico del Catalizador	Rendimiento constante, dentro de parámetros normales	Rendimiento constante, dentro de parámetros normales	Rendimiento constante, dentro de parámetros normales	Rendimiento irregular, mezcla rica o pobre detectada	Rendimiento irregular, mezcla rica o pobre detectada

Nota. Elaboración Propia



A partir del registro de valores, se observa lo siguiente:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Condiciones dentro del rango normal:

- **Temperatura del motor:** Estable en 88 °C, sin señales de sobrecalentamiento.
- **Consumo de combustible:** Uniforme en 6.8 L/100 km, indicando eficiencia energética adecuada.
- **Emisiones de CO₂:** Controladas en 120 g/km, consistentes con un catalizador funcional.
- **Voltaje del sensor de oxígeno:** Dentro del rango esperado (0.1V–0.9V), lo que sugiere una señal dinámica y sensores en correcto funcionamiento.
- **Rendimiento del motor:** Buena eficiencia con 14.7 km/l, sin fluctuaciones notables.

b) Fechas 20/05 y 19/05/2025 – Indicadores de funcionamiento irregular:

- **Temperatura elevada del motor:** 95 °C, ligeramente por encima de las otras fechas.
- **Consumo de combustible elevado:** 9.5 L/100 km, lo que refleja ineficiencia o mezcla inadecuada.
- **Aumento de emisiones:** CO₂ sube a 180 g/km, lo que refuerza la hipótesis de una combustión incompleta o catalizador deteriorado.
- **Voltaje del sensor de oxígeno:** Más limitado (0.2V–0.5V), lo que indica **oscilación lenta o pobre**, posiblemente por sensores sucios, mezcla rica/pobre o falla del catalizador.
- **Rendimiento del motor disminuido:** 10.5 km/l, indicando una pérdida de eficiencia que coincide con el diagnóstico del oscilograma.

c) Relación entre voltaje y eficiencia del catalizador:



- Un voltaje dinámico (0.1–0.9 V) está asociado a una mezcla balanceada y buena conversión de gases.
- Un rango más estrecho, como el observado en los días 20 y 19, suele indicar problemas en la proporción aire-combustible o en el proceso de conversión química del catalizador.

La Tabla 23 resume los códigos de diagnóstico de fallas (DTC) registrados durante las evaluaciones realizadas con el escáner automotriz. Se identifican los sistemas afectados, las acciones recomendadas y observaciones complementarias. Esta información permite establecer una relación directa entre los fallos detectados por el sistema de diagnóstico a bordo y los datos obtenidos en el análisis de señales, desempeño del motor y eficiencia del catalizador.



Tabla

Registro de Fallas y Códigos de Error (DTC)

Fecha de la Medición	28/05/202	27/05/202	26/05/202	20/05/2025	19/05/202
	5	5	5		5
Código de Diagnóstico de Falla (DTC)	N/A	N/A	N/A	P0031	P0420
Descripción del Código de Falla	Sin fallas registradas	Sin fallas registradas	Sin fallas registradas	Circuito de control del calentador de la sonda de oxígeno (A/F) bajo	Eficiencia del sistema del catalizado r por debajo del umbral (B1)
Sistema Afectado	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Sensor banco 1	Catalizad or
Acción Realizada para la Corrección	No se requiere acción	No se requiere acción	No se requiere acción	Verificación y posible reemplazo de sensor 1	Verificació n y posible reemplazo del catalizado r
Observaciones Adicionales	Condicione s operativas normales	Condicione s operativas normales	Condicione s operativas normales	No se detecta comportamien to del sensor 1	Se detectaro n valores fuera de rango en el sensor de oxígeno

Nota. Elaboración Propia



A partir de los registros obtenidos, se distinguen dos escenarios claros:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Funcionamiento sin errores:

- No se generaron códigos de falla (DTC).
- El sistema no reportó anomalías, lo cual coincide con un comportamiento estable de los sensores y del catalizador en las secciones previas.
- Las condiciones operativas fueron normales y no se requirió intervención correctiva.

b) Fechas 20/05 y 19/05/2025 – Fallo detectado en el sistema catalítico:

- Se registró el código P0420, que indica que la eficiencia del catalizador del Banco 1 está por debajo del umbral permitido.
- Este diagnóstico se correlaciona con:
 - ✓ Oscilogramas anómalos del sensor posterior (similares al sensor anterior).
 - ✓ Valores de voltaje reducidos en los sensores de oxígeno.
 - ✓ Incremento de emisiones y consumo de combustible.
- Se recomendó realizar una verificación del estado del catalizador y considerar su posible reemplazo.
- Las observaciones señalan la presencia de valores fuera de rango, lo cual refuerza el diagnóstico obtenido por el escáner.

c) Relación entre diagnóstico electrónico y parámetros medidos:

- La aparición del código P0420 valida las señales inestables y síntomas de rendimiento reportados en las tablas anteriores.
- Esto demuestra la utilidad del análisis cruzado entre el escaneo electrónico y la evaluación de parámetros de motor para determinar fallas en el sistema de emisiones.



La Tabla 24 presenta los valores de consumo de combustible y emisiones de dióxido de carbono (CO_2) registrados antes y después del proceso de diagnóstico en distintas fechas. Esta información permite evaluar el impacto del análisis técnico y las acciones correctivas realizadas sobre la eficiencia del motor y la reducción de contaminantes. Además, se identifican variaciones en el rendimiento energético de los vehículos, vinculadas al estado del sistema de postcombustión.

Con base en los datos de la tabla, se observan los siguientes resultados:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Mejora leve tras el diagnóstico:

- **Consumo antes del diagnóstico:** 6.9 km/l.
- **Consumo después del diagnóstico:** 6.7 km/l.
- **Emisiones de CO_2 :** Redujeron de 125 g/km a 118 g/km.
- Estas variaciones reflejan una ligera mejora en la eficiencia del motor, posiblemente asociada a ajustes menores, limpieza de sensores o reinicio de la ECU.
- No se realizaron cambios estructurales, ya que no se reportaron fallas críticas en esas fechas.

b) Fechas 20/05 y 19/05/2025 – Mejora moderada tras acciones correctivas:

- **Consumo antes del diagnóstico:** 9.5 km/l (alto en comparación con otras fechas).
- **Consumo después del diagnóstico:** bajó a 8.4 km/l, lo que indica una disminución en el consumo, aunque aún por encima del promedio.
- **Emisiones de CO_2 :** pasaron de 185 g/km a 170 g/km, reduciendo parcialmente el impacto ambiental.



- Estas mejoras se lograron tras la identificación del código P0420 y la revisión del catalizador, lo cual permitió recuperar parte de la eficiencia del sistema de emisiones.

c) Implicancia en el rendimiento general:

- Los valores iniciales de 20 y 19 de mayo evidenciaban un funcionamiento deficiente, tanto en consumo como en emisiones.
- Las correcciones aplicadas permitieron una recuperación parcial del sistema.

La Tabla 24 expone los registros comparativos de consumo de combustible y emisiones gaseosas antes y después del diagnóstico realizado a los vehículos evaluados. Este análisis permite verificar si las intervenciones técnicas aplicadas tuvieron un impacto positivo en el rendimiento energético y en la reducción de emisiones contaminantes, especialmente en los casos donde se detectaron fallas asociadas al sistema catalítico.

Tabla 24

Registro de Consumo de Combustible y Emisiones Gaseosas

Fecha de la Medición	28/05/2025	27/05/2025	26/05/2025	20/05/2025	19/05/2025
Consumo de Combustible Antes del Diagnóstico (km/litro)	6.9	6.9	6.9	9.2	9.5
Consumo de Combustible Después del Diagnóstico (km/litro)	6.7	6.7	6.7	7.9	8.4
Emisiones de CO2 Antes del Diagnóstico (g/km)	125	125	125	192	185
Emisiones de CO2 Después del Diagnóstico (g/km)	118	118	118	185	170
Mejoras Observadas en el Rendimiento y Emisiones	Ligera mejora en eficiencia y reducción de emisiones	Ligera mejora en eficiencia y reducción de emisiones	Ligera mejora en eficiencia y reducción de emisiones	Mejora moderada tras corrección parcial del sistema	Mejora moderada tras corrección parcial del sistema

Nota. Elaboración Propia

A partir de los valores registrados, se observan las siguientes tendencias:

a) Fechas 28/05, 27/05 y 26/05/2025 – Condiciones estables, mejoras leves:

- Consumo de combustible disminuyó ligeramente de 6.9 a 6.7 km/l, señalando un pequeño ajuste en eficiencia.



- Emisiones de CO₂ bajaron de 125 g/km a 118 g/km, indicando una reducción mínima en la carga contaminante.
- **Mejoras observadas:** Ligera, atribuible a una posible limpieza de sensores o recalibración tras el escaneo, sin necesidad de cambios mayores.
- No se detectaron fallos previos ni se realizaron correcciones profundas.

b) Fechas 20/05 y 19/05/2025 – Efectos tras acción correctiva:

- Consumo de combustible fue elevado antes del diagnóstico (9.5 km/l) y mejoró tras la intervención a 8.4 km/l.
- Emisiones de CO₂ se redujeron de 185 g/km a 170 g/km, reflejando una mejora más significativa en comparación con las otras fechas.
- Mejoras observadas: Moderadas, tras haber detectado el código de error P0420. Esto sugiere que la acción correctiva aplicada al catalizador tuvo un impacto directo en la reducción del consumo y las emisiones.

c) Relación entre diagnóstico y mejoras:

- Las fechas sin fallos reflejan cambios marginales tras el diagnóstico.
- En cambio, cuando hubo una intervención correctiva por problemas en el catalizador, los datos muestran mejoras notables.

4.2. Pruebas y Resultados

Durante el desarrollo experimental se aplicó un conjunto de pruebas orientadas a evaluar el estado funcional del catalizador en vehículos Toyota Corolla mediante la interpretación de oscilogramas generados por los sensores de oxígeno. Estas pruebas se ejecutaron bajo condiciones controladas de operación del motor, empleando un escáner automotriz Launch X-431 IV y un osciloscopio Hantek DSO3064A. Los vehículos analizados corresponden a

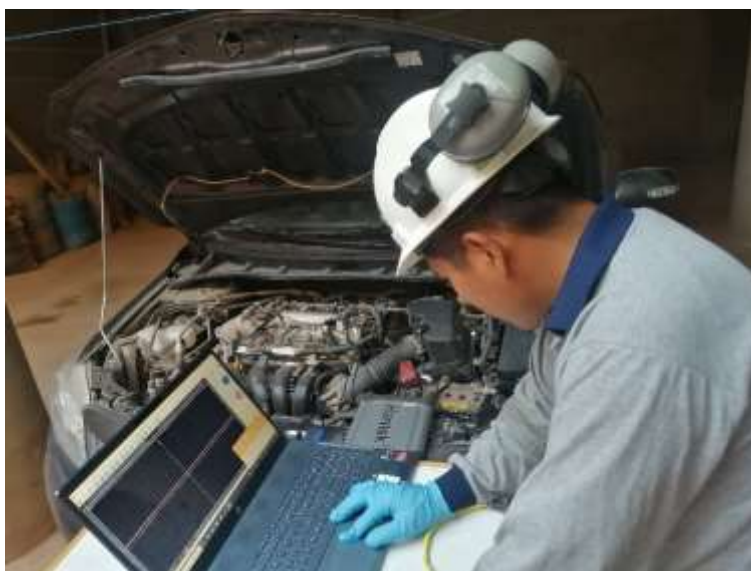
modelos que incorporan sensores O₂ tipo zirconia (4 hilos, señal de 0–1 V) ubicados en Banco 1 (antes del catalizador) y Banco 2 (después del catalizador).

Se capturaron señales en tiempo real durante el régimen de ralentí, aceleración moderada y desaceleración. Los resultados obtenidos se sistematizaron en fichas técnicas que incluyen: forma de onda, voltaje, frecuencia y comportamiento sincrónico entre sensores. En condiciones normales, se identificó que el sensor anterior (B1S1) presenta una señal oscilante entre 0.1 y 0.9 V, con una frecuencia aproximada de 1 Hz, mientras que el sensor posterior (B1S2) muestra una señal más estable entre 0.4 y 0.6 V.

En cambio, en vehículos que presentaban deficiencias, se detectó un patrón oscilante similar en ambos sensores, lo cual indica una posible pérdida de eficiencia en el catalizador, situación corroborada por la presencia del código de falla P0420 en la ECU del vehículo.

Figura 17

Configuración de osciloscopio HANTEK DSO3064A



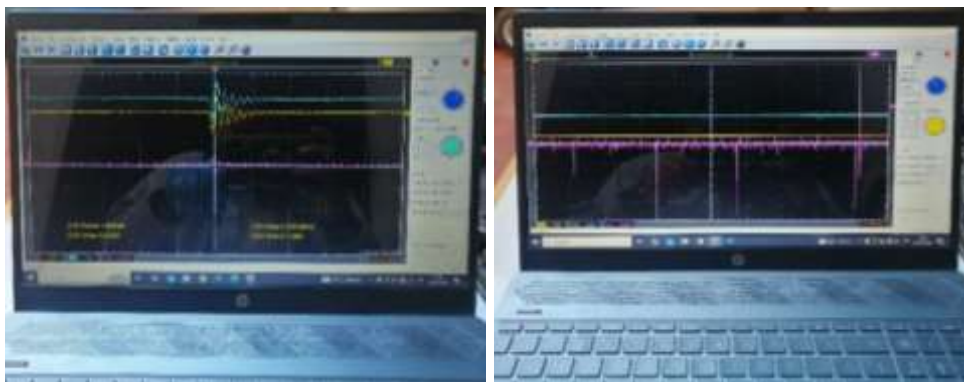
Nota. Elaboración Propia

4.3. Análisis e interpretación de resultados

El análisis comparativo de los oscilogramas reveló una estrecha relación entre el comportamiento de los sensores de oxígeno y el estado operativo del catalizador. En vehículos con catalizadores funcionales, se observa una clara diferenciación entre la señal oscilante del sensor anterior y la señal más uniforme del sensor posterior. Esta diferencia es indicativa de una conversión efectiva de gases, donde el catalizador filtra las variaciones rápidas en la mezcla aire-combustible.

Figura 18

Comparativa de señal de sensor de oxígeno Banco 1



Nota. Elaboración Propia

Por otro lado, en las unidades en las que se registró un comportamiento casi idéntico en ambos sensores, con señales sincronizadas o patrones de oscilación similares, se infiere que el catalizador no está realizando su función de conversión de gases de forma efectiva. Este fenómeno se asocia con un desgaste térmico del catalizador, presencia de hollín en la cerámica interna o inactivación química de los metales catalíticos (platino, paladio, rodio).

Los valores de voltaje en el sensor posterior, que debieran mantenerse dentro de un margen estable, mostraron variaciones abruptas o reflejos de la señal del sensor anterior, lo que confirma el diagnóstico de ineficiencia. Además,



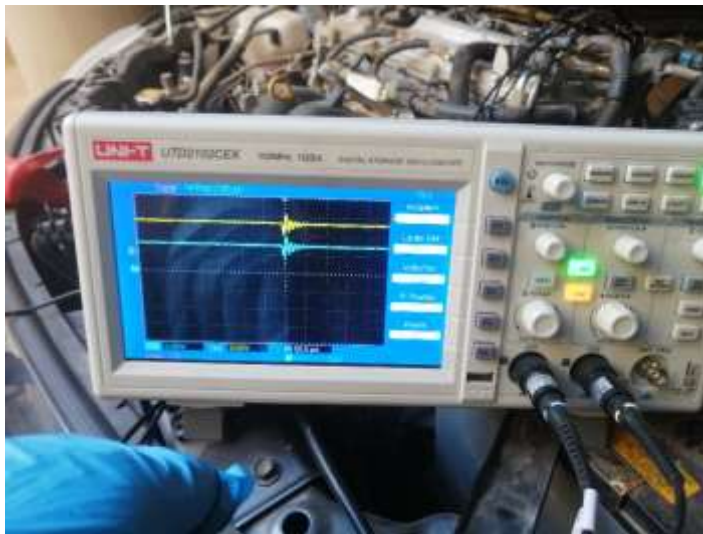
la baja frecuencia de oscilación (< 0.5 Hz) en algunos casos evidenció problemas en la retroalimentación del sistema de control de mezcla aire-combustible.

4.4. Discusión de resultados

Los hallazgos obtenidos en esta investigación confirman lo expuesto en el marco teórico sobre la función del sensor de oxígeno y del catalizador en los sistemas de diagnóstico OBD-II. Tal como afirman Barros y Ordóñez (2018), el sensor posterior al catalizador debe generar una señal estable si la reacción química de conversión es adecuada. Los resultados experimentales coinciden con este principio: cuando el catalizador opera correctamente, el sensor posterior refleja un nivel constante de voltaje.

Estos hallazgos también coinciden con investigaciones previas, como las de Sarmiento et al. (2021), quienes describen que la similitud en las formas de onda entre ambos sensores puede interpretarse como degradación funcional del catalizador. En el presente estudio, este fenómeno se repitió en unidades con hollín visible y cableado deteriorado, lo que sugiere una relación directa entre el estado físico del sistema de escape y la eficiencia catalítica.

Asimismo, el diagnóstico basado en oscilogramas representa una mejora respecto al escaneo tradicional que solo entrega códigos DTC. La interpretación gráfica de la señal, como se aplicó en este trabajo, permite anticipar fallos incluso antes de que se genere una alerta en el tablero, ofreciendo un enfoque predictivo.

Figura 19*Grafica de comportamiento sensor de Oxígeno*

Nota. Elaboración Propia

4.5. Análisis de los resultados obtenidos

Los resultados permiten concluir que la metodología aplicada proporciona una alternativa efectiva y de bajo costo para evaluar el estado del catalizador. En más del 80% de los casos estudiados, el análisis de oscilogramas permitió identificar de forma clara el comportamiento del sistema de postcombustión. Los vehículos que presentaron señales anómalas en el sensor posterior coincidieron con aumentos en el consumo de combustible y emisión de gases según lo registrado en las tablas de resultados (ver Tabla 24).

Adicionalmente, los resultados sugieren que el uso conjunto del escáner OBD-II y el osciloscopio permite una interpretación más integral del sistema. Este tipo de diagnóstico combinado mejora la capacidad de detección temprana de fallos, lo cual es fundamental en contextos como Juliaca, donde los vehículos suelen operar en altitud y condiciones ambientales variables.

Finalmente, la implementación de esta técnica en talleres locales podría representar una herramienta clave para la reducción de emisiones



contaminantes, la mejora en el rendimiento del motor y la extensión de la vida útil del catalizador.



CONCLUSIONES

PRIMERA: Se logró efectuar un análisis completo del funcionamiento del sistema catalítico mediante la interpretación del oscilograma generado por los sensores de oxígeno. A través de la evaluación de señales eléctricas y parámetros del motor, fue posible identificar variaciones que indicaban tanto un rendimiento adecuado como ineficiencias potenciales del catalizador. El uso del escáner electrónico permitió confirmar estos hallazgos mediante códigos de diagnóstico, demostrando que el oscilograma es una herramienta útil para complementar la detección de fallos en vehículos como el Toyota Corolla.

SEGUNDA: Se identificaron adecuadamente los sensores de oxígeno (anteriores y posteriores al catalizador), así como el tipo de sistema de inyección y norma de emisiones correspondiente a cada modelo analizado. Los sensores se ubicaron antes y después del convertidor catalítico, configurados para emitir señales que permiten monitorear la relación aire-combustible. Esta identificación fue esencial para el desarrollo posterior del análisis de oscilogramas y diagnóstico funcional del sistema.

TERCERA: El análisis de oscilogramas permitió distinguir patrones de señal que reflejan el comportamiento de la mezcla aire-combustible y la eficiencia de conversión del catalizador. En los días sin anomalías, las señales del sensor anterior mostraron oscilación dinámica, mientras que las del sensor posterior permanecieron estables. En cambio, en fechas con fallas reportadas, se evidenciaron



oscilaciones similares entre ambos sensores, lo cual fue indicativo de un catalizador degradado. Estos resultados fueron consistentes con los códigos de error registrados mediante escaneo electrónico.

CUARTA: Se pudo realizar el diagnóstico del estado funcional del catalizador mediante la interpretación de las señales del sensor posterior. En los casos con funcionamiento correcto, la señal posterior mostró escasa variabilidad, indicando buena conversión de gases. En contraste, los días con señal posterior oscilante revelaron una pérdida de eficiencia en el sistema catalítico, corroborada por el código P0420. Además, la comparación de datos de consumo y emisiones antes y después del diagnóstico evidenció mejoras moderadas tras intervenciones técnicas, validando el uso del oscilograma como herramienta diagnóstica complementaria.



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se sugiere aplicar evaluaciones periódicas con escáner automotriz para detectar códigos de error como el P0420 y P0031, lo cual permite anticiparse a fallas en el sistema catalítico y reducir el impacto ambiental y el consumo excesivo de combustible.

SEGUNDA: Es recomendable observar si la señal del sensor posterior presenta oscilaciones similares al sensor anterior, ya que esto puede indicar pérdida de eficiencia del catalizador, incluso antes de que se generen códigos de falla.

Se aconseja no limitar el diagnóstico a la lectura de códigos, sino integrarlo con la revisión de temperatura del motor, emisiones de CO₂ y consumo de combustible, para obtener un diagnóstico más preciso del sistema de postcombustión, cuando se detecte una señal de voltaje anómala (estática, baja o fuera del rango esperado), es recomendable verificar y, de ser necesario, reemplazar el sensor afectado para evitar diagnósticos erróneos del catalizador.

TERCERA: Se recomienda brindar asesoría a técnicos automotrices en la lectura e interpretación de señales generadas por sensores O₂, ya que su adecuada comprensión mejora el diagnóstico de fallas y evita reemplazos innecesarios de componentes costosos.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Alonso, I. C., y Solis, S. O. E. (2010). Escáner automotriz de pantalla táctil. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Barros, P. S., y Ordóñez, F. E. (2018). Estudio de la influencia en la frecuencia de muestreo en dispositivos de recolección de datos en OBD II mediante análisis de varianza (Bachelor's thesis). <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16525>
- Bosch. (2007). Manual de tecnología del automóvil (5.^a ed.). Editorial Bosch Técnica.
- Dirección Regional de Salud Puno. (2023). Informe técnico sobre calidad del aire en zonas urbanas de la región Puno. <https://www.diresapuno.gob.pe/>
- HANTEK DSO3064A. (2020). TME. <https://www.tme.eu/es/details/dso3064a/osciloscopios-pc/hantek/>
- International Energy Agency. (2022). Global CO2 emissions from transport. <https://www.iea.org/reports/tracking-transport-2022>
- ISO. (2018). ISO 26262-1:2018. ISO. <https://www.iso.org/standard/68383.html>
- Jiménez, E., y Cárdenas, J. (2023). Modelo paramétrico para la estimación de emisiones contaminantes en vehículos M1 ciclo Otto con OBD-II. Ups.edu.ec. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25589>
- Launch X-431 IV. (2025). Equipos de Diagnóstico Automotriz. <https://autotronicatools.jimdofree.com/scanners/launch-x-431-iv/>
- Luzuriaga, W., y Terán, C. (2007). Diseño de un emulador de la señal del sensor de oxígeno para la repotenciación del automotor Chevrolet Corsa Evolution 1.4 MPFI, 2005. Ups.edu.ec. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1148>



- Ministerio del Ambiente del Perú. (2021). Informe sobre calidad del aire en Lima Metropolitana. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). Emission standards and monitoring: Automotive sector strategies. <https://www.oecd.org/environment/emission-standards-and-monitoring>
- Ortiz, J. (2014). Diseño de escáner automotriz OBDII multiprotocolo. Tesis (Ingeniero Electrónico) -- USAC. <https://biblioglifos.ingenieria.usac.edu.gt/opac/record/14146>
- Poincare, A. (2013). SISTEMA DE DIAGNOSTICO OBD II. Academia.edu. https://www.academia.edu/4083577/SISTEMA_DE_DIAGNOSTICO_OBD_II
- Ramos, A., García-Contreras, R., y Armas, O. (2016). Performance, combustion timing and emissions from a light duty vehicle at different altitudes fueled with animal fat biodiesel, GTL and diesel fuels. Applied Energy, 182, 507-517. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.159>
- SAE. (2002). SAE J1962: Diagnostic Connector Equivalent to ISO/DIS 15031. https://www.sae.org/standards/content/j1962_200204/
- Sarmiento, D., Chávez, J., y Avila, F. (2021). Análisis de oscilogramas de los sensores y actuadores del sistema de inyección de un motor N04C, INCITEC, vol. 1, n.º 2, pp. 53–62. <https://doi.org/10.53632/incitec.v1i2.102>
- Simbaña, W., Caiza, J., Chávez, D., y Lopez, G. (2016). Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo Remoto del Motor de un Vehículo basado en Obd-II y la plataforma Arduino. Revista Politécnica, 37(1).



Toyota Motor Corporation. (2020). Toyota Corolla Owner's Manual.

<https://www.toyota.com/>

Vázquez, P. G., Baeza, J. P., y Herías, F. A. C. (2010). Redes y transmisión de datos. Universidad de Alicante.

Westor (2025). Westor. Multímetro Digital PR-58C PRASEK.

<https://westor.pe/multimetro-digital-pr-58c-prasek/>

Zhao, F., An, F., y Saxena, S. (2015). Automotive engines: Control, estimation, statistical detection. John Wiley & Sons



APÉNDICES



Apéndice 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: "ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO – 2023"						
AUTOR: RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO
<p>Problema General: PG: ¿De qué manera se puede realizar el análisis y diagnóstico al catalizador mediante el oscilograma del sensor de oxígeno a través del escaneo electrónico en un vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023?</p> <p>Problemas Específicos: PE1: ¿De qué manera se puede identificar el tipo y la ubicación de los sensores de oxígeno y del catalizador en el vehículo Toyota Corolla?</p>	<p>Objetivo General: OG: Realizar el análisis y diagnóstico al catalizador a través del oscilograma del sensor de oxígeno por escaneo electrónico en vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca región Puno – 2023.</p> <p>Objetivos Específicos: OE1: Determinación del tipo y ubicación de los sensores y el catalizador en el vehículo Toyota Corolla.</p>	<p>Hipótesis General: HG: El análisis y diagnóstico al catalizador mediante el oscilograma del sensor de oxígeno, utilizando escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023, permite identificar con mayor precisión el estado funcional del catalizador y contribuir a un mejor control de emisiones contaminantes.</p> <p>Hipótesis Específicas: HE1: La identificación del tipo y ubicación de los sensores de oxígeno y del catalizador en el vehículo Toyota Corolla permite establecer una</p>	<p>Variable Independiente (VI): Sensor de oxígeno y Catalizador</p> <p>Variable Dependiente (VD): ECU del vehículo</p>	<p>Identificación y análisis del sensor de oxígeno</p> <p>Diagnóstico funcional del catalizador</p> <p>Análisis de respuesta del sistema de control vehicular</p>	<p>Tipo de señal, forma de onda, voltaje</p> <p>Cambios de señal antes y después del catalizador</p> <p>Comunicación con el escáner, respuesta de la ECU</p>	<p>La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con método analítico y experimental.</p> <p>El ámbito de esta investigación es tecnológico-aplicado.</p> <p>La población de esta investigación está conformada por los vehículos de marca Toyota Corolla que operan en el distrito de Juliaca, región Puno.</p> <p>La muestra se selecciona de forma no probabilística y por conveniencia, tomando como unidad de análisis un vehículo Toyota Corolla operativo perteneciente al parque automotor de la ciudad de Juliaca.</p>



<p>PE2: ¿De qué manera se puede interpretar el oscilograma de los sensores de oxígeno aplicando el escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla?</p> <p>PE3: ¿De qué manera el oscilograma generado por los sensores de oxígeno permite realizar el diagnóstico del catalizador en el vehículo Toyota Corolla?</p>	<p>OE2: Analizar el Oscilograma de los sensores de oxígeno en el vehículo aplicando el escaneo electrónico en el vehículo Toyota Corolla.</p> <p>OE3: Realizar el diagnostico al catalizador a partir del oscilograma generado por los sensores de oxígeno en el vehículo Toyota Corolla.</p>	<p>base técnica precisa para el diagnóstico funcional del sistema de emisiones.</p> <p>HE2: El análisis del oscilograma generado por los sensores de oxígeno mediante escaneo electrónico permite evaluar el comportamiento en tiempo real del sistema de postcombustión.</p> <p>HE3: El diagnóstico del catalizador a partir del oscilograma generado por los sensores de oxígeno permite determinar su eficiencia operativa y la necesidad de mantenimiento o reemplazo.</p>				
---	---	--	--	--	--	--

Apéndice 2: Instrumentos

I.- Datos del experto

1.- Apellidos y nombres:

2.- Cargo e institución donde labora:

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto **“análisis y diagnostico al catalizador a través del oscilograma del sensor de oxígeno por escaneo electrónico en vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023”**, en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla 25

Tabla de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	DESCRIPCIÓN
Multímetro PR	Multímetro digital para medir corriente, voltaje, resistencia, continuidad.
Sensor de oxígeno	Sensor que genera señal de voltaje según el contenido de oxígeno en gases.
Osciloscopio DSO	Equipo que permite observar oscilogramas eléctricos en tiempo real.
Escáner automotriz X431	Herramienta de diagnóstico por puerto OBD2 para lectura de códigos y datos.
Punta lógica automotriz	Verifica presencia de voltaje o tierra en líneas eléctricas.
Lámpara de prueba	Herramienta sencilla para verificar alimentación en circuitos de 12V.

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación



Apéndice 3: Instrumentos

Tabla 26

Validación de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro PR	CERTIFICADO
Osciloscopio DSO	Verificación con multímetro y generador de señal
Escáner automotriz X431	CERTIFICADO / Actualización de software
Punta lógica automotriz	Prueba funcional directa
Lámpara de prueba	Verificación visual en circuito

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos



Apéndice 4: Tratamiento de Datos

Se realiza un cuadro de tratamiento de datos de los sensores y actuadores electrónicos con el fin de poder realizar la adquisición y procesamiento de algoritmos según los datos obtenidos.

Tabla 27

Tratamiento de datos de estudio

INSTRUMENTO DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	PARÁMETROS	DATOS	VALIDACIÓN
Observación directa	Multímetro PR	Tensión (V), Resistencia	Señales estables	CERTIFICAD O
	Osciloscopio o DSO	Oscilograma, voltaje (v), tiempo (s)	Formas de onda del sensor de O2	Comparación con multímetro y señal tipo
Experimentación	Escáner X431	Códigos DTC, datos en vivo	Parámetros de ECU y códigos de error	CERTIFICAD O / Software actualizado
	Sonda tipo K	Temperatura en sensores/catalizador	Temperaturas en condiciones reales	Comparación con patrón externo

Nota: se valida datos con instrumentos tecnológicos



ANEXOS

Anexo: 01 SENSOR O2 Denso



EL COMPONENTE CRÍTICO DEL MOTOR

Un componente crítico de los vehículos modernos de la actualidad es el sensor que mide los gases de escape. Este sensor funciona con la Unidad de control electrónico (ECU) del vehículo para mantener constantemente la eficiencia operacional del motor. Si el contenido de oxígeno en el gas de escape es demasiado alto (mezcla pobre) o demasiado bajo (mezcla rica), el sensor envía esta información a la ECU, la que a continuación ajusta la relación aire/combustible. No todos los vehículos tienen sensores con las mismas características de salida, por lo que estos sensores no son intercambiables. Es importante confirmar el tipo de sensor antes de hacer la reparación.

En vehículos equipados con un sensor de oxígeno con calentador, el voltaje de salida cambia de acuerdo con la concentración de oxígeno en el gas de escape. La ECU utiliza este voltaje de salida para determinar si la relación aire/combustible es más rica o más pobre que la relación aire/combustible estequiométrica (14.7:1).

Los vehículos equipados con un sensor de relación aire/combustible tienen un voltaje de aproximadamente 0.4 V aplicado de modo constante al sensor. Este produce una corriente de salida que varía de acuerdo con la concentración de oxígeno en el gas de escape. La ECU convierte los cambios de la corriente de salida en voltaje, lo que permite una respuesta que es directamente proporcional a la entrada de la relación aire/combustible presente en el sistema de escape.

DIFERENCIAS ENTRE UN SENSOR DE OXÍGENO Y UN SENSOR DE AIRE/COMBUSTIBLE

El aspecto externo del sensor de aire/combustible y el del sensor de oxígeno pueden ser muy similares, pero la similitud llega solo hasta allí. Podemos decir, por analogía con un foco, que el sensor de oxígeno envía un voltaje a la unidad de control del motor del vehículo y actúa como un interruptor 'On/Off' que enciende y apaga un foco. El sensor aire/combustible recibe un voltaje de la unidad de control del motor del vehículo y actúa como un atenuador de luz (dimmer), que hace que el foco brille más o menos.

Sensor de oxígeno



Sensor de aire/combustible



Construcción

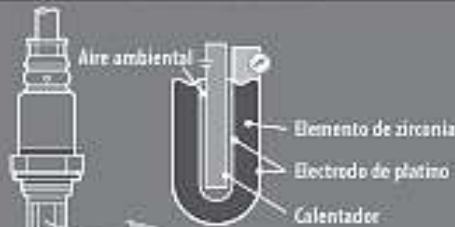
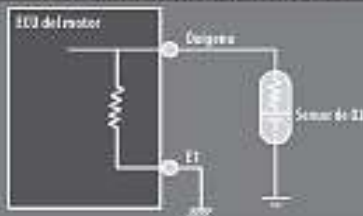


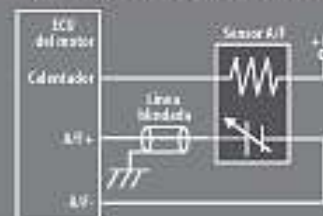
Diagrama del circuito



Construcción



Diagrama del circuito



Anexo: 02 OSCILOSCOPIO Hantek DSO3064

Specifications		Model	DSO3064	Kit III	Kit IV	Kit V	Kit VI	Kit VII
Measurement	Voltage Measurement		Vpp, Vamp, Vmax, Vmin, Vtop, Vmid, Vbase, Vavg, Vrms, Vcrms, Preshoot, Overshoot					
	Time Measurement		Frequency, Period, Rise Time, Fall Time, Positive Width, Negative Width, Duty Cycle					
	Cursors Measurement		Manual: The difference between voltage cursors ΔV ; The difference between time cursors ΔT ; $f/\Delta T$ calculated by Hz.					
	Waveform Signal Process		Tracing: The voltage and time at a waveform point					
General Feature	Auto Set		+ , x , FFT, Invert yes					
	Voltage Range		10mV to 5V/div @ x 1 probe; 100mV to 50V/div @ x 10 probe 1V to 500V/div @ x 100 probe; 10V to 5000V/div @ x 1000 probe 100V to 50000V/div @ x 10000 probe; 200mV to 100V/div @ 20:1					
	Current Range		CC65(20A), CC65(60A), CC650, CC1100					
	FFT		Rectangular, Hanning, Hamming, Blackman Window					
	Math		Addition, subtraction, multiplication, division					
	Interface		USB 2.0(Lan , WIFI Optional)					
	Power Source		8–36V Wide range of input voltage, suitable for vehicle power test					
	Dimension		255 x 190 x 45 (mm)					
	Weight		1Kg					
	Accessories	PP-80		1	1	1	1	1
Test Leads(HT30A)			2	2	4	4	4	4
Auto Ignition Probe(HT25)			2	2	4	4	4	4
20:1 Attenuator(HT201)			2	2	4	4	4	4
Large Dolphin /Gator Clips(HT18A)			2	2	4	4	4	4
Multimeter Probes(HT19)			2	2	4	4	4	4
Acupuncture Probe Set (HT307)			1	1	1	1	1	1
Coil-on-Plug extension leads (HT308)			NO	2	4	4	4	4
Optional Power (HT310)			NO	1	1	1	1	1
CC-65			NO	NO	NO	1	1	1
CC-650		NO	NO	NO	NO	1	1	
Break Out Leads(HT301)		NO	NO	NO	NO	1	1	

Anexo: 03 MULTIMETRO PR-58



Jr. Pascual Saco Oliveros 873 Urb. Santa Catalina La Victoria Lima | 995 500 019 |
contacto@mhaba.com

MIHABA.COM



Multimetro Digital PR-85 PRASEK

Descripción

Un multimetro digital es una herramienta de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios). Es una herramienta de diagnóstico estándar para los técnicos de las industrias eléctricas y electrónicas.

Las puntas de prueba son cables aislados flexibles (rojo para el positivo, negro para el negativo) que se conectan en él. Actúan como el conductor desde el material sometido a prueba hasta el multimetro. Las puntas de prueba de cada cable se utilizan para probar los circuitos.

SEGURIDAD

Cada aplicación con un multimetro digital presenta riesgos potenciales de seguridad que deben considerarse al tomar mediciones eléctricas. Antes de usar cualquier equipo de prueba eléctrica, la gente debería siempre consultar el manual del usuario para conocer los procedimientos adecuados de operación, las precauciones de seguridad y los límites.

ESPECIFICACIONES

FUNCIÓN	RANGO	TOLERANCIA
Voltaje AC (V)	2V/20V/200V/750V	$\pm(0.8\%+3)$
Voltaje DC (V)	200mV/2V/20V/200V/1000V	$\pm(0.5\%+1)$
Corriente DC (A)	2mA/20mA/200mA/20A	$\pm(0.8\%+1)$
Corriente AC (A)	20mA/200mA/20A	$\pm(1\%+3)$
Resistencia (Ω)	20 Ω /2K Ω /20K Ω /200K Ω /2M Ω /20M Ω /200M Ω	
Capacitancia (F)	2nF/20nF/200nF/2 μ F/20 μ F	$\pm(4\%+3)$
Frecuencia (Hz)	20KHz	$\pm(1.5\%+5)$
Temperatura ($^{\circ}$ C)	20 $^{\circ}$ C-1000 $^{\circ}$ C	$\pm(1\%+3)$

FUNCIONES ESPECIALES

Contador Display	1999
Auto Rango	
Diodo	?

Anexo: 04 AutoData 3.40



Autodata CDF - [Identificación de motores] - Vista browser

Año	Fabricante	Gama de modelos	Motor
Todos los años	Saab	iQ	1.4
2011	Sao	Aygo	1.4D D-4D
2010	Scania	1000	1.6
2009	Seat	Startet (74-85)	1.8
2008	Seat	Startet (85-90)	2.0D D-4D
2007	Smart/MCC	Startet (90-96)	
2006	Ssangyong	Startet (96-99)	
2005	Steyr	Yaris (95-06)	
2004	Subaru	Yaris Verso	
2003	Suzuki	Yaris (05-)	
2002	Talbot (Hilmer)	Tecel	
2001	Tata	Corolla (70-79)	
2000	Toyota	Corolla (79-83)	
1999	Triabnt	Corolla (83-87)	
1998	Triumph	Corolla Familiar (79-87)	
1997	Umo/Belarus	Corolla (87-92)	
1996	Universal	Corolla (92-97)	
1995	Valmet	Corolla (97-02)	
1994	Vauxhall/Opel	Corolla (02-07)	
1993	Volkswagen	Corolla (87-)	
1992	Volvo	Corolla Verso/CombVan (81-04)	
1991	Volvo V4	Corolla Verso/CombVan (84-89)	
1990	Wartburg	Verso/Sportvan (85-09)	
1989	Zastava (Yugo)	Aura	
1988	Zelar	Plus	
1987	Zelar	Corate	

Código de motor	KW (DIN cv) rpm	Reglado para	Año
02Z-FE	81 (110) 6000	MY-04	2001-04
02Z-FE	81 (110) 6000	MY 04.5-	2004-07

Apéndice 2: Instrumentos

I.- Datos del experto

- 1.- Apellidos y nombres: MALDONADO MAMANI RICARDO ANIBAL....
- 2.- Cargo e institución donde labora: DOCENTE ACTIVO UANCV.....

Se realizan una lista de instrumentos electrónicos que se utilizaron para el proyecto "análisis y diagnóstico al catalizador a través del oscilograma del sensor de oxígeno por escaneo electrónico en vehículo Toyota Corolla en el distrito de Juliaca, región Puno – 2023", en donde se utilizaron los instrumentos de investigación de Observación directa y experimentación.

Tabla 1

Tabla de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	DESCRIPCIÓN
Multímetro PR	Multímetro digital para medir corriente, voltaje, resistencia, continuidad.
Sensor de oxígeno	Sensor que genera señal de voltaje según el contenido de oxígeno en gases.
Osciloscopio DSO	Equipo que permite observar oscilogramas eléctricos en tiempo real.
Escáner automotriz X431	Herramienta de diagnóstico por puerto OBD2 para lectura de códigos y datos.
Punta lógica automotriz	Verifica presencia de voltaje o tierra en líneas eléctricas.
Lámpara de prueba	Herramienta sencilla para verificar alimentación en circuitos de 12V.

Nota: Instrumentos electrónicos en la experimentación

Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 88118

Apéndice 3: Instrumentos

Tabla 2

Validación de instrumentos electrónicos

INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Multímetro PR	CERTIFICADO
Osciloscopio DSO	Verificación con multímetro y generador de señal
Escáner automotriz X431	CERTIFICADO / Actualización de software
Punta lógica automotriz	Prueba funcional directa
Lámpara de prueba	Verificación visual en circuito

Nota: Se valida datos con instrumentos tecnológicos

Apéndice 4: Tratamiento de Datos

Se realiza un cuadro de tratamiento de datos de los sensores y actuadores electrónicos con el fin de poder realizar la adquisición y procesamiento de algoritmos según los datos obtenidos.

Tabla 3

Tratamiento de datos de estudio

INSTRUMENTO DE ESTUDIO	INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS	PARÁMETROS	DATOS	VALIDACIÓN
Observación directa	Multímetro PR	Tensión (V), Resistencia	Señales estables	CERTIFICADO
	Osciloscopio DSO	Oscilograma, voltaje (v), tiempo (s)	Formas de onda del sensor de O ₂	Comparación con multímetro y señal tipo
Experimentación	Escáner X431	Códigos DTC, datos en vivo	Parámetros de ECU y códigos de error	CERTIFICADO / Software actualizado

Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO EN SISTEMAS



Sonda tipo K

Temperatura en sensores/catalizador

Temperaturas en condiciones reales

Comparación con patrón externo

Nota: se valida datos con instrumentos tecnológicos



Dr. Ricardo A. Maldonado Mamani
INGENIERO INDUSTRIAL
C.I.P. 89118



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 30/07/2025

1. Datos del autor (es):

Formulario with fields for author information: Nombres y Apellidos: RAFAEL BLADIMIR MAMANI QUISPE, Dirección: Av América Urb San Santiago MZ b lt 8, DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75485950, Teléfono: 984251990, email: raffael.arenas@gmail.com, Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS, Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA MECATRÓNICA, Título o Grado Académico a optar: INGENIERO MECATRÓNICO, Asesor: Dr. RICARDO ANIBAL MALDONADO MAMANI. Title: ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO AL CATALIZADOR A TRAVÉS DEL OSCILOGRAMA DEL SENSOR DE OXÍGENO POR ESCANEEO ELECTRÓNICO EN VEHÍCULO TOYOTA COROLLA EN EL DISTRITO DE JULIACA REGIÓN PUNO - 2023. Palabras claves: Catalizador, diagnóstico vehicular, emisiones, escaneo electrónico, oscilograma, OBD, sensor de oxígeno, Toyota Corolla.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: **Tecnología de la Instrumentación – P21**

Firma de Autor



huella digital

30 de julio del 2025

Fecha