

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL



PROPUESTA DESDE LA GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL MEJORAMIENTO
DE LOS TIEMPOS DE ENTREGA DE LOS PROYECTOS DE EVALUACIÓN DE
REFLECTIVIDAD HORIZONTAL Y LEVANTAMIENTO DE DAÑOS EN LAS
CONCESIONES VIALES EJECUTADOS POR LA EMPRESA AIM INGENIEROS S.A.S. EN
COLOMBIA.

Juan Daniel Betancur Gil

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Septiembre 05, 2024

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PROPUESTA DESDE LA GESTIÓN DE PROYECTOS PARA EL MEJORAMIENTO DE
LOS TIEMPOS DE ENTREGA DE LOS PROYECTOS DE EVALUACIÓN DE
REFLECTIVIDAD HORIZONTAL Y LEVANTAMIENTO DE DAÑOS EN LAS
CONCESIONES VIALES EJECUTADOS POR LA EMPRESA AIM INGENIEROS S.A.S. EN
COLOMBIA.

Juan Daniel Betancur Gil

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor
Sergio Andrés Zabala Vargas
Ingeniero, Especialista, Magíster y Doctor

Corporación Universitaria Minuto de Dios
Rectoría Virtual
Programa Especialización en Gerencia de Proyectos
Septiembre 05, 2024

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

CONTENIDO

CONTENIDO	3
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción del problema	17
1.2. La pregunta de investigación	23
1.3. Los objetivos de investigación	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. Justificación de la investigación	24
2. MARCO DE REFERENCIA	28
2.1. Marco de antecedentes	28
2.2. Marco teórico	32

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

2.3. Marco normativo	35
3. METODOLOGÍA	37
3.1. Enfoque y alcance de la investigación	37
3.2. Población y muestra	38
3.2.1. Definición de la población	38
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra	39
3.3. Instrumento(s)	40
3.4. Descripción de procedimientos	49
3.5. Análisis de información	51
3.6. Consideraciones éticas	53
3.6.1. Análisis de consideraciones éticas	53
3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización	53
4. HIPÓTESIS	56
4.1. Las variables	56
4.1.1. Variable(s) independiente(s)	56
4.1.2. Variable(s) dependiente(s)	56
4.2. Planteamiento de hipótesis	56
5. RESULTADOS	58
5.1. Resultados y análisis de la encuesta	58
5.2. Recomendaciones	75

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

5.3. Discusión.....	77
6. CONCLUSIONES.....	81
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.....	92

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Marco normativo para vías concesionadas.....	35
Tabla 2	Consolidado de los resultados de las encuestas realizadas.....	59
Tabla 3	Empleados encuestados que laboran en empresas que poseen equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.....	60
Tabla 4	Ventajas al realizar proyectos con equipos de alto rendimiento para la medición de indicadores.....	61
Tabla 5	Desventajas al realizar proyectos con equipos de alto rendimiento para la medición de indicadores.....	62
Tabla 6	Factores o causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de medición de indicadores empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando.....	64
Tabla 7	Tiempo desde que le empezaron a exigir el uso de equipos de alto rendimiento reemplazando las cuadrillas de personal caminando para medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños a la empresa donde labora.....	70
Tabla 8	Consideración y motivo sobre si el personal operativo de campo (operador y conductor) está conforme con el cambio de metodología hacia equipos de alto rendimiento.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Cálculo del tamaño de muestra.	40
Figura 2	Empleados que preferirían realizar la medición con metodología tradicional empleando cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición, en vez de usar equipos de alto rendimiento.	63
Figura 3	Proporción de empresas donde laboran los empleados que tienen considerado invertir en equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños.	65
Figura 4	Tipo de equipo de alto rendimiento para medición de reflectividad horizontal en el que la empresa donde labora realizó o considera realizar la inversión.	66
Figura 5	Tipo de equipo de alto rendimiento para para levantamiento de daños en el que la empresa donde labora realizó o considera realizar la inversión.	67
Figura 6	Monto aproximado de la inversión realizada o considerada por la empresa donde labora en alguno de los dos equipos del alto rendimiento.	68
Figura 7	Postura de los empleados respecto a que cada vez más se exija desde los pliegos el uso de equipos de alto rendimiento salvaguardando la seguridad del personal expuesto al riesgo vial.	69
Figura 8	Consideración sobre si es rentable invertir en la compra de equipos de alto rendimiento para auscultación vial considerando los precios que se pagan en el mercado por las mediciones de indicadores.	71
Figura 9	Cantidad de proyectos que la empresa donde labora ha perdido o no ha podido presentar licitación o cotización debido a que no cuenta con disponibilidad para llevar a cabo la medición de reflectividad horizontal o levantamiento de daños con equipo de alto rendimiento.	72

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

Figura 10 Empleados que consideran que en un futuro cercano (panorama menor a 5 años) debido a las exigencias SST quedará por completo obsoleta la metodología tradicional para medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en vías con considerable tráfico.74

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

LISTA DE ANEXOS

DATOS OBTENIDOS EN LA ENCUESTA REALIZADA.

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

RESUMEN

En el presente trabajo se presentan las causas o los factores que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños cuando se emplea la metodología tradicional de cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición, problema que se presenta en diversas empresas que ejecutan proyectos de auscultación vial en las concesiones viales de Colombia, por lo que se presenta como recopilación de antecedentes investigaciones relacionadas con diversos equipos de alta tecnología para el levantamiento de daños, así como propuestas para la implementación y uso de inteligencia artificial en el procesamiento de la información recopilada por los equipos que actualmente existen en el mercado. Como metodología empleada para la presente investigación cuantitativa, se realizó una encuesta a empleados que trabajan en empresas que prestan el servicio de ejecución de proyectos de auscultación vial dentro del territorio colombiano independientemente de la metodología que utilicen (tradicional o equipos de alto rendimiento), obteniendo como uno de los resultados a partir de un análisis estadístico, la identificación de las metodologías y/o tecnologías que existen en el área de auscultación vial actualmente en Colombia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos, a partir de las cuales se realizan propuestas sobre la adquisición de equipos tanto para evaluación de reflectividad horizontal como para levantamiento de daños, tales como son el retrorreflectómetro continuo 15/30 que mide una línea por recorrido y el equipo multi funcional MFV equipado con un sistema LCMS respectivamente, propuesta fundamentada no solo en que la incorporación de equipos y nuevas tecnologías en los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños permitiría mejorar los tiempos de entrega de los proyectos (gestión del cronograma) ejecutados para las concesiones viales, sino también considerando que los nuevos pliegos de condiciones

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

para licitaciones o contratación han venido siendo actualizados incluyendo la exigencia del uso de este tipo de equipos en pro de mejorar los tiempos de entrega y reducir riesgos para el personal de campo que levanta la información en las vías concesionadas del país.

Palabras clave: concesión vial, auscultación vial, levantamiento de daños, reflectividad horizontal, indicadores viales.

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

ABSTRACT

This work explores the factors that contribute to increased delivery times for pavement marking retroreflectivity testing and damage measurement projects when using the traditional method of personnel crews walking the roads with measuring equipment. This challenge is prevalent among companies conducting road auscultation projects within Colombian road concessions. As a result, this work compiles background research on various advanced equipment and technologies for damage measurement. It also emphasizes previous suggestions for implementation of artificial intelligence to analyze data collected by commercially available equipment. For this quantitative research, a survey was conducted with employees from companies that execute road auscultation projects within Colombia, regardless of whether they use traditional methods or high-performance equipment. The statistical analysis revealed the current methodologies and technologies used in road auscultation in Colombia to improve project delivery times. Based on these findings, recommendations are provided for acquiring equipment for pavement marking retroreflectivity testing and damage measurement; e.g., the mobile retroreflectometer, which measures one pavement marking per run, and the MFV multi-functional equipment with an LCMS system. The proposal is grounded in the belief that incorporating this equipment and new technologies into pavement marking retroreflectivity testing and damage measurement projects would improve project delivery times (schedule management) for road concessions. Additionally, it takes into account that updated tender and contracting specifications now require the use of such equipment to improve delivery times and reduce risks for road crew collecting data on road concessions throughout the country.

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA
EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

*Keywords: road concession, road auscultation, damage measurement, pavement marking
retroreflectivity, road performance indicators.*

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se desarrolla en el sector de la auscultación vial en Colombia, sobre el cual Pérez en el año 2020 señala que consiste en “una herramienta fundamental para la gestión de la infraestructura carretera en su etapa de construcción y en la fase de operación; ya que permite obtener información relevante sobre el estado y condición de sus parámetros superficiales y parámetros estructurales”, es decir, dado que es un área en la que se realizan proyectos de evaluación de indicadores para las vías concesionadas, el presente se enfoca en el problema que se está presentando en la empresa AIM Ingenieros S.A.S. ya que la metodología tradicional de emplear cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición posee un muy bajo rendimiento diario en campo lo que se traduce en que los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños sean muy elevados, problema que genera como pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de proponer, desde la gestión de proyectos, una estrategia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia?

Como contexto sobre reflectividad horizontal, Ingevia en el año 2024 señala que consiste en “la cantidad de luz que la demarcación horizontal refleja de vuelta a los conductores de los vehículos, lo que ayuda a mejorar la seguridad en la carretera. Se mide mediante un instrumento conocido como retroreflectómetro, que proyecta una luz en la línea y mide la cantidad de luz que se refleja de vuelta a través de un receptor”.

A raíz de dicha pregunta de investigación, se plantea como objetivo general proponer una estrategia basada en la gestión de proyectos, que permita mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia, se presenta la justificación de la investigación y dentro del marco de referencia, se describen por lo menos 10 investigaciones entre las que se destacan las desarrolladas por Tello-C., L., et al (2021) sobre la evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales, para el Instituto Tecnológico Metropolitano, y por Reyes-O., O. et al (2019) sobre técnicas de inteligencia artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimentos, para la Escuela de Ingeniería de Antioquia, adicionalmente tal y como se describirá en el marco teórico, esta investigación se basa en la teoría neoclásica de la administración del autor Peter F. Drucker en 1953 y se presentará la definición detallada de 5 conceptos clave para la investigación, mientras que en el marco normativo se presentan las distintas leyes que rigen los contratos de concesión, contrato que corresponde a una asociación público-privada, así como las especificaciones y apéndice a partir de las cuales se garantiza una adecuada construcción y operación de la concesión.

Dentro de la metodología se aborda de manera general la forma en que se desarrolla la investigación, se describe que el enfoque de la investigación es cuantitativo, se define la población y muestra, se presenta el instrumento para recolección de información que en este caso consiste en una encuesta complementada con la consulta de información, describiendo los procedimientos con los que se aplicarán los instrumentos de recolección de información, así como los métodos y herramientas de análisis de la información recopilada tales como Microsoft

Excel y codificación tanto por código como por colores, finalizando con las consideraciones éticas

Posteriormente se presenta la hipótesis de la investigación, la cual consiste en una afirmación relacionada a que emplear el uso de equipos de alta tecnología permitirá mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de medición, indicando las variables tanto independientes como dependientes para desarrollar la investigación.

Se presenta el capítulo con los resultados, donde inicialmente se reporta para cada pregunta de la encuesta, que tenga relevancia para la investigación, los resultados obtenidos de una manera clara por medio de tablas o gráficas, interpretando cada uno de estos en un párrafo. Se continúa con las recomendaciones tanto para el sector de la auscultación vial, como para la comunidad académica que desee realizar una investigación similar, finalizando con la discusión, numeral en el que se coteja lo encontrado en la presente investigación versus las afirmaciones de otros autores recopiladas durante la construcción del marco de referencia.

Finalmente se sintetiza el trabajo con una serie de conclusiones enfocadas principalmente en cada objetivo específico planteado, determinadas a partir de la información obtenida en los resultados de la investigación y las limitaciones evidenciadas durante la misma. Se cierra con las debidas referencias relacionando autor, año, documento, páginas y URL de donde se obtuvo cada información utilizada en la elaboración del documento.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Dentro de los proyectos de infraestructura vial, los más importantes corresponden a las concesiones viales, o en el caso de países como España, las denominadas sociedades concesionarias de autopistas, que por lo general corresponden a cierto número de vías ubicadas en la misma región que son construidas o rehabilitadas por el concesionario (grupo de empresas privadas), vías que deben ser mantenidas durante el periodo del contrato con ciertos estándares de calidad con el fin de garantizar una óptima circulación vehicular.

Estos estándares de calidad corresponden a los indicadores, los cuales en el caso de España se empezaron a exigir antes del año 2003 otorgando al concesionario “un beneficio en caso de que se cumplieran los criterios de calidad y gestión a lo largo de la concesión, como la posibilidad de extensión por uno o hasta cuatro años el contrato” (Delgado, p. 3), mientras que en el caso de Colombia, están definidos contractualmente por el apéndice 4 de los contratos de concesión, donde se indica la forma de medición, periodicidad y criterios de aceptación o rechazo.

Entre todos los indicadores que debe cumplir el concesionario, los más importantes puesto que se trata de una obra de infraestructura vial, son los indicadores asociados a la estructura de pavimento, los cuales miden en términos generales la funcionalidad de la vía tanto en confort como en seguridad vial y capacidad estructural, por ejemplo, en los contratos de concesión de un país como Perú, con base en el CONTRATO DE CONCESIÓN DEL PROYECTO VÍAS NUEVAS DE LIMA (2012) se establecen claramente dentro de los parámetros de condición y

serviciabilidad exigibles para las obras y conservación vial, el cumplimiento de índices para la calzada, puentes, señalización horizontal y vertical, así como para elementos de seguridad vial.

Estos indicadores de pavimentos deben ser medidos directamente en la vía y por lo general sobre la superficie de rodadura, situación que para las primeras generaciones de concesión obligaba a realizar las mediciones de todos los indicadores empleando cuadrillas de personal que caminaban todas las vías con equipos de medición recopilando información a un rendimiento aproximado de 10 km diarios, por lo que considerando que las concesiones viales comprenden tramos que suman hasta 300 km, implicaba una gran cantidad de días del personal expuesto a la intemperie, al sol, al riesgo de tener circulación vehicular por el carril adyacente, así como un incremento en los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación vial puesto que las actividades en campo caminando demandan mucho tiempo.

Con el avance de la tecnología, a nivel mundial se han creado equipos de auscultación vial para realizar mediciones de manera continua operados desde una camioneta o vehículo acondicionado, lo cual permite no solo mayor seguridad para el personal sino también reducir los tiempos en campo y de entrega de los proyectos para concesiones viales. En campo este tipo de equipos se puede operar a velocidad de circulación de los demás usuarios o a velocidades de aproximadamente 50-60 km/h, lo cual permite evaluar gran cantidad de kilómetros por día teniendo en cuenta que se debe evaluar cada carril individualmente, lo que implicaría realizar varias mediciones del mismo tramo para abarcar todos los carriles, situación que se traduce en que la información de campo es levantada en menor cantidad de días, permitiendo esto entregarle al personal de ingeniería en la oficina las mediciones para su procesamiento y análisis mucho más rápido que con la metodología tradicional, por lo que considerando que el tiempo en oficina

es igual independientemente de qué metodología se emplee en campo, es posible mejorar los tiempos de entrega de los proyectos al cliente final mucho más rápido en caso tal de emplear equipos de medición continua.

Con base en el CONTRATO DE CONCESIÓN DEL PROYECTO VÍAS NUEVAS DE LIMA (2012) mencionado previamente, en este se indica dentro del numeral “vi. Tecnología de las Mediciones” que “El CONCESIONARIO podrá realizar mediciones periódicas de ahuellamiento, rugosidad y deflectometría con diferentes equipos desde que las mediciones sean ejecutadas de conformidad con los métodos internacionalmente aceptables”, referenciando los equipos de alto rendimiento con los que avala realizar las mediciones, los cuales en este caso corresponden a equipos para medición de los indicadores ahuellamiento, rugosidad y deflexión, es decir que para los demás indicadores el procedimiento de evaluación avalado por el contrato corresponde a mediciones por medio de cuadrillas de personal.

Como panorama a nivel nacional, en los contratos de concesión de primera generación, como el proyecto de infraestructura de primera generación (1G) “Desarrollo Vial de Norte de Bogotá – DEVINORTE”, Contrato de Concesión No. 664 de 1994, se indica que la medición de indicadores se realiza conforme al procedimiento para determinar el Índice de Estado de un pavimento en concreto asfáltico, en el que se plantean metodologías manuales para llevar a cabo la medición de los pocos indicadores exigidos al concesionario en dicha época.

Con el transcurso de los años, se fueron actualizando contratos a segunda, tercera y cuarta generación (1G, 2G, 3G y 4G), en los que se fueron incluyendo conforme avanzaba la tecnología a nivel mundial y nacional, la posibilidad de emplear equipos de alto rendimiento en la medición de algunos indicadores tales como IRI, Textura, Ahuellamiento y Coeficiente de rozamiento

transversal, y desde el año 2023, se han actualizado los pliegos de las concesiones de primeras generaciones por parte de la entidad contratante, en este caso, la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, con el fin de que las empresas a quienes se les adjudique los nuevos contratos de interventoría que inician a partir del 2024, deban realizar las mediciones de todos los indicadores con equipos de auscultación continua lo que permite mejorar tanto la seguridad del personal de campo, como los tiempos de entrega de los proyectos por parte de los proveedores de auscultación vial.

Un ejemplo de lo mencionado se puede apreciar en el ANEXO TÉCNICO 4 HOJA DE DATOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE CARGAS DE TRABAJO - INTERVENTORÍA INTEGRAL QUE INCLUYE, PERO NO SE LIMITA A: LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, CONTABLE, JURÍDICA, SOCIAL, PREDIAL, JURÍDICO PREDIAL, AMBIENTAL, ADMINISTRATIVA, DE SEGUROS, RIESGOS, OPERATIVA, MANTENIMIENTO, ADMINISTRATIVA DE AFORO Y RECAUDO Y DE GESTIÓN DE CALIDAD AL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 113 DE 1997, PROYECTO DESARROLLO VIAL ARMENIA PEREIRA MANIZALES (2023), donde se indica en el numeral 15.11 Indicador E 12 – Señalización Horizontal / Retrorreflectividad (Líneas Amarillas y Blancas) lo siguiente “Se medirá la Retrorreflectividad, auscultando con equipos de medición continua” (p. 70).

La Retrorreflectividad en la Señalización Horizontal “es uno de los factores de medición que mide el coeficiente el cociente entre la luminancia de una zona de marca vial en una dirección dada y la iluminancia de esa zona, la verificación de la retrorreflectividad nos permite conocer el funcionamiento adecuado de la infraestructura, además de proporcionar seguridad y seguridad al

usuario” (Arminta, 2023, p. 11), retrorreflexión que se garantiza por materiales retrorreflectantes como microesferas de vidrio que se adicionan a la pintura vial.

Con base en lo anterior, y conforme ha avanzado la tecnología, las empresas que prestan servicios y realizan proyectos de auscultación vial tales como APPLUS, DYNATEST, PAVINFRA, GEVIAL, GIPSAS, MEDIVIAL, AIM, EVALTEC y APSA, entre otras, han invertido a partir de la década del 2010 en equipos para medición de los indicadores IRI, Textura, Ahuellamiento y Coeficiente de rozamiento transversal, pero dado que está muy reciente la tecnología para evaluar los indicadores Levantamiento de daños y Reflectividad horizontal, a la fecha las empresas se enfrentan al desafío de invertir en estos nuevos equipos, o continuar realizando las mediciones de manera manual (con cuadrillas caminando la vía que toman medidas con equipos de medición puntual), por lo que el problema que se está presentando el sector de la auscultación vial, es que el rendimiento de los proyectos se ve afectado por la metodología tradicional de emplear cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición para realizar Levantamiento de daños y Medición de la reflectividad horizontal, lo que se traduce en que los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación al cliente final son muy elevados.

Dentro de las empresas que a nivel nacional prestan este tipo de servicios, se encuentra AIM Ingenieros S.A.S., ubicada en la ciudad de Medellín, la cual tiene 42 años de experiencia en el mercado y más de 25 años en proyectos de concesiones viales, por lo que ha sido parte de este cambio de tecnología la cual ha sido adoptada y exigida por los mismos pliegos de condiciones de los contratos de interventoría para concesiones viales.

Dentro de las actualizaciones tecnológicas la empresa ha invertido en equipos para medición de los indicadores IRI, Textura, Ahuellamiento, Coeficiente de rozamiento transversal, pero hasta la fecha se continúan realizando las mediciones de Levantamiento de daños y Medición de la reflectividad horizontal, de manera manual (con cuadrillas caminando la vía que toman medidas con equipos de medición puntual), por lo que si bien se han podido realizar con la metodología tradicional hasta la fecha, obteniendo resultados precisos y cumpliendo con las exigencias técnicas de la entidad contratante, con base en los nuevos pliegos de contratación, la metodología de medición con la que se ha venido trabajando históricamente está quedando obsoleta por lo que la empresa deberá tomar la decisión entre dejar de prestar estos servicios o emplear equipos de auscultación continúa fabricados exclusivamente para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales de Colombia, lo cual adicionalmente, mejoraría los tiempos de entrega de los proyectos.

En este caso, es viable emplear estrategias para prestar el servicio ya sea mediante la adquisición de equipos propios o la subcontratación de empresas que presten dichos servicios por medio de equipos y operadores capacitados para dicha actividad. En caso tal de adquirir equipos propios, lo que implicaría inversiones muy altas para la economía actual, dado que el personal operativo de la empresa ya está familiarizado con la medición empleando equipos de medición de alto rendimiento para otros indicadores, se debería capacitar al personal específicamente en la operación del nuevo equipo, su software y las condiciones que se deben cumplir respecto a ubicación del vehículo dentro de la calzada durante la toma de lecturas de campo.

1.2. La pregunta de investigación

Una vez contextualizado y definido el problema a investigar, la pregunta de investigación formulada es la siguiente:

¿Cuál es el efecto de proponer, desde la gestión de proyectos, una estrategia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia?

1.3. Los objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

- Proponer una estrategia basada en la gestión de proyectos, que permita mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar las causas raíz y los factores que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición.

- Identificar las metodologías y/o tecnologías que existen en el área de auscultación vial y el estado en el que se encuentran actualmente en Colombia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.
- Elaborar recomendaciones con estrategias que permitan implementar las metodologías y/o tecnologías identificadas para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se lleva a cabo porque los tiempos de entrega de los proyectos en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia, se ven afectados por la metodología tradicional de emplear cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición para realizar Levantamiento de daños y Medición de la reflectividad horizontal, es por esto, que la investigación se enfocará en la sublínea de innovación para identificar y proponer, desde la gestión de proyectos, estrategias que permitan implementar algunas de las tecnologías que existen en el área de auscultación vial para mejorar los tiempos de entrega de este tipo de proyectos.

Investigar sobre las nuevas tecnologías que existen en el mercado permite identificar cuáles son los equipos de alto rendimiento y de medición continua para la evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en cualquier tipo de vía, entre las que se encuentran las concesiones viales de Colombia, foco de la presente investigación, ya que por contrato, tal y como se plasma en el APENDICE TÉCNICO 4 INDICADORES del CONTRATO DE

CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No VJ-VE-APP-IPB-004 (2014), el concesionario debe realizar entre mensual y semestralmente la evaluación de estos indicadores como garantía de calidad durante la operación de las vías, proyectos de evaluación que realizan por medio de las distintas empresas de auscultación vial que operan a nivel nacional.

A nivel académico, llevar a cabo un proyecto de investigación en un campo tan específico pero tan importante para el sector de la infraestructura vial como es la auscultación vial, específicamente enfocado en metodologías y tecnologías para el Levantamiento de daños y Medición de la reflectividad horizontal, permite potenciar la capacidad de investigación en fuentes académicas, comerciales, y la recopilación de información en una muestra de la población, la cual al tratarse de un sector tan específico, como delimitación, la investigación se realizará con empresas de consultoría en ingeniería que tengan dentro de su portafolio, prestar servicios y ejecutar proyectos de auscultación vial en pavimentos a concesionarios e interventorías de concesiones viales a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI dentro del territorio nacional.

Para las empresas que se dedican a la auscultación vial y ejecutan proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños con metodología tradicional, como es el caso de AIM Ingenieros S.A.S., adquiere importancia la presente investigación ya que en ésta se diagnostican y presentan las causas raíz y los factores que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos, así como el estado de los nuevos pliegos de condiciones para vías concesionadas los cuales se han ido actualizando a medida que avanza la tecnología tal y como se puede apreciar en el ANEXO TÉCNICO 4 HOJA DE DATOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE CARGAS DE TRABAJO - INTERVENTORÍA INTEGRAL QUE INCLUYE, PERO NO SE

LIMITA A: LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, CONTABLE, JURÍDICA, SOCIAL, PREDIAL, JURÍDICO PREDIAL, AMBIENTAL, ADMINISTRATIVA, DE SEGUROS, RIESGOS, OPERATIVA, MANTENIMIENTO, ADMINISTRATIVA DE AFORO Y RECAUDO Y DE GESTIÓN DE CALIDAD AL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 113 DE 1997, PROYECTO DESARROLLO VIAL ARMENIA PEREIRA MANIZALES (2023), donde se indica en el numeral 15.11 Indicador E 12 – Señalización Horizontal / Retrorreflectividad (Líneas Amarillas y Blancas) lo siguiente “Se medirá la Retrorreflectividad, auscultando con equipos de medición continua” (p. 70), lo que les permitirá tomar la decisión de invertir o no en estos equipos para adaptarse al mercado no solo desde el aspecto contractual, sino también en pro de mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación al cliente final, siendo más competitivos en el mercado a nivel nacional.

El que los proveedores que ejecutan proyectos de evaluación de indicadores viales, incluyendo Levantamiento de daños y Medición de la reflectividad horizontal, conozcan y adopten estrategias y tecnología para dichas actividades, implica que el cliente final, sea el concesionario o la interventoría de la concesión, obtenga los resultados de los proyectos en menor tiempo y pueda tomar decisiones más eficientes a partir de dicha información, las cuales por lo general corresponden a actividades de mantenimiento o rehabilitación tales como parcheo de baches, sello de fisuras, fresado y reposición de capa de rodadura, o repintado de las líneas de demarcación vial usando pintura con la cantidad y tipo de microesferas acorde al proyecto, lo que se traduce en el incremento de la seguridad para todos los usuarios de las vías concesionadas por las cuales transita la mayor cantidad de flujo vehicular a nivel país, incluyendo transporte de carga, de pasajeros y de vehículos livianos.

A partir del informe de levantamiento de daños es posible identificar los daños con sus respectivas ubicaciones ya que tal y como señalan Beltrán & Murcia en 2021, “el nivel de severidad de los daños en el pavimento alto-medio, como consecuencia impide la normal circulación de los vehículos, ya que el conductor al intentar evadir estas patologías superficiales puede realizar maniobras tales como salir repentinamente del carril, produciendo colisiones con el automóvil que transita el otro carril y aumentando la accidentalidad en la zona” (p. 40).

Respecto a la señalización horizontal, Cruz en 2018 señala que “la ineficiente señalización ha generado una serie de problemas, uno de ellos es el incremento en los índices de accidentes de tránsito que se deben a la falta o al deterioro cuando encuentran en mal estado” (p. 99), sugiriendo en las conclusiones de su proyecto de investigación, que “las instituciones encargadas del sistema transporte y seguridad vial realicen constantemente un mantenimiento de la señalización horizontal con el fin de mantenerla en un buen estado y de una manera más visible para los peatones y conductores, contribuyendo de esta manera a la disminución de accidentes de tránsito”, por lo que es indispensable contar con resultados de retrorreflectividad que permita conocer las condiciones a las que están expuestos los usuarios en horario nocturno.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Marco de antecedentes

Para la consulta de los antecedentes o estado del arte, así como del marco teórico de la presente investigación, se empleó como ecuación de búsqueda para encontrar fuentes fiables en el ámbito académico, lo siguiente: daños en pavimentos, “daños en pavimentos” AND “seguridad”, "inteligencia artificial" AND "ingeniería vial", auscultación vial, “auscultación vial” AND “pavimentos”, “retroreflectividad horizontal”, medición reflectividad horizontal vial. Estas consultas se realizaron en los buscadores de documentos académicos Google Académico y Redalyc.

Adicionalmente, se tuvo en cuenta limitar la temporalidad de la revisión a los últimos 7 años, es decir, únicamente buscar artículos publicados del 2018 a la fecha, esto con el fin de garantizar la actualidad de la información aquí plasmada.

A partir de las búsquedas realizadas, a continuación, se presentan los antecedentes para la presente investigación.

En Falla López, B. C. (2018), se presenta un estudio en el que realiza la evaluación funcional de un pavimento articulado tomando información de campo tanto de manera manual como automatizada con un equipo multi funcional MFV equipado con un sistema LCMS (Laser Crack Measurement System), concluyendo que el proceso de evaluación de los deterioros mediante la inspección visual presenta un mayor grado de incertidumbre comparado con el método automatizado, ya que la valoración visual depende del criterio del inspector quien puede omitir algún daño complejo de mejor, mientras que la evaluación automatizada permite realizar la

evaluación en un menor tiempo y disminuir el margen de error al presentar mayor precisión en la identificación y medición de los diferentes tipos de deterioros.

Considerando que uno de los principales motivos por los que se migra del levantamiento de información a pie al levantamiento con equipos de alto rendimiento es la reducción de tiempo, en su trabajo de investigación, Reyes-O. O. et al (2019) plantean la implementación de técnicas de inteligencia artificial en el estudio del área de pavimentos con el fin de reducir costos y disminuir recursos elevados de equipos y tiempo, considerando que el procesamiento digital de imágenes es una de las herramientas más utilizadas en los campos de la ingeniería, extrayendo el mayor número de elementos de la imagen para su caracterización, detección de patrones y procesos de selección y clasificación de objetos.

Cárdenas Lemus, D. R., Holguín Rojas, O. F., & Zabala Muñoz, S. J. (2019), utilizaron el DRONE DJI Phantom 4 PRO para evaluar el estado superficial del pavimento de una vía urbana de la ciudad de Bogotá, realizando comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR y concluyendo que se demostró la utilidad de la tecnología en un campo de la ingeniería civil como es la auscultación visual de pavimentos, recomendando adicionalmente el tener claridad de las múltiples posibilidades de daños existentes para identificarlos con mayor facilidad y precisión en las imágenes capturadas.

Urbina Lara, C. I. (2020) presenta un trabajo con el objetivo de desarrollar un algoritmo que detecte, clasifique y analice la severidad de grietas presentes en imágenes de carpeta asfáltica capturadas por el equipo LCMS en carreteras chilenas, por lo que se presentan diferentes propuestas para detección, clasificación y análisis de severidades concluyendo que la mejor propuesta para cada una es la red pix2pix, el análisis de CCO y calcular la distancia entre un

pixel de grieta al pixel de pavimento más cercano, respectivamente, propuestas que permiten la automatización de procesos que actualmente deben ser reevaluados visualmente.

En su trabajo de investigación, Tello-C. L., et al (2021), plantean una metodología para la evaluación de los deterioros presentes en pavimento flexible usando técnicas de fotogrametría terrestre empleando captura de las imágenes desde un automóvil por medio de una cámara digital GoPro circulando a velocidades entre 25 y 30 km/h, aunque, considerando que dentro de los resultados obtenidos la metodología presentó un tiempo de procesamiento de aproximadamente 9 minutos por imagen, realizar este procesamiento en oficina representaría un incremento considerable en tiempo de ingenieros a la hora de elaborar el informe.

En el trabajo de investigación de Vallejos, C. M. C., & Bayona, G. I. P. (2021), se presenta un estudio en el que se indica que las demarcaciones tienen menor tiempo de duración según el tipo de pintura que se use, por lo que cuando la vía tiene alto tránsito y diferentes niveles de precipitación, se debe variar el uso de retrorreflectividad entre balanceada y alta con el fin de cumplir con los índices de retrorreflectividad indicados en las especificaciones técnicas.

De otra manera, Flórez Mesa, M. (2021), utiliza el VANT DJI Phantom 4 para la captura de imágenes en un tramo intermunicipal de estudio con el fin de determinar los daños de la vía, indicando que los resultados obtenidos con el equipo respecto a la inspección visual realizada son muy similares, encontrando como diferencia, que las patologías con componente vertical no se aprecian en las imágenes ortogonales que captura el equipo por lo que el índice de fisuración IF presenta gran similitud pero el índice de deformación ID no se obtiene con certeza.

Domínguez, M. G. L., Salazar, A. P., Mondragón, F. C., & González, O. S. (2022), presentan en su estudio una recopilación de la normativa vigente, tanto internacional como nacional, sobre la

evaluación con equipos de alto desempeño para la medición del coeficiente de retrorreflexión en el marcaje horizontal de los pavimentos, estudio en el cual indican que existen reflectómetros puntuales y reflectómetros de alto rendimiento que son equipos montados en vehículos y cuentan con la capacidad de almacenar la información en una memoria interna, odómetro y GPS, concluyendo que la elaboración de protocolos de verificación de los equipos de alto rendimiento es importante para cumplir con las necesidades actuales del país y ayudar a trazar la línea base para las exigencias de las carreteras del futuro.

En Rojas Hidalgo, E. A. (2023), define para su investigación sobre el grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir niveles de servicio en un tramo de vía de 75 km, que la muestra para retrorreflectividad es de 420 puntos con 3 repeticiones en cada punto repartidos en el lado izquierdo, centro y el derecho de la vía, para la cual empleó un retroreflectómetro manual horizontal Modelo ZRM 6006, es decir, se llevó a cabo de manera manual la medición de las 3 líneas cada 180 m aproximadamente.

Abou Zahr, A. I. (2023) en su trabajo de investigación plantea una metodología sistemática para la aplicación de la inteligencia artificial y el procesamiento digital de imágenes en el ámbito de la seguridad vial empleando el software OpenCV de Intel, obteniendo que la detección de ausencia de señal horizontal tipo R-101 de entrada prohibida en los carriles de acceso a glorietas obtuvo éxito del 100%, por lo que el modelo en cascada y el código en OpenCV permiten la detección de la presencia y ausencia de dichas señales de manera automática.

2.2.Marco teórico

Esta investigación se basa en la teoría neoclásica de la administración que el autor Peter F. Drucker impulsó en 1953 luego de la segunda guerra mundial y la gran depresión económica, en la que propuso modernizar la teoría clásica de la administración buscando reducir la mano de obra y automatizar procesos con el fin de mejorar la eficiencia de la empresa.

La teoría neoclásica de la administración tiene como tesis principal “controlar, administrar y orientar a un conjunto de personas para lograr llevar a cabo un trabajo utilizando la menor cantidad de recursos posibles” Frederick D (2018), por lo que dentro de sus principales características están buscar reducir la utilización de la mano de obra en la producción, enfocándose en la automatización del proceso productivo y teniendo dentro de sus principios la especialización de los procesos definiendo las responsabilidades de cada empleado.

Con base en lo anterior y considerando que el proyecto de investigación consiste en proponer con base en la gestión de proyectos, recomendaciones con estrategias que permitan implementar las metodologías y/o tecnologías identificadas para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales, aplica la teoría neoclásica ya que la medición con equipos de alto rendimiento es un proceso semiautomatizado en el que solo se necesita de un conductor y un operador del equipo capacitado para llevar a cabo las lecturas en las vías, disminuyendo el tiempo requerido para evaluar un proyecto aumentando la eficiencia del proceso.

Para el desarrollo del presente proyecto, se identificaron los siguientes conceptos claves:

Agencia nacional de infraestructura (ANI): según la misma ANI, “es una agencia nacional estatal con personería jurídica, patrimonio propio y autonomía administrativa, financiera y técnica, adscrita al Ministerio de Transporte que se encarga de planear, coordinar, estructurar, contratar, ejecutar, administrar y evaluar los proyectos de infraestructura que necesita el país como carreteras, aeropuertos puertos y líneas férreas, darles viabilidad y entregarlos a través de asociaciones público privadas - APP, para el diseño, construcción, mantenimiento, operación, administración y/o explotación de la infraestructura pública de transporte en todos sus modos. Su misión es desarrollar infraestructura a través de asociaciones público privadas, para generar conectividad, servicios de calidad y desarrollo sostenible”.

Concesión: Según la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, es “una modalidad de contratación que pueden celebrar las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario la prestación, operación, explotación, organización o gestión total o parcial de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial de una obra o bien destinados al servicio o uso público por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien”, mientras que para la Concesión Vial de los Llanos es “un modelo de acuerdo usado con éxito a nivel mundial donde el estado contrata a una empresa privada para que modernice, construya, rehabilite, mantenga y opere una obra de infraestructura. En Colombia se adoptó para el desarrollo de la infraestructura de transporte y es liderada por la agencia nacional de infraestructura (ANI), entidad adscrita al ministerio de transporte”.

Contrato de concesión de obra: Según Guzmán C., L. C. (2019), “aparece para incentivar la inversión de capital de los privados a los proyectos de infraestructura pública donde encontramos un Estado que se denomina “concedente” y la otra parte “concesionario”, que se encargará de la prestación, operación y explotación de un servicio público o la construcción de una obra, con la destinación al servicio o uso público. Cabe recalcar que el concesionario a cambio recibirá una remuneración o la explotación del bien o según las modalidades de pago que acuerden las partes”.

Daño en pavimento: “deterioro que señala alguna dificultad que está presentando la carpeta asfáltica o la estructura vial, es de gran importancia hacer una clasificación adecuada del tipo de daño tomando las medidas y la información de cada uno, daños que se dividen en 5 partes las cuales son fisuras, deformaciones, pérdidas de las capas de la estructura, daños superficiales y por último otros daños”. (Alzate Zuluaga, S., 2019).

Reflectividad horizontal: “cantidad de luz que la demarcación horizontal refleja de vuelta a los conductores de los vehículos, lo que ayuda a mejorar la seguridad en la carretera. Se mide mediante un instrumento conocido como Retroreflectómetro, que proyecta una luz en la línea y mide la cantidad de luz que se refleja de vuelta a través de un receptor” (Ingevia, 2024).

Tecnologías para auscultación vial: según De Solminihac, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2019), “existen diversas tecnologías para auscultar todos los grupos de deterioros que se pueden presentar en la superficie de pavimento adicionales a la auscultación manual, como es la inspección visual asistida por imágenes digitales tipo semiautomático o automático y perfilómetros láser”, aunque también existe tecnología para la evaluación deflectométrica como los deflectómetros de impacto, medición del coeficiente de fricción como el Grip Tester y de la reflectividad horizontal como los retroreflectómetro continuos.

Gestión de proyectos en la gestión vial: según Herrera Advincula, Y. B. (2022), “la gestión de proyectos es un tipo de administración, dirección o administración de proyectos desde la base de conocimiento de los procesos la cual incide significativamente en la ejecución física de inversiones de infraestructura vial en un Gobierno Regional, siendo necesario establecer fuertes mecanismos de monitoreo de contratos con personal calificado, aplicando prácticas adecuadas de supervisión de contratos, con políticas, planes, comunicación, pagos, gestión de registros, tasación de contratistas, inspecciones y auditorías y resolución de disputas”

2.3.Marco normativo

Considerando que los indicadores a los que se pretende mejorar sus tiempos se miden para las vías concesionadas, a continuación, se presenta el normograma que rige la presente investigación.

Tabla 1

Marco normativo para vías concesionadas.

NORMA	FECHA	EMISOR	DESCRIPCIÓN
Ley 1508	2012	Presidencia de la república	Se establece el régimen jurídico de las Asociaciones Público-Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. (Presidencia de la república, 2012).
Ley 80	1993	Congreso de	Se expide el Estatuto General de Contratación

		Colombia	de la Administración Pública, definiendo el contrato de concesión. (Congreso de Colombia, 1993).
Especificaciones generales de construcción de carreteras	2022	Instituto Nacional de Vías INVIAS	Normativa técnica guía para la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de las carreteras del país a cargo de INVIAS y la ANI. (Instituto Nacional de Vías INVIAS, 2022).
Contrato de concesión bajo el esquema de APP	-	Agencia Nacional de Infraestructura ANI	Se indica que los Indicadores deberán cumplir con lo previsto en el Apéndice Técnico 4 Indicadores de Disponibilidad, Seguridad, Calidad y Nivel de Servicio, para el recibo del Proyecto. (Agencia nacional de infraestructura ANI).

Fuente: Elaboración propia (2024).

3. METODOLOGÍA

Considerando que tal y como se describirá en el enfoque de investigación, la investigación es cuantitativa, el levantamiento de información se llevará a cabo por medio de encuesta como instrumento de recopilación de información, esta encuesta se realizará a personal que pertenezca a empresas que tengan relación con la auscultación vial dado que es el personal relacionado con este tipo de actividades que se realizan para proyectos tan específicos como concesiones viales.

A través de los resultados obtenidos en la encuesta, se realizará un análisis estadístico que permita concluir de manera objetiva sobre los objetivos específicos de la investigación, tales como diagnosticar los factores que incrementan los tiempos de entrega con la metodología tradicional, identificar las tecnologías que existen y el estado en el que se encuentran en Colombia y elaborar recomendaciones para aplicar las metodologías identificadas para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.

3.1. Enfoque y alcance de la investigación

El método o enfoque de la presente investigación es cuantitativo, ya que se busca recolectar por medio de una medición objetiva, datos numéricos con el fin de obtener por medio de análisis estadísticos, patrones y tendencias que permitan identificar las tecnologías que existen y el estado en el que se encuentran con el fin de elaborar recomendaciones para aplicar dichas tecnologías para mejorar los tiempos de entrega de modo que se pueda recomendar a la empresa AIM Ingenieros S.A.S. llevar a cabo una inversión en este tipo de tecnologías, de modo que la

decisión no se tome por creencias propias de la gerencia o los empleados sino que se soporte en datos tomados del mercado al que pertenece la actividad.

La tipología de la presente investigación es descriptiva, ya que dentro de los objetivos del proyecto está el diagnosticar los factores que incrementan los tiempos en la metodología tradicional así como identificar las metodologías y/o tecnologías que existen en el mercado actualmente y de qué forma permiten mejorar los tiempos de entrega de los proyectos.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Definición de la población

Teniendo en cuenta que la población es el conjunto de individuos que comparten una característica en común, en el caso de la presente investigación la población corresponde a empleados de las áreas técnica, gerencial o comercial que pertenezca a empresas que presten el servicio de ejecución de proyectos de auscultación vial dentro del territorio colombiano independientemente de la metodología que utilicen (tradicional o equipos de alto rendimiento).

Se decidió extender la población a todo el territorio colombiano ya que Arredondo Madrid Ingenieros Civiles AIM S.A.S. está ubicada en la ciudad de Medellín, pero en todo el departamento de Antioquia solo hay 3 empresas que presten este tipo de servicio, mientras que abarcando todo el territorio nacional en total existen 14 empresas, la gran mayoría ubicadas en la ciudad de Bogotá.

En este orden de ideas, estimando que por empresa exista por lo menos 1 empleado en cada área, la población para la presente investigación es de 42 personas.

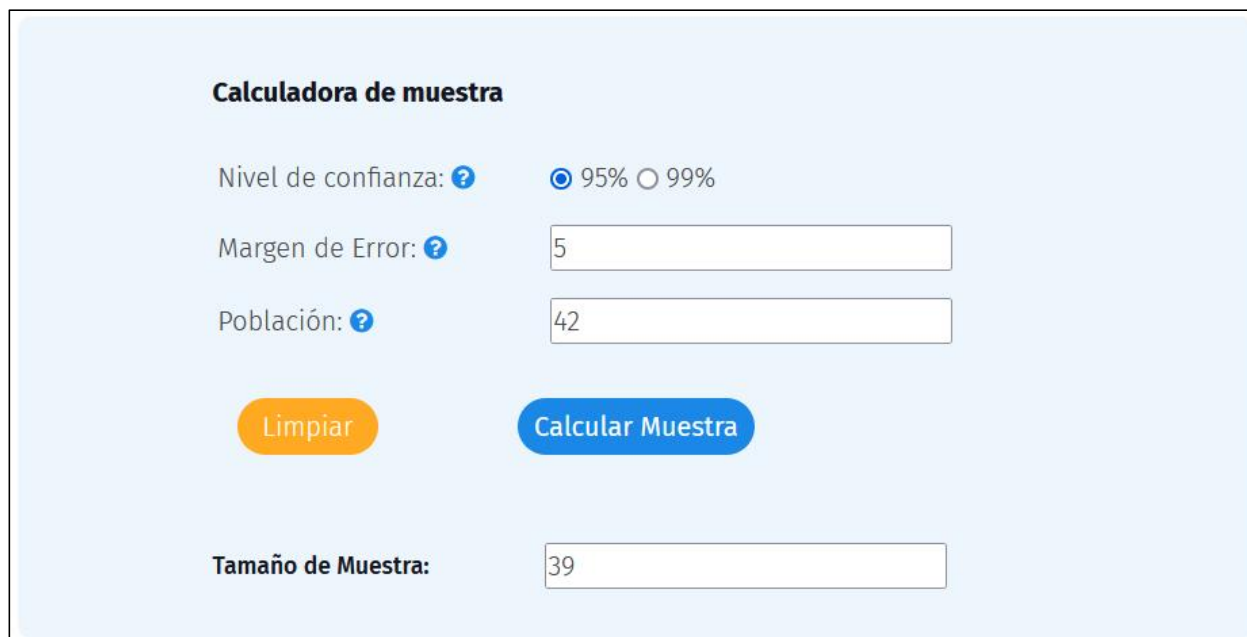
3.2.2. Cálculo y selección de la muestra

En este caso se empleará un tipo de muestreo no probabilístico ya que con base en la página web del software DELSOL (TeamSystem), todos los individuos de la población no tienen igual posibilidad de ser encuestados debido a que desde mi ámbito laboral no poseo relación comercial con 4 de las 14 empresas que componen la población. Teniendo en cuenta el tipo de muestreo, se usará el método de muestreo consecutivo, en el cual se estudia lo que esté al alcance del investigador exigiendo que se estudien a todos los individuos a los que se pueda acceder sin excepciones.

La muestra que se debería emplear para la presente investigación se obtuvo a partir de la herramienta “Calculadora de tamaño de muestras para tu investigación” disponible en la página web de QuestionPro. Para este cálculo se consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, por lo que teniendo en cuenta que la población es de 42 empleados, el tamaño de la muestra para la investigación tal y como se presenta a continuación, debería ser de 39 empleados que trabajen en las áreas técnica, gerencial o comercial tanto en la empresa Arredondo Madrid Ingenieros Civiles AIM S.A.S. como en las empresas que se puedan considerar como competencia en el mercado a nivel nacional.

Figura 1

Cálculo del tamaño de muestra.



The image shows a web-based sample size calculator interface. It features a light blue background with the title "Calculadora de muestra" at the top. Below the title, there are three input fields: "Nivel de confianza:" with radio buttons for "95%" (selected) and "99%"; "Margen de Error:" with a text input field containing the value "5"; and "Población:" with a text input field containing the value "42". Below these fields are two buttons: an orange "Limpiar" button and a blue "Calcular Muestra" button. At the bottom, there is a "Tamaño de Muestra:" label next to a text input field containing the calculated value "39".

Fuente: Página web de QuestionPro (2024).

3.3. Instrumento(s)

Tal y como se mencionó previamente, el levantamiento de información se llevará a cabo a partir de una encuesta como instrumento de recopilación de información por medio de preguntas cerradas. A continuación, se presenta la encuesta propuesta la cual se compone de 19 preguntas:

Encuesta sobre estrategias para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales de Colombia.

Declaración inicial:

La presente encuesta hace parte del Proyecto de Investigación: Efecto de proponer, desde la gestión de proyectos, una estrategia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia., del estudiante Juan Daniel Betancur Gil de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Este instrumento tiene una intención estrictamente académica e investigativa, y busca identificar las metodologías y/o tecnologías que existen y se usan en el área de auscultación vial en Colombia para mejorar los tiempos de entrega de estos indicadores para determinar las implicaciones que tendría para la empresa de consultoría previamente mencionada, invertir en este tipo de tecnología.

Toda la información será tratada con altos estándares de confidencialidad, de forma anónima (presentación de datos generalizados) y cumpliendo con la legislación vigente en Colombia.

- P1. ¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta?

- Sí

- No

- P2. ¿La empresa donde labora posee equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños?

- Posee equipos para la medición de ambos indicadores

- Posee equipo para la medición de reflectividad horizontal

- Posee equipo para el levantamiento de daños

- Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados

- No posee equipos para medición de indicadores viales

Si su respuesta a la pregunta P2 fue “Posee equipo para la medición de reflectividad horizontal” o “Posee equipos para la medición de ambos indicadores”, por favor responda las siguientes dos preguntas:

- P3. ¿Ha detectado alguna de las siguientes ventajas al realizar proyectos de medición de reflectividad horizontal en los siguientes aspectos? Puede seleccionar más de una opción.
 - Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía

 - Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente

 - Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente

 - Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones

 - Otra, ¿cuál?

- P4. ¿Ha detectado alguna de las siguientes desventajas al realizar proyectos de medición de reflectividad horizontal en los siguientes aspectos? Puede seleccionar más de una opción.
 - Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente

 - Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente

- Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente
- Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo
- Otra, ¿cuál?

Si su respuesta a la pregunta P2 fue “Posee equipo para el levantamiento de daños o Posee equipos para la medición de ambos indicadores”, por favor responda las siguientes dos preguntas:

- P5. ¿Ha detectado alguna de las siguientes ventajas al realizar proyectos de levantamiento de daños en los siguientes aspectos? Puede seleccionar más de una opción.
 - Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía
 - Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente
 - Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
 - Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
 - Otra, ¿cuál?
- P6. ¿Ha detectado alguna de las siguientes desventajas al realizar proyectos de levantamiento de daños en los siguientes aspectos? Puede seleccionar más de una opción.
 - Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente
 - Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
 - Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente

- Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo
- Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo
- Otra, ¿cuál?

Si su respuesta a la pregunta P2 fue “Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados” o “No posee equipos para medición de indicadores viales”, por favor responda la siguiente pregunta:

- P7. ¿En la empresa donde labora, tienen considerado invertir en equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños?
 - Sí
 - No
- P8. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en estos equipos, ¿de cuánto monto se trata aproximadamente la inversión realizada o considerada?
 - Menor a 100 millones de pesos
 - Entre 100 y 300 millones de pesos
 - Entre 300 y 500 millones de pesos
 - Mayor a 500 millones de pesos

- P9. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en equipos de alto rendimiento para medición de reflectividad horizontal, ¿en qué tipo de equipo realizó o considera realizar la inversión?
 - Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido
 - Retrorreflectómetro 15/30 que mide varias líneas por recorrido
 - No ha invertido ni considera invertir

- P10. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en equipos de alto rendimiento para levantamiento de daños, ¿en qué tipo de equipo realizó o considera realizar la inversión?
 - Equipo de video con sistema láser para medir en 3D
 - Equipo de video con sistema láser para medir en 2D
 - Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D
 - Sistema LiDAR sobre camioneta o dron
 - No ha invertido ni considera invertir

- P11. ¿Está de acuerdo con que cada vez más se exija desde los pliegos el uso de equipos de alto rendimiento salvaguardando la seguridad del personal expuesto al riesgo vial?
 - Totalmente de acuerdo
 - Ni en acuerdo ni en desacuerdo

- Totalmente en desacuerdo

- P12. Si estuviera en su poder decidir qué metodología utilizar en las mediciones viales, ¿preferiría realizar la medición con metodología tradicional empleando cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición?

- Sí

- No

- P13. Teniendo en cuenta proyectos ejecutados con equipos de alto rendimiento propios o con subcontratados, indicar hace cuánto tiempo le empezaron a exigir el uso de este tipo de equipos reemplazando las cuadrillas de personal caminando para medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños.

- Hace más de 10 años

- Entre hace 5 y 10 años

- Entre hace 2 y 5 años

- Hace menos de 2 años

- Todavía no me han exigido estos equipos en los proyectos

- P14. ¿Considera que para los precios que se pagan en el mercado las mediciones de indicadores, es rentable invertir en la compra de equipos de alto rendimiento para auscultación vial?

- Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores
- Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no
- No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores
- P15. ¿Ha perdido o no se han podido presentar a alguna licitación o cotización por no contar con disponibilidad para llevar a cabo la medición de reflectividad horizontal o levantamiento de daños con equipo de alto rendimiento?
 - Sí, más de 5 proyectos
 - Sí, entre 2 y 5 proyectos
 - Sí, menos de 2 proyectos
 - No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo
- P16. ¿Considera que el personal operativo de campo (operador y conductor) está conforme con el cambio de metodología hacia equipos de alto rendimiento? Puede seleccionar más de una opción.
 - Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
 - Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
 - Sí, por otra razón, ¿cuál?
 - No, dado que se reduce la cantidad de días y viáticos por proyecto

- No, dado que se reduce el pago total por un mismo proyecto

- No, por otra razón, ¿cuál?

- P17. ¿Considera que en un futuro cercano debido a las exigencias SST quedará por completo obsoleta la metodología tradicional para medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en vías con considerable tráfico? Con futuro cercano se entiende un panorama menor a 5 años.

- Sí

- No

- P18. ¿Ha detectado alguno de los siguientes factores como causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de medición de reflectividad horizontal empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando? Puede seleccionar más de una opción.

- Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo

- Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital

- Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo

- Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades

- Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie

- Otra, ¿cuál?

- P19. ¿Ha detectado alguno de los siguientes factores como causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de levantamiento de daños empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando? Puede seleccionar más de una opción.
 - Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
 - Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
 - Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
 - Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
 - Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
 - Otra, ¿cuál?

3.4. Descripción de procedimientos

Inicialmente, las preguntas de la encuesta fueron socializadas con 3 personas que trabajan en AIM S.A.S. y un proveedor esporádico que trabaja con distintos equipos de alto rendimiento en las diferentes concesiones viales, personal que, al tener relación con la auscultación vial, indicó que estarían dispuestos a participar de la investigación.

Respecto al proceso de recolección de datos, se plantearon 2 preguntas de caracterización (preguntas 2 y 7), 7 preguntas enfocadas en contestar el objetivo específico 1 (preguntas 3, 4, 5, 6, 12, 18 y 19), 2 preguntas enfocadas en contestar el objetivo específico 2 (preguntas 9 y 10) y 7 preguntas enfocadas en contestar el objetivo específico 3 (preguntas 8, 11, 13, 14, 15, 16 y 17),

de modo que se cuente con información diversa para dar respuesta a la pregunta de investigación, objetivo general de la presente investigación.

El origen de los datos recopilados es en el 100% de los casos, una encuesta realizada personalmente por el investigador ya sea de manera presencial o telefónica, de modo que se elimine el sesgo por auto interpretación de las preguntas al tener la posibilidad de consultarle directamente al encargado de la investigación y formulación de las preguntas, cualquier duda que se tenga previo a responder alguna de las preguntas. Se resalta que al principio de la encuesta se informa por medio de una declaración inicial quién, para quién y por qué se está recopilando información, de modo que el encuestado indique en la primera pregunta si está de acuerdo con la declaración y desea responder la encuesta. Adicionalmente, se socializa un consentimiento como instrumento de aceptación y autorización en el que se justifica que la encuesta es de carácter académico.

En la encuesta se buscó en la medida de lo posible, plantear preguntas cerradas que puedan ser analizadas por medio de métodos cuantitativos, y aunque hay algunas preguntas mixtas en las que se da la opción al encuestado de indicar alguna opción adicional, se espera que las respuestas obtenidas puedan ser agrupadas como las preguntas de opción cerrada luego de realizar un descargue y filtro de todas las respuestas. En este orden de ideas, se procuró evitar preguntas abiertas o entrevistas en las que la manipulación de información se torne más compleja empleando la herramienta para codificación de datos que se mencionará en el siguiente numeral.

Adicional a lo mencionado, se considerará dentro de la investigación la información obtenida directamente de revisión técnica y comercial de los equipos de alto rendimiento obtenida directamente de proveedores de equipos de auscultación, los cuales tienen gran conocimiento del

tema objetivo de la presente investigación, aunque se tendrá consideración especial con la información recopilada de estas fuentes ya que puede tener un sesgo orientado a resaltar los beneficios de adquirir equipos de auscultación omitiendo sus contras. Esta información se tabulará en una tabla de análisis en la que se definirán los campos de la tabla para poder llevar a cabo su respectivo análisis de manera cuantitativa conforme al enfoque de la presente investigación.

3.5. Análisis de información

Considerando que el diseño metodológico de la presente investigación corresponde al enfoque cuantitativo, en el que la información se recopilará por medio de encuestas compuestas principalmente por preguntas cerradas, los métodos y la herramienta que se propone para el análisis y tratamiento de los datos obtenidos corresponde a análisis estadísticos empleando la herramienta Microsoft Excel, la cual es una hoja de cálculo que permite estimar gran cantidad de datos estadísticos tales como porcentajes, promedios, medias, medianas, desviaciones estándar, regresiones, tendencias, elaborar tablas y gráficos de diferentes tipos, entre otros que se aplicarán a cada una de las preguntas y a los grupos de preguntas asociadas al mismo objetivo específico.

Si bien es posible analizar cada una de las preguntas únicamente desde el porcentaje de cada posible respuesta, en la presente investigación se planea llevar a cabo un análisis más profundo que abarque la mayor cantidad de variables posibles y permita interpretar los resultados con el fin de concluir de la manera más acertada sobre las respuestas a cada pregunta ya sea con respuesta en valor numérico, escala Likert o demás opciones planteadas en el formulario.

Teniendo en cuenta que, dentro de la encuesta, se plantearon diversas preguntas asociadas a cada uno de los objetivos específicos, se proyecta llevar a cabo una codificación tanto por código como por colores, de modo que se facilite organizar los datos y obtener el resumen de resultados por cada respuesta a cada objetivo específico. En este orden de ideas, tendremos que los resultados de 7 preguntas tendrán un primer color y codificación, ya que están asociados al objetivo específico 1, de igual manera los resultados de 2 preguntas tendrán un segundo color y codificación, ya que están asociados al objetivo específico 2, y finalmente los resultados de otras 7 preguntas tendrán un tercer color y codificación, ya que están asociados al objetivo específico 3. Respecto a esto, de ser requerido, se presentará como anexo al informe de investigación, las hojas de cálculo empleadas para el tratamiento de datos en las que se pueda evidenciar el uso de las codificaciones mencionadas.

Respecto a la elección del software Microsoft Excel sobre JASP que es un software estadístico gratuito que permite realizar análisis descriptivos inferenciales y correlacionares de datos, se debe a que por la experiencia laboral del investigador, tiene mucha más familiaridad con Office y particularmente Excel, ya que emplea esta herramienta a diario para procesar información recopilada por equipos de medición, calcular diseños, tabular y graficar información, entre otros muchos usos que permite para datos cuantitativos, datos que coinciden con la información levantada en la presente investigación de método o enfoque cuantitativo.

3.6.Consideraciones éticas

3.6.1. Análisis de consideraciones éticas

Si bien el instrumento de recolección de información corresponde a una encuesta compuesta por preguntas cerradas orientadas a responder los objetivos específicos de la presente investigación y algunas de caracterización, es decir, no se abordan preguntas de identificación o abiertas, al principio de la encuesta se informa por medio de una declaración inicial quién, para quién y por qué se está recopilando información, de modo que el encuestado indique en la primera pregunta si está de acuerdo con la declaración y desea responder la encuesta conociendo que su información será tratada de manera objetiva y cuantitativa sin relacionarlo personalmente con la investigación, es decir de forma anónima.

Esta consideración se realiza ya que las preguntas de la encuesta no comprometen aspectos morales o normativos que puedan ser catalogados como privados o confidenciales, la cual se refuerza por medio de un consentimiento informado como instrumento de aceptación y autorización para la encuesta, formato que se presenta a continuación con base en el documento ejemplo tomado de la página web de la Pontificia Universidad Católica del Perú (2019).

3.6.2. Instrumentos de aceptación y autorización

El propósito de este protocolo es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador se quedará con una copia firmada de este documento, mientras usted poseerá otra copia también firmada.

La presente investigación se titula “Efecto de proponer, desde la gestión de proyectos, una estrategia para mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia”. Este proyecto de investigación es realizado por Juan Daniel Betancur Gil, estudiante de la Especialización en Gerencia de Proyectos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, asesorado por el docente Sergio Andrés Zabala Vargas.

Para ello, se le solicita participar en una encuesta que le tomará máximo 15 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna consulta sobre la investigación, puede formularla cuando lo estime conveniente.

Su identidad será tratada de manera anónima, es decir, en la investigación no se reportará la identidad de quién completó la encuesta. Asimismo, su información será analizada de manera conjunta con la respuesta de otros empleados que trabajan en empresas que presten el servicio de ejecución de proyectos de auscultación vial dentro del territorio colombiano.

Además, esta será conservada por cinco años, contados desde la publicación de los resultados, en la computadora personal del investigador responsable.

Al concluir la investigación, podrá recibir un resumen con los resultados obtenidos. Si desea, podrá escribir al correo juan.betancur-gi@uniminuto.edu.co para extenderle el resumen.

Asimismo, se informa que la investigación considera aspectos éticos conforme a la Ley de Protección de Datos Personales Ley 1581 del 17 de octubre de 2012.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: _____

Fecha: _____

Firma del participante: _____

Firma del investigador (encargado de recoger información): _____

4. HIPÓTESIS

4.1.Las variables

A partir del objetivo general de la investigación “Proponer una estrategia basada en la gestión de proyectos, que permita mejorar los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en las concesiones viales ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia”, tenemos las siguientes variables.

4.1.1. Variable(s) independiente(s)

- Incorporación de equipos y nuevas tecnologías en los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.

4.1.2. Variable(s) dependiente(s)

- Los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños (gestión del cronograma).

4.2. Planteamiento de hipótesis

Con base en las variables tanto independiente como dependiente definidas, y teniendo en cuenta que el enfoque de la presente investigación consiste en mejorar los tiempos de entrega de los proyectos ejecutados por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia, la hipótesis planteada es la siguiente:

La incorporación de equipos y nuevas tecnologías en los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños permitirá mejorar los tiempos de entrega de los proyectos (gestión del cronograma) ejecutados para las concesiones viales por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia.

Esta hipótesis se plantea como afirmación ya que se estima que así como sucedió con los indicadores IRI y fricción, los cuales también se evaluaban con metodología manual caminando y hace aproximadamente 15 años surgieron equipos y tecnologías que permitieron automatizar el proceso reduciendo considerablemente el tiempo de las mediciones y por ende, de la entrega de sus respectivos informes, las nuevas tecnologías para la evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños también permitirán optimizar la gestión del cronograma.

5. RESULTADOS

Tal y como se mencionó previamente, se utilizó como instrumento de recopilación de información una encuesta compuesta por 19 preguntas cerradas, mientras que para el análisis de datos se empleó el software Microsoft Excel para llevar a cabo la tabulación de la información cuantitativa recopilada con el fin de determinar la cantidad de respuestas idénticas por pregunta, estimando para cada posible respuesta, su porcentaje y su moda o respuesta que más se repite. Adicionalmente a partir de la herramienta, se tabularon las preguntas con sus posibles opciones de respuesta lo que permite analizar los rangos entre los que varían las respuestas así como las tendencias entre estas que permitan estimar en mayor medida, el comportamiento de la población estudiada, en este caso, empleados de las áreas técnica, gerencial o comercial que pertenezca a empresas que presten el servicio de ejecución de proyectos de auscultación vial dentro del territorio colombiano independientemente de la metodología que utilicen (tradicional o equipos de alto rendimiento).

5.1.Resultados y análisis de la encuesta

Para el desarrollo de lo descrito previamente, inicialmente se procedió a digitar y tabular los resultados obtenidos en todas las 19 preguntas para cada uno de los 24 encuestados tal y como se puede evidenciar a continuación. Adicionalmente se aclara que como anexo a la presente investigación, se presenta al final de la misma de manera detallada los datos obtenidos en cada una de las preguntas que compone la encuesta realizada a los 24 empleados que participaron en la investigación.

Tabla 2
Consolidado de los resultados de las encuestas realizadas.

PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ENCUESTADO	P1. ¿Está de	P2. ¿La empr	P3. ¿Ha dete	P4. ¿Ha dete	P5. ¿Ha dete	P6. ¿Ha dete	P7. ¿En la em	P8. Si la empr	P9. Si la empr	P10. Si la em	P11. ¿Está de	P12. Si estuvi	P13. Teniend	P14. ¿Consid	P15. ¿Ha per	P16. ¿Consid	P17. ¿Consid	P18. ¿Ha dete	P19. ¿Ha dete
1	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Disminución d	Sí	Entre 100 y 3	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, entre 2 y 5	Sí dado que s	Sí	Mayor proba	Elevado tiem		
2	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Reducción d	Disminución d	Sí	Entre 100 y 3	Retrorreflect	Equipo de vid	Ni en acuerd	Sí	Hace menos	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
3	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Incremento d	Sí	Entre 100 y 3	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	No	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, entre 2 y	Sí dado que s	Sí	Incapacida	Mayor proba		
4	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Disminución d	Sí	Entre 100 y 3	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	No es rentab	No, siempre r	Sí dado que s	No	Bajo rendim	Bajo rendim		
5	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Reducción d	Disminución d	Sí	Entre 100 y 3	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	No, dado que	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
6	Sí	Posee equipo	Incremento d	Disminución d	Incremento d	Disminución d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	No	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, entre 2 y	Sí dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim
7	Sí	Posee equipo	Reducción d	Disminución d	Reducción d	Disminución d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Hace menos	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Elevado tiem	Elevado tiem
8	Sí	Posee equip	Incremento d	Incremento d	Incremento d	Incremento d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Ni en acuerd	No	Entre hace 2	No es rentab	No, siempre r	Sí dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim
9	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencio	Sí	Entre 300 y 5	Retrorreflect	Sistema Li DA	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim				
10	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencio	Sí	Entre 300 y 5	Retrorreflect	Sistema Li DA	Ni en acuerd	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, entre 2 y	Sí dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim				
11	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencio	Sí	Entre 300 y 5	Retrorreflect	Sistema Li DA	Totalmente d	No	Hace menos	Es rentable in	No, siempre r	No, dado que	No	Incapacida	Mayor proba				
12	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Disminución d	No	Mayor a 500	No ha inverti	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
13	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Incremento d	No	Mayor a 500	No ha inverti	Equipo de vid	Totalmente d	No	Entre hace 5	Es rentable in	Sí, entre 2 y	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
14	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Incremento d	No	Mayor a 500	No ha inverti	Equipo de vid	Totalmente d	No	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
15	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Disminución d	No	Mayor a 500	No ha inverti	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Hace menos	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
16	Sí	Posee equipo para el levantamiento de d	Incremento d	Incremento d	No	Mayor a 500	No ha inverti	Equipo de vid	Ni en acuerd	No	Entre hace 2	No es rentab	Sí, entre 2 y	No, dado que	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
17	Sí	Posee equip	Reducción d	Disminución d	Reducción d	Disminución d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	No	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Elevado tiem	Elevado tiem
18	Sí	Posee equip	Incremento d	Incremento d	Incremento d	Incremento d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Ni en acuerd	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, entre 2 y	Sí dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim
19	Sí	Posee equip	Reducción d	Incremento d	Reducción d	Incremento d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	No	Hace menos	No es rentab	No, siempre r	Sí dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim
20	Sí	Posee equip	Reducción d	Disminución d	Reducción d	Incremento d	No	Mayor a 500	Retrorreflect	Equipo de vid	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim
21	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencio	No	Entre 100 y 3	No ha inverti	No ha inverti	Ni en acuerd	Sí	Todavía no r	No es rentab	Sí, entre 2 y	No, dado que	No	Bajo rendim	Bajo rendim				
22	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencio	No	Entre 100 y 3	No ha inverti	No ha inverti	Totalmente d	Sí	Entre hace 2	No es rentab	No, siempre r	Sí dado que s	Sí	Incapacida	Incapacida				
23	Sí	Posee equip	Incremento d	Incremento del tiempo entre inicio de m	No	Entre 300 y 5	Retrorreflect	No ha inverti	Totalmente d	No	Entre hace 5	Es rentable in	Sí, menos de	Sí, dado que s	Sí	Bajo rendim	Bajo rendim		
24	Sí	Posee equip	Reducción d	Incremento de costos directos asociados	No	Entre 300 y 5	Retrorreflect	No ha inverti	Totalmente d	No	Entre hace 5	Es rentable in	Sí, más de 5 p	No, dado que	Sí	Elevado tiem	Mayor proba		

Fuente: Elaboración propia (2024).

A continuación, se presenta gráficamente, para cada una de las preguntas, los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico realizado junto con su respectiva interpretación o análisis.

Tabla 3

Empleados encuestados que laboran en empresas que poseen equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños.

Criterio	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Posee equipo para la medición de reflectividad horizontal	Posee equipo para el levantamiento de daños	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	No posee equipos para medición de indicadores viales
% de encuestados	29%	8%	42%	21%	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 2 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la tabla, se observó que todos los encuestados trabajan en empresas que posee algún equipo para medición de indicadores así sea diferente a los consultados propiamente en la presente investigación, y de estos, más del 70% trabaja en empresas que poseen equipo para el levantamiento de daños, ya sea que adicionalmente posean o no equipo para la medición de reflectividad horizontal, lo que es un indicativo de que la mayoría de las empresas le han apostado a invertir en tecnología para el levantamiento de daños u otros indicadores, pero aún falta que realicen inversión en adquirir el equipo exclusivo para medición de reflectividad horizontal puesto que es un servicio que se solicita con menor frecuencia.

Tabla 4

Ventajas al realizar proyectos con equipos de alto rendimiento para la medición de indicadores.

Indicador	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente	Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente	Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
Reflectividad horizontal	19%	33%	24%	24%
Levantamiento de daños	23%	28%	28%	21%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en las Preguntas No. 3 y No. 5 de la encuesta realizada (2024).

Respecto a las ventajas consultadas a los encuestados, con base en los datos de la tabla se aprecia que la ventaja con mayor proporción de elecciones la comparten ambos indicadores y es la reducción del tiempo entre el inicio de la medición y entrega del informe al cliente, aunque cabe resaltar que en general, todas las ventajas poseen porcentajes similares indicativo de que son varias las bondades de adquirir y emplear este tipo de equipos de alto rendimiento para la medición de indicadores en los proyectos viales tales como seguridad para el personal, reducción de costos directos y mayor posibilidad para cotizar servicios a clientes.

Tabla 5

Desventajas al realizar proyectos con equipos de alto rendimiento para la medición de indicadores.

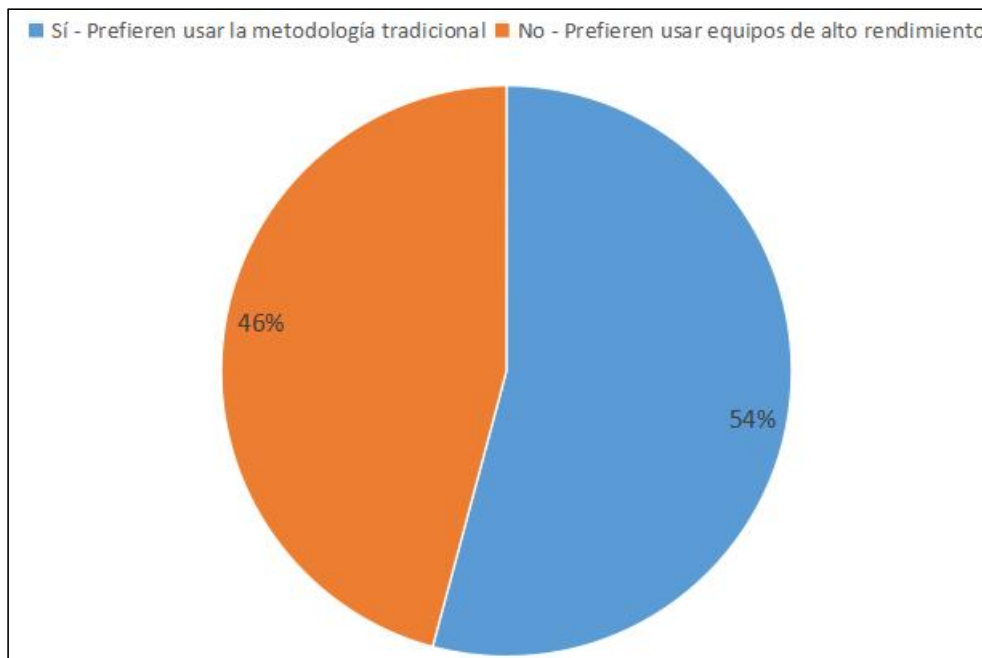
Indicador	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo
Reflectividad horizontal	12%	24%	41%	24%	0%
Levantamiento o de daños	9%	9%	26%	33%	23%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en las Preguntas No. 4 y No. 6 de la encuesta realizada (2024).

Respecto a las desventajas consultadas a los encuestados, con base en los datos de la tabla se aprecia que si bien para ambos indicadores indican que han sentido la disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, este ha impactado con mayor fuerza a reflectividad horizontal, mientras que en el caso del levantamiento de daños, la disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago de un equipo tan costoso es el mayor inconveniente que han detectado, aunque considerando que el volumen de trabajo para estos equipos es mayor, hay cómo asumirla. Es de resaltar que casi una cuarta parte indica que perciben disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo con el equipo de video, lo cual puede generar reprocesos o deficiencia en la calidad de los informes entregados a los clientes.

Figura 2

Empleados que preferirían realizar la medición con metodología tradicional empleando cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición, en vez de usar equipos de alto rendimiento.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 12 de la encuesta realizada (2024).

Con base en la figura, los datos reflejan una posición muy pareja entre ambas posturas con una ligera mayoría de empleados que preferirían usar la metodología tradicional en caso tal de que pudieran elegir, pero considerando que cada vez más los pliegos y las entidades exigen el uso de equipos de última tecnología, es valioso que el 46% de los encuestados prefieran usar los equipos de alto rendimiento ya que están totalmente adaptados al mercado que se avecina.

Tabla 6

Factores o causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de medición de indicadores empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando.

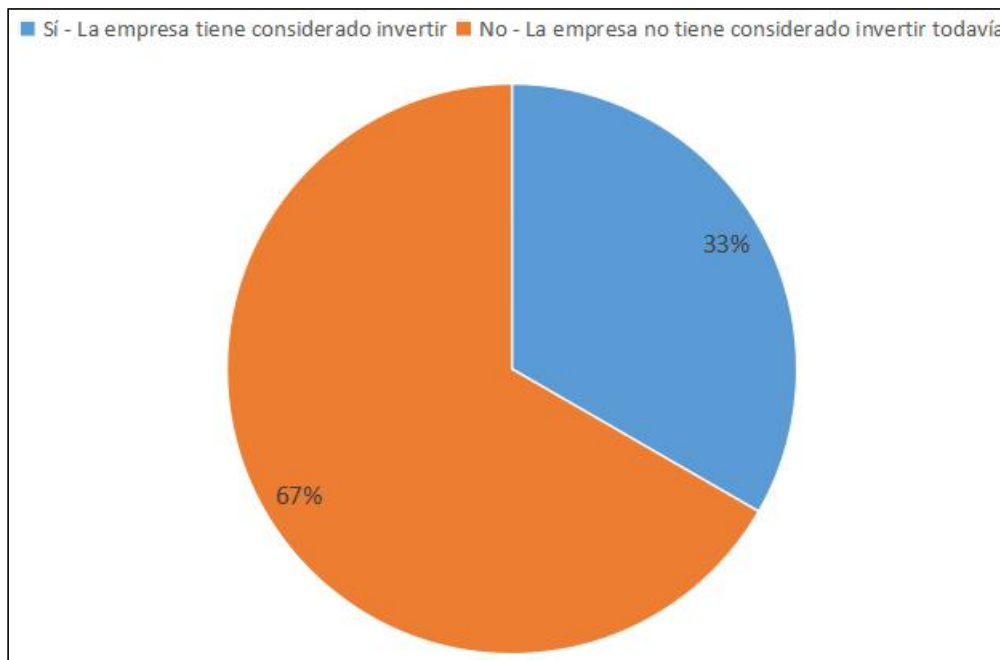
Indicador	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital	Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo	Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades	Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
Reflectividad horizontal	40%	12%	21%	7%	21%
Levantamiento de daños	45%	18%	18%	5%	13%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en las Preguntas No. 18 y No. 19 de la encuesta realizada (2024).

Respecto a los factores que incrementan los tiempos en los proyectos cuando se usa metodología tradicional de cuadrillas caminando, la causa principal es el bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo ya que el personal se debe desplazar a pie por las vías, expuestos al tránsito permanente por lo que deben circular con cuidado por la berma, y tomar el dato cuando se haya desviado el tránsito, lo que reduce considerablemente la cantidad de kilómetros que se pueden evaluar por jornada de trabajo. El rendimiento disminuye mucho más si se suma alguna de las causas planteadas de campo, ya sea porque al requerir más tiempo en la evaluación la probabilidad de que llueva aumenta, obligando a suspender actividades, o por la incapacidad de personal por cualquier motivo asociado a la larga exposición a la intemperie.

Figura 3

Proporción de empresas donde laboran los empleados que tienen considerado invertir en equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños.

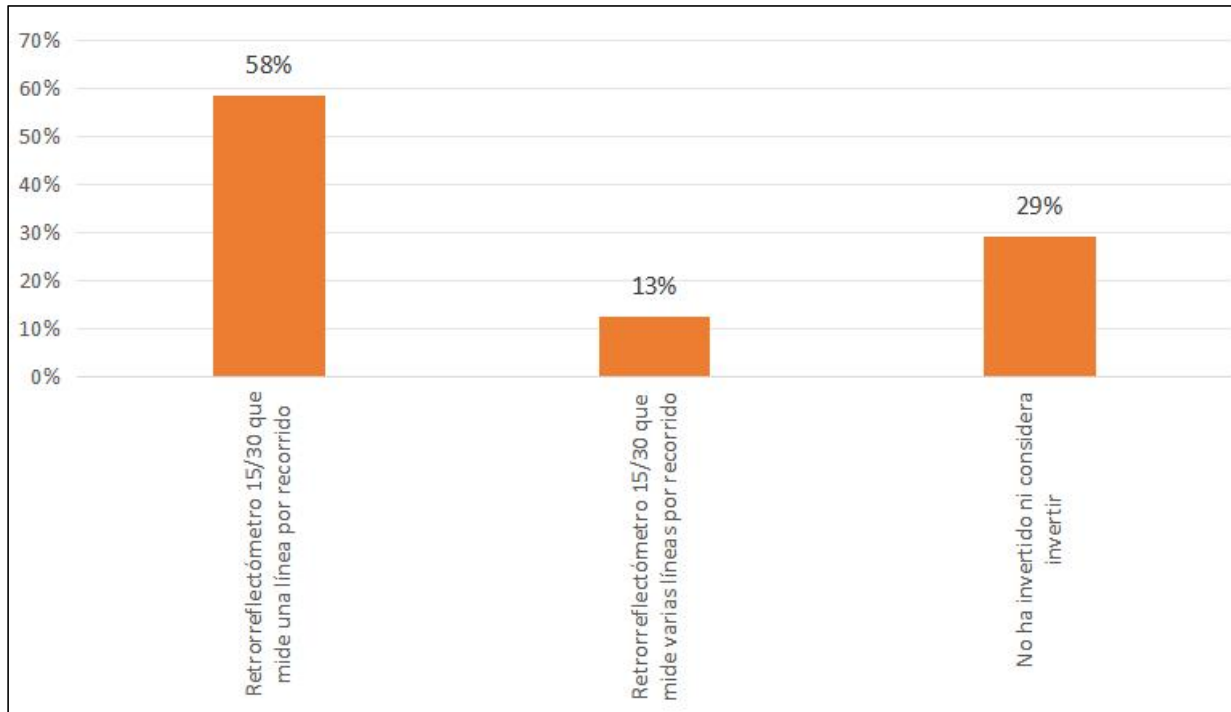


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 7 de la encuesta realizada (2024).

Con base en la figura, si bien los datos reflejan una posición muy marcada hacia que las empresas no tienen considerado invertir en este tipo de equipos, se debe tener en cuenta que en la pregunta de caracterización, el 29% de los encuestados trabajan en empresas que ya posee equipos para la medición de ambos indicadores y por ello, no consideran necesario realizar inversiones en equipos adicionales, por lo que si se descuenta dicho valor, el 38% trabaja en empresas que poseen o uno o ninguno de los equipos, y aun así no le interesa invertir, lo cual continúa siendo mayoría pero la brecha se reduce considerablemente.

Figura 4

Tipo de equipo de alto rendimiento para medición de reflectividad horizontal en el que la empresa donde labora realizó o considera realizar la inversión.

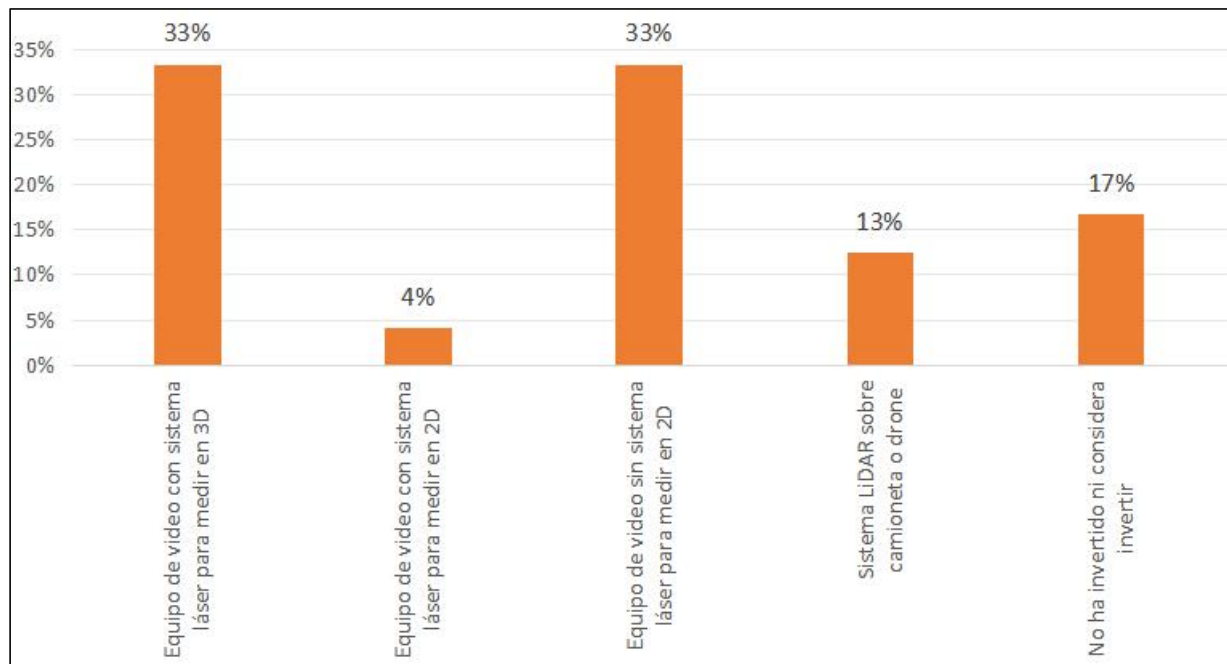


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 9 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la gráfica, se observó que hay una tendencia muy marcada que indica que las empresas que deciden invertir en este tipo de equipos, lo hacen en un retroreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido, lo cual aunque genera que se incremente la cantidad de pasadas que debe realizar el vehículo, incrementando tiempo y gasolina, es un equipo menos costoso y más fácil de operar puesto que no depende de tener una completa visibilidad en todos los carriles permanentemente, sino que el conductor se enfoca en seguir una única línea por trayecto.

Figura 5

Tipo de equipo de alto rendimiento para para levantamiento de daños en el que la empresa donde labora realizó o considera realizar la inversión.

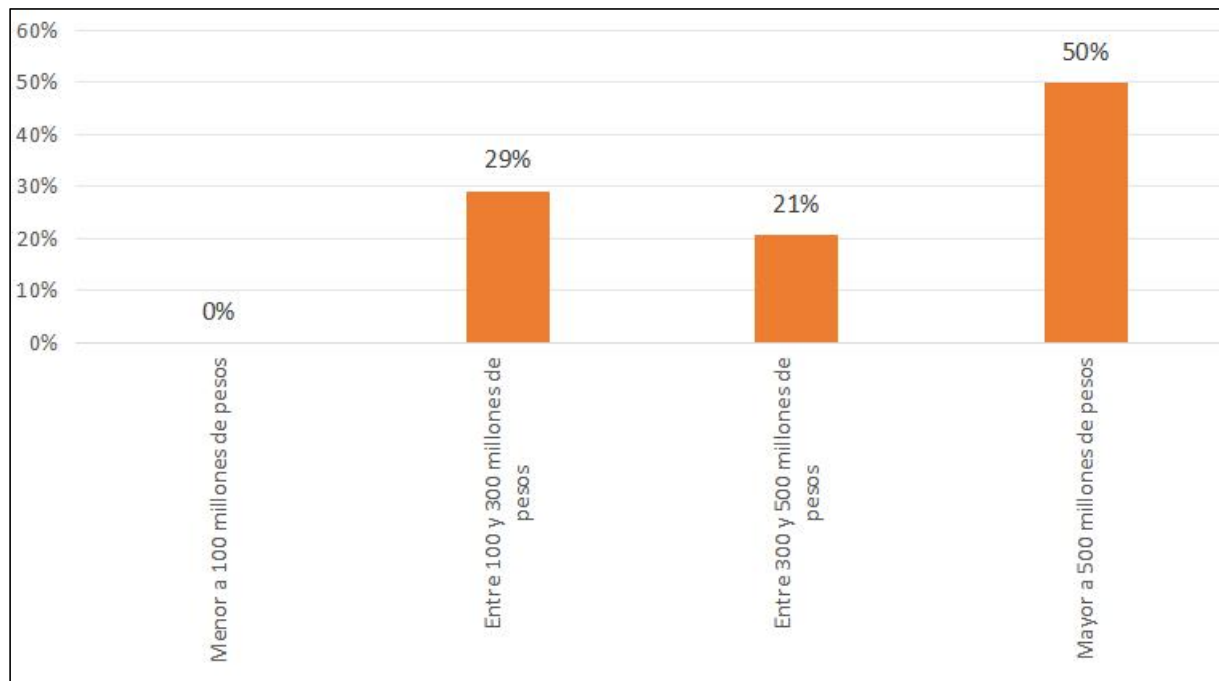


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 10 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la gráfica, se observó que si bien hay equidad en la proporción obtenida tanto para equipo de video con sistema láser para medir en 3D (equipo más costoso) como para equipo de video sin sistema láser para medir en 2D (equipo más económico), son dos inversiones totalmente distintas lo cual se traduce en la calidad de la información levantada en campo, puesto que el sistema láser en 3D permite medir deformaciones con precisión, mientras que un equipo de video sin este sistema, únicamente es apto para medir daños de tipo agrietamiento, por lo que la preferencia puede variar por el tipo de servicio prestado, tipo de cliente a atender, capacidad financiera de la empresa, entre otros factores.

Figura 6

Monto aproximado de la inversión realizada o considerada por la empresa donde labora en alguno de los dos equipos del alto rendimiento.

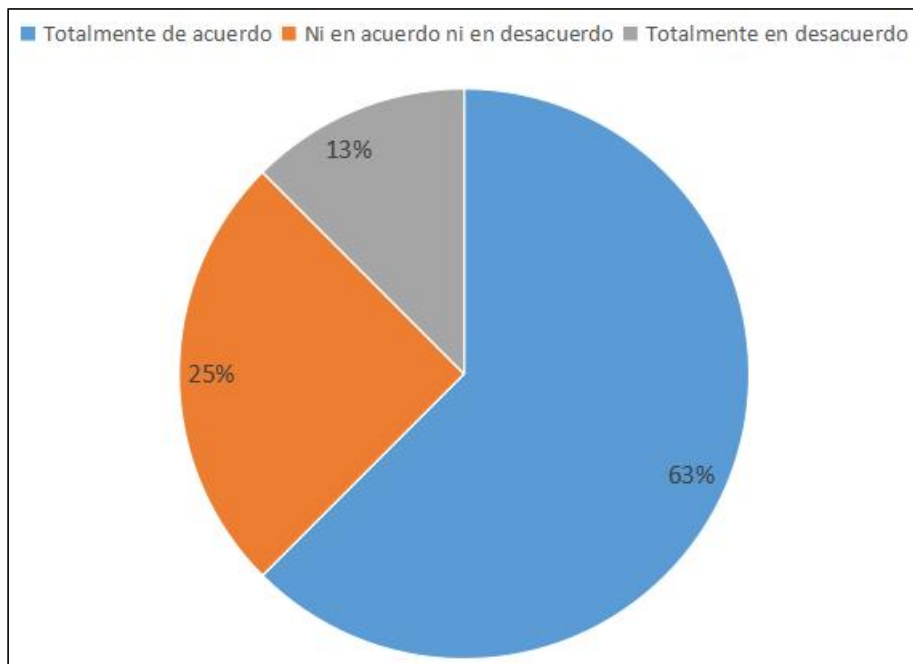


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 8 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la gráfica, se observó que el valor en el mercado de los equipos de alto rendimiento para la evaluación de cualquiera de los dos indicadores es elevado, puesto que la mitad de los encuestados indicaron que la inversión es superior a los 500 millones de pesos, mientras que ninguna persona contestó que se estima una inversión menor a 100 millones de pesos, lo que ratifica que no hay equipos económicos en el mercado para prestar este tipo de servicios.

Figura 7

Postura de los empleados respecto a que cada vez más se exija desde los pliegos el uso de equipos de alto rendimiento salvaguardando la seguridad del personal expuesto al riesgo vial.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 11 de la encuesta realizada (2024).

Con base en la figura, los datos permiten apreciar una posición muy marcada hacia que los empleados están de acuerdo con las nuevas exigencias de los pliegos, puesto que al involucrar la seguridad de los empleados de campo de la empresa se puede apreciar de manera más fácil las razones por las que las entidades exigen este tipo de equipos, ya que no solo se trata de incrementar el rendimiento de las evaluaciones sino también de proteger al personal involucrado.

Tabla 7

Tiempo desde que le empezaron a exigir el uso de equipos de alto rendimiento reemplazando las cuadrillas de personal caminando para medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños a la empresa donde labora.

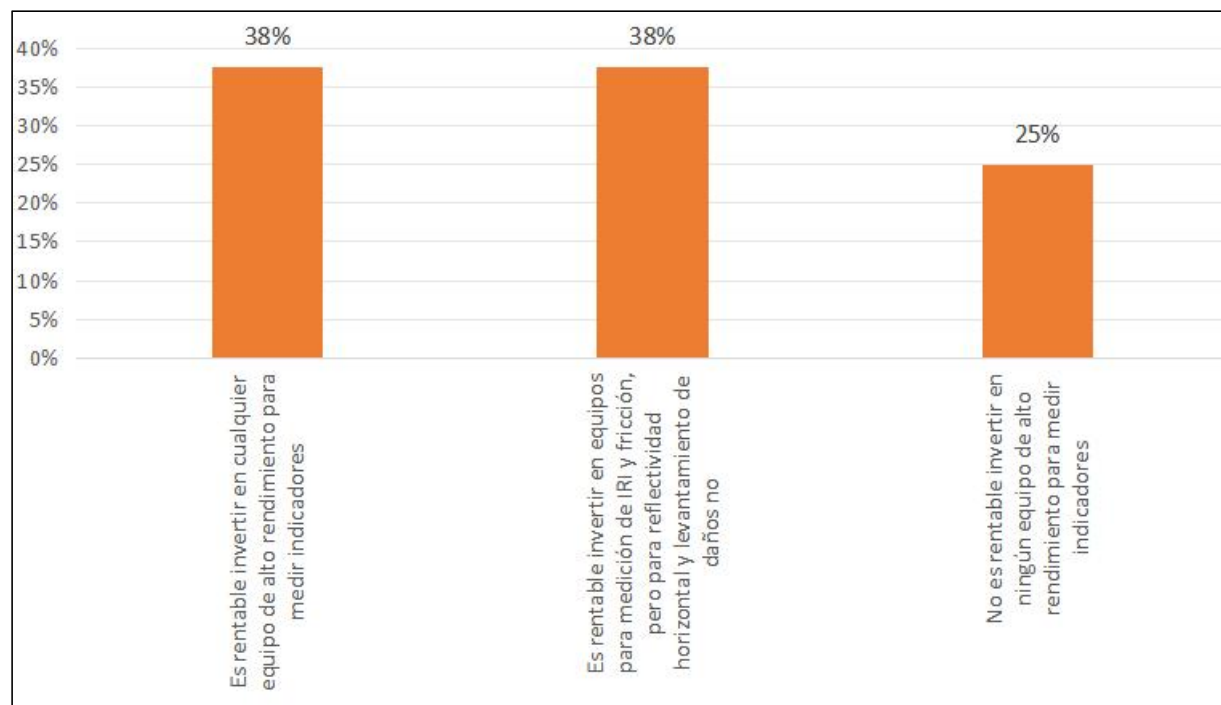
Criterio	Hace más de 10 años	Entre hace 5 y 10 años	Entre hace 2 y 5 años	Hace menos de 2 años	Todavía no me han exigido estos equipos en los proyectos
% de encuestados	0%	13%	63%	21%	4%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 13 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la tabla, se observó que la gran mayoría de los empleados encuestados (el 84%) trabajan en empresas a las que le han venido exigiendo el uso de equipos de alto rendimiento hace menos de 5 años, reflejando que las entidades públicas y privadas han venido actualizando sus pliegos para las licitaciones conforme avanza la tecnología, cosa que hace más de 5 años, si bien ya existían este tipo de equipos en el mercado a nivel mundial, habían tan pocas empresas a nivel nacional que los tuvieran que exigirlos en los pliegos no era viable.

Figura 8

Consideración sobre si es rentable invertir en la compra de equipos de alto rendimiento para auscultación vial considerando los precios que se pagan en el mercado por las mediciones de indicadores.



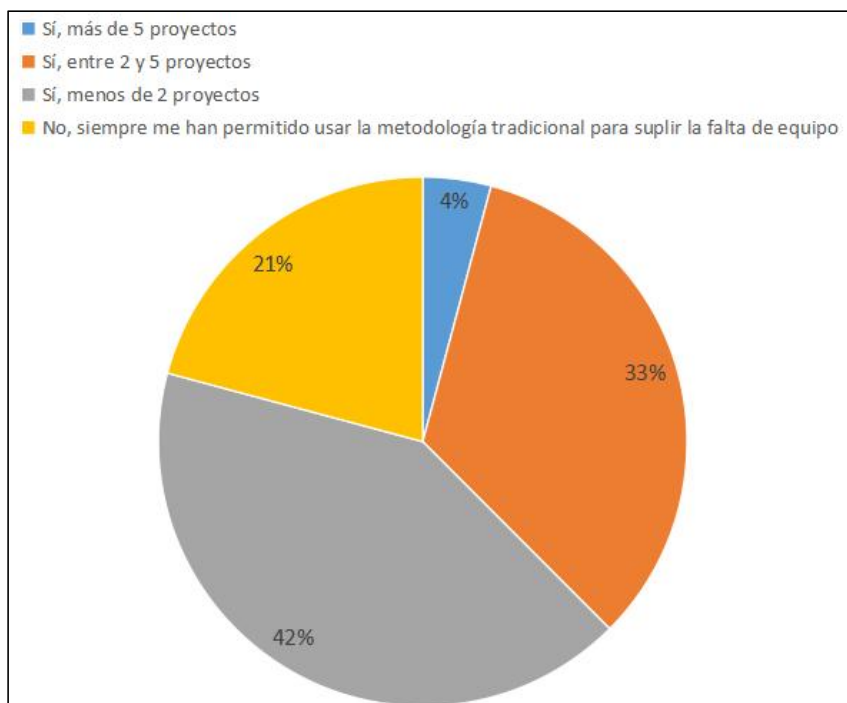
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 14 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la gráfica, se observó que hay un empate en la mayor proporción en donde los encuestados indican que sí consideran rentable invertir tanto en cualquier tipo de equipo de alto rendimiento para medir indicadores, como únicamente para medir IRI y fricción, pero no para los indicadores asociados a la presente investigación.

Teniendo en cuenta que los equipos para medir IRI y fricción existen en el mercado hace más de 15 años y se ha demostrado con creces su rentabilidad, igualar dicha proporción es un buen indicio de que las empresas se están adaptando y apostando a las nuevas tecnologías para los demás servicios.

Figura 9

Cantidad de proyectos que la empresa donde labora ha perdido o no ha podido presentar licitación o cotización debido a que no cuenta con disponibilidad para llevar a cabo la medición de reflectividad horizontal o levantamiento de daños con equipo de alto rendimiento.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 15 de la encuesta realizada (2024).

Con base en la figura, los datos permiten apreciar una posición muy marcada hacia que, a raíz de no contar con disponibilidad para llevar a cabo la medición de reflectividad horizontal o levantamiento de daños con equipo de alto rendimiento, las empresas han perdido o no se han podido presentar a proyectos con este tipo de exigencias. Si bien a la fecha no ha sido mucha la cantidad ya que el porcentaje de mayor a 5 proyectos es mínimo, con el tiempo se espera que esta situación continúe pasando por lo que es indispensable por lo menos, contar con un aliado estratégico que cuente con el equipo para subcontratar el servicio en caso tal.

Tabla 8

Consideración y motivo sobre si el personal operativo de campo (operador y conductor) está conforme con el cambio de metodología hacia equipos de alto rendimiento.

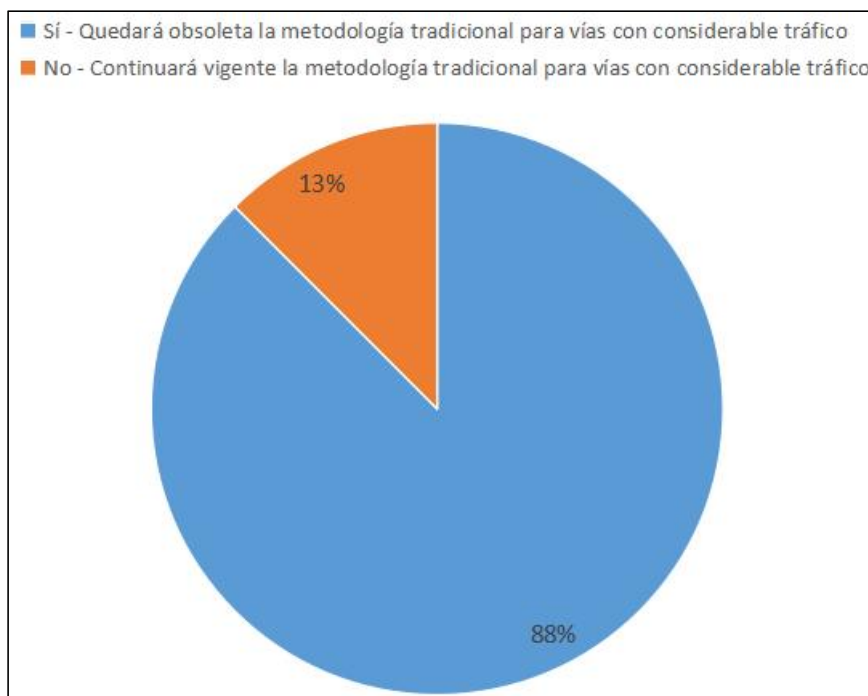
Criterio	Sí, dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos	Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo	No, dado que se reduce la cantidad de días y viáticos por proyecto	No, dado que se reduce el pago total por un mismo proyecto
% de encuestados	47%	38%	9%	6%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 16 de la encuesta realizada (2024).

A partir de los resultados reportados en la tabla, se aprecia que en un 85%, los empleados consideran que el personal operativo de campo (operador y conductor) está conforme con el cambio de metodología hacia equipos de alto rendimiento ya sea porque se reducen los riesgos a los que están expuestos o porque se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo, aunque realizando un análisis enfocado únicamente en el empleado de campo, la mayor razón coincide con la moda del reporte, ya que al personal de campo le interesa su propia seguridad por encima de la cantidad de proyectos que ejecuten en un periodo de tiempo, aspecto que le interesa mucho más al personal directivo y financiero de la empresa con el fin de atender la mayor cantidad de clientes y proyectos, lo que incrementa los ingresos.

Figura 10

Empleados que consideran que en un futuro cercano (panorama menor a 5 años) debido a las exigencias SST quedará por completo obsoleta la metodología tradicional para medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en vías con considerable tráfico.



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados en la Pregunta No. 17 de la encuesta realizada (2024).

Con base en la figura, los datos reflejan una gran tendencia hacia que los empleados que trabajan en empresas que presten servicios de auscultación vial a nivel país, consideran que en un futuro cercano (panorama menor a 5 años) debido a las exigencias SST quedará por completo obsoleta la metodología tradicional para medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en vías con considerable tráfico, lo cual muestra la comprensión y el valor que le dan a la seguridad del personal de campo, quien es tan importante para recopilar la información requerida para la ejecución de los proyectos que realiza la empresa.

5.2.Recomendaciones

Dado que la metodología tradicional para realizar tanto la evaluación de reflectividad horizontal como el levantamiento de daños en proyectos viales por medio de cuadrillas caminando incrementa los tiempos en los proyectos debido al bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo (datos recopilados en las Preguntas No. 18 y No. 19 de la encuesta realizada, 2024), es necesario que las empresas que ejecuten proyectos de este tipo se apoyen en las nuevas tecnologías y adquieran equipos de alto rendimiento que permitan realizar este tipo de evaluaciones de forma automatizada al circular en un vehículo con el fin de mejorar considerablemente los tiempos de entrega de los proyectos, mejoría que si bien se puede lograr llevando a cabo un procesamiento de imágenes de manera manual con ingenieros en oficina, se puede reducir en mayor medida si se combina con nuevas herramientas como la inteligencia artificial para el procesamiento de imágenes en cuestión de segundos de acuerdo con lo planteado por Reyes-O. O. et al (2019) y Urbina Lara, C. I. (2020).

En la actualidad, si bien existen diversos equipos de alto rendimiento para el levantamiento de daños en pavimentos tales como son, según los datos recopilados en la Pregunta No. 10 de la encuesta realizada (2024), equipos de video con sistema láser para medir en 3D, equipos de video con sistema láser para medir en 2D, equipos de video sin sistema láser para medir en 2D y sistemas LiDAR sobre camioneta o dron, entre otros, el mejor equipo disponible en el mercado es el multi funcional MFV equipado con un sistema LCMS (Laser Crack Measurement System), equipo que no solo garantiza un óptimo rendimiento en campo al capturar información a velocidad de circulación vehicular, sino que también tiene incorporado un software para detección de daños de manera automatizada, por lo que el rendimiento de los proyectos se

incrementa considerablemente sin sacrificar la calidad o confiabilidad de los resultados. Cabe resaltar que la inversión que se debe realizar por un equipo de este tipo es bastante alta (datos recopilados en la Pregunta No. 8 de la encuesta realizada, 2024), y por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un análisis económico detallado estimando tipo y cantidad de proyectos que se pueden prestar en el año, así como su costo de adquisición sumando a mantenimiento y calibraciones periódicas.

Si bien los equipos para evaluación de reflectividad horizontal de manera puntual presentan la misma confiabilidad en los resultados que los equipos de alto rendimiento, la diferencia no radica únicamente en la reducción de los tiempos de entrega de los proyectos puesto que el equipo de alto rendimiento toma datos a velocidad de circulación vehicular y entrega la información digital evitando tanto caminar las vías con cuadrillas de personal, como digitar la información de manera manual, sino que adicionalmente se debe tener en cuenta que en un futuro cercano (panorama menor a 5 años) debido a las exigencias SST y a los nuevos pliegos de condiciones que se han venido actualizando conforme avanza la tecnología, los equipos puntuales quedarán obsoletos en el mercado (datos recopilados en las Preguntas No. 13 y No. 17 de la encuesta realizada, 2024) por lo que no se recomienda realizar inversiones en este tipo de equipos aun cuando su valor de adquisición sea considerablemente menor al del equipo de alto rendimiento. En caso tal de considerar realizar una inversión en un equipo para la evaluación de este indicador, se recomienda con base en los datos recopilados en la Pregunta No. 9 de la encuesta realizada (2024), adquirir un retrorreflectómetro continuo 15/30 que mida una línea por recorrido, lo cual lo hace más fácil de operar puesto que no depende de tener una completa visibilidad en todos los carriles permanentemente, sino que el conductor se enfoca en seguir una

única línea por trayecto la cual queda evaluada con el espaciamiento que le indique el operador de campo.

5.3. Discusión

Analizando las investigaciones realizadas por Flórez Mesa, M. (2021) y Falla López, B. C. (2018), se aprecia que poseen posiciones contrarias respecto a la calidad de la información que se recopila con el equipo de video utilizado para el levantamiento de daños, pues Flórez Mesa, M. (2021) afirma que las patologías con componente vertical no se aprecian en las imágenes ortogonales que captura el equipo por lo que el índice de deformación ID no se obtiene con certeza; mientras que Falla López, B. C. (2018) concluye que el proceso de evaluación de los deterioros mediante la inspección visual presenta un mayor grado de incertidumbre comparado con el método automatizado, ya que este segundo disminuye el margen de error al presentar mayor precisión en la identificación y medición de los diferentes tipos de deterioros. Con base en los resultados obtenidos en la investigación, se corrobora la postura planteada por Flórez Mesa, M. (2021) ya que se obtuvo que existe disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo al emplear un equipo de video de alto rendimiento para el levantamiento de daños en comparación del utilizar la metodología tradicional de cuadrillas caminando, metodología que permite identificar con certeza cada uno de los daños siempre y cuando el personal que realice los trabajos de campo tenga un adecuado conocimiento de las patologías y experiencia en el levantamiento manual de daños. En general, las imágenes obtenidas con cualquier tipo de equipo de video fabricado para levantamiento de daños, permiten identificar de manera muy precisa los deterioros asociados a fisuración, pero a partir de imágenes no es posible detectar deterioros asociados a deformación, por lo que la única manera que existe

actualmente para estimarlos con certeza es empleando un equipo de video con sistema láser para medir en 3D, el cual fue el empleado en la investigación desarrollada por Falla López, B. C. (2018).

En los hallazgos de la presente investigación, Tello-C. L., et al (2021) obtuvieron que la metodología planteada para la evaluación de deterioros usando técnicas de fotogrametría terrestre presentó un tiempo de procesamiento en oficina muy elevado por imagen, lo cual representaría un incremento considerable en tiempo de ingenieros a la hora de elaborar un informe, es por ello que se está totalmente de acuerdo con lo planteado por Reyes-O. O. et al (2019) y Urbina Lara, C. I. (2020), quienes proponen la implementación de técnicas de inteligencia artificial para el procesamiento digital de imágenes y desarrollar un algoritmo que detecte, clasifique y analice la severidad de grietas presentes en imágenes de carpeta asfáltica capturadas por el equipo LCMS en carreteras respectivamente. Cabe resaltar, que si bien no fue una investigación enfocada en daños, Abou Zahr, A. I. (2023) obtuvo que con su modelo en cascada y código en OpenCV se detecta la presencia y ausencia de señales horizontales de manera automática, por lo que es posible lograr implementar tecnologías de este tipo no solo para señales horizontales sino también para daños del pavimento de modo que se optimice el tiempo de ingenieros en oficina así como incrementar la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo gracias a la inteligencia artificial, aspectos que potenciarían en gran medida los proyectos de evaluación de este tipo de indicadores en las vías tanto en Colombia como a nivel internacional.

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se observó que desde hace 5 años aproximadamente, los pliegos de contratación han venido exigiendo el uso de equipos de

alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños, exigencias que adicional a incrementar la seguridad del personal expuesto al riesgo vial, reflejan que las entidades públicas y privadas han venido actualizando sus pliegos para las licitaciones conforme avanza la tecnología, y por lo tanto, las empresas que no cuenten con disponibilidad para llevar a cabo estas evaluaciones con equipos, por lo menos, por medio de un aliado estratégico que cuente con el equipo para subcontratar el servicio en caso tal, perderán las licitaciones o no se podrán presentar a proyectos de este tipo. Esto corrobora lo planteado por Domínguez, M. G. L., Salazar, A. P., Mondragón, F. C., & González, O. S. (2022), quienes concluyeron que la elaboración de protocolos de verificación de los equipos de alto rendimiento es importante para cumplir con las necesidades actuales del país y ayudar a trazar la línea base para las exigencias de las carreteras del futuro, exigencias que inician principalmente en los pliegos de licitación para concesiones viales, vías intermunicipales o autopistas urbanas, vías a las que principalmente se les evalúan indicadores.

Respecto a la metodología tradicional de realizar el levantamiento de daños con cuadrillas caminando, a partir de los resultados obtenidos en la investigación se obtuvo que esta metodología incrementa los tiempos en los proyectos debido al bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo ya que el personal se debe desplazar a pie por las vías estando expuesto al tránsito permanente por lo que deben circular con cuidado por la berma y tomar el dato cuando se haya desviado el tránsito, lo que reduce considerablemente la cantidad de kilómetros que se pueden evaluar por jornada de trabajo, esto sin sumar la probabilidad de que llueva y obligue a suspender actividades o de una incapacidad de personal por cualquier motivo asociado a la larga exposición a la intemperie. Este hallazgo coincide con lo planteado por Falla López, B. C. (2018), quien indica que la evaluación automatizada permite realizar la

evaluación en un menor tiempo ya que equipos automatizados como el multi funcional MFV equipado con un sistema LCMS (Laser Crack Measurement System), evalúan gran cantidad de kilómetros por cada jornada de trabajo siempre y cuando no se presenten lluvias que impidan el capturar las imágenes debido a empozamientos de agua.

6. CONCLUSIONES

La principal causa raíz y factor que incrementa los tiempos de entrega de los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición, es el bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo ya que el personal se debe desplazar a pie por vías en las que está permanentemente expuesto al tránsito, por lo que debe circular con cuidado por la berma y tomar el dato cuando los controladores de tráfico hayan desviado el tránsito vehicular, factor que reduce considerablemente la cantidad de kilómetros que se pueden levantar en campo por jornada de trabajo, rendimiento que disminuye mucho más si se suma que al requerir más tiempo en campo para la evaluación, la probabilidad de que llueva aumenta lo que obligaría a suspender actividades, o que debido a la larga exposición a la intemperie a diario algún empleado se incapacite. Adicional al aspecto de toma de información en campo que es el que más relevancia tiene, a partir de la presente investigación se concluye adicionalmente que la transcripción de la información levantada de forma manual en campo sumada al procesamiento de información que llevan a cabo los ingenieros de oficina de forma manual incrementa aún más el tiempo de entrega final del proyecto al cliente.

Actualmente en Colombia, existen diversas tecnologías para la ejecución de proyectos de evaluación de reflectividad horizontal, entre las que se destacan equipos de medición puntual y continua los cuales miden bajo la misma geometría 15/30 y garantizan la misma confiabilidad en los resultados, por lo que teniendo en cuenta que los avances tecnológicos buscan entre varios, aspectos, mejorar los tiempos de entrega de los proyectos, el equipo que mayor utilidad tiene en el mercado y cumple con todos los requisitos establecidos en los nuevos pliegos de condiciones,

es el retrorreflectómetro continuo 15/30 que mide una línea por recorrido, equipo que posee como ventaja adicional lo fácil que es de operar puesto que no depende de tener una completa visibilidad en todos los carriles permanentemente como sí lo requiere el equipo que mide varias líneas por recorrido, el cual si bien posee una tecnología superior que le permite reducir la cantidad de pasadas que debe realizar el vehículo, tiempo y gasolina, la permanente circulación de vehículos por todos los carriles tan común en las vías del país, inviabiliza invertir en dicho equipo y es por este motivo que el equipo que mide una línea por recorrido posee mayor fuerza en el mercado de la auscultación vial para vías concesionadas.

En Colombia, para la ejecución de proyectos de levantamiento de daños en pavimentos, existen diversos equipos de alto rendimiento entre los que se destacan los equipos de video con sistema láser para medir en 3D y los equipos de video sin sistema láser para medir en 2D, equipo más costoso y más económico del mercado respectivamente que difieren principalmente en la calidad de la información levantada en campo, puesto que el sistema láser en 3D permite medir deformaciones con precisión, mientras que un equipo de video sin este sistema, únicamente es apto para medir daños de tipo agrietamiento. Con base en la presente investigación, se concluye que el mejor equipo del mercado para el levantamiento de daños es el multi funcional MFV equipado con un sistema LCMS (Laser Crack Measurement System), equipo que no solo garantiza un óptimo rendimiento en campo al capturar información a velocidad de circulación vehicular, sino que también tiene incorporado un software para detección de daños de manera automatizada, por lo que el rendimiento de los proyectos se incrementa considerablemente sin sacrificar la calidad o confiabilidad de los resultados.

Considerando que desde hace 5 años aproximadamente, las entidades han venido actualizando los pliegos para las licitaciones conforme avanza la tecnología, en estos se ha venido exigiendo el uso de equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños, por lo que se considera necesario que las empresas que ejecuten proyectos de este tipo implementen las metodologías y/o tecnologías identificadas y recomendadas en la presente investigación para no solo no perder la posibilidad de licitar o presentarse a proyectos de este tipo, sino que la adopción de estas tecnologías les permitiría mejorar los tiempos de entrega de los proyectos ya que los equipos de alto rendimiento realizan este tipo de evaluaciones de forma automatizada al circular en un vehículo a velocidades similares a las del tráfico, lo cual complementado con nuevas herramientas como la inteligencia artificial para el procesamiento de imágenes en cuestión de segundos, reduciría aún más el tiempo de entrega final del proyecto al cliente. Esta implementación de tecnología si bien tiende a ser obligatoria dado que incrementa la seguridad del personal de campo por lo que en un futuro cercano será parte de las exigencias SST de los clientes, no implica únicamente que la empresa deba realizar inversiones de tal magnitud, sino que siempre existen la posibilidad de adquirir en el mercado un aliado estratégico para adquirir algún equipo en conjunto o que ya cuente con el equipo para subcontratar el servicio en caso tal de que se requiera atender a un cliente.

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se valida la hipótesis planteada, puesto que la incorporación de equipos y nuevas tecnologías en los proyectos de evaluación de reflectividad horizontal y levantamiento de daños, permitiría mejorar los tiempos de entrega de los proyectos (gestión del cronograma) ejecutados para las concesiones viales tanto por la empresa AIM Ingenieros S.A.S. en Colombia como todas las demás empresas que ejecuten proyectos de este tipo, ya que al apoyarse en las nuevas tecnologías adquiriendo equipos de alto

rendimiento que permitan realizar este tipo de evaluaciones de forma automatizada al circular en un vehículo, se logra mejorar considerablemente los tiempos de entrega de los proyectos, cronograma que se puede reducir en mayor medida si se combina con nuevas herramientas como la inteligencia artificial para el procesamiento de imágenes en cuestión de segundos.

Para poder llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación, se evidenció como limitación respecto a la población y muestra a encuestar, que dado que la población corresponde a empleados de las áreas técnica, gerencial o comercial que pertenezcan a empresas que presten el servicio de ejecución de proyectos de auscultación vial dentro del territorio colombiano independientemente de la metodología que utilicen (tradicional o equipos de alto rendimiento), abarcando todo el territorio nacional en total existen 14 empresas, por lo que estimando que por empresa exista por lo menos 1 empleado en cada área, la población para la presente investigación era de 42 personas y el tamaño de la muestra considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5% debía ser de 39 empleados, pero en el desarrollo de la investigación, la encuesta únicamente pudo ser realizada a 24 empleados que accedieron a participar (el 62% de la muestra calculada). Esto se debe a que como hay pocas empresas a nivel país que ejecuten este tipo de proyectos, al calcular la muestra se obtiene que prácticamente se debe encuestar a toda la población, pero desde mi ámbito laboral no poseo relación comercial con 4 de las 14 empresas que componen la población, por lo que únicamente fue posible solicitar encuestar a personal de 10 de empresas, implicando que de los potenciales 30 empleados a encuestar, se recopiló información del 80% de ellos, información a partir de la cual se llevó a cabo el desarrollo por completo de la presente investigación.

REFERENCIAS

Abou Zahr, A. I. (2023). Introducción a la automatización de inspecciones de seguridad vial relativas a sistemas de contención y señalización. Aplicación práctica a la CV-31, PK 0, 0 a 4, 3 (TM Paterna y Godella). UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.

Agencia Nacional de Infraestructura ANI (1994). Contrato de Concesión No. 664 de 1994. Proyecto de infraestructura de primera generación (1G) “Desarrollo Vial de Norte de Bogotá – DEVINORTE.

Agencia Nacional de Infraestructura ANI (2023). ANEXO TÉCNICO 4 HOJA DE DATOS, METODOLOGÍA Y PLAN DE CARGAS DE TRABAJO - INTERVENTORÍA INTEGRAL QUE INCLUYE, PERO NO SE LIMITA A: LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, CONTABLE, JURÍDICA, SOCIAL, PREDIAL, JURÍDICO PREDIAL, AMBIENTAL, ADMINISTRATIVA, DE SEGUROS, RIESGOS, OPERATIVA, MANTENIMIENTO, ADMINISTRATIVA DE AFORO Y RECAUDO Y DE GESTIÓN DE CALIDAD AL CONTRATO DE CONCESIÓN NO. 113 DE 1997, PROYECTO DESARROLLO VIAL ARMENIA PEREIRA MANIZALES (p. 70).

Agencia Nacional de Infraestructura ANI (2014). APENDICE TÉCNICO 4 INDICADORES, CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No VJ-VE-APP-IPB-004. (pp. 5-20).

https://www.ani.gov.co/sites/default/files/11._apendice_tecnico_4_indicadores.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. ¿qué es una concesión?. <https://www.ani.gov.co/>

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. ¿Qué es la ANI?.

https://www.ani.gov.co/sites/default/files/u785/1_que_es_la_ani_.pdf

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. Contrato de concesión bajo el esquema de APP No [•]
de [•], Parte general.

https://www.ani.gov.co/sites/default/files/contrato_de_concesion_bajo_esquema_de_app_1.pdf

Alzate Zuluaga, S. (2019). Sistema de clasificación de severidad de daños en pavimentos flexibles para determinar posibles intervenciones. UNIVERSIDAD EIA.

<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2344>

Arminta, G. (2023). Medición de retrorreflectividad de la señalización horizontal en las vías del corredor vial Guadalupe – Ica – Palpa - Nasca y desvío Marcona – Chala - Atico. Universidad Peruana Unión.

<https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/9fc1a1f4-fd02-4398-82dc-f44235123855/content>

Beltrán Romero, K. J., & Murcia Aroca, V. (2021). Diagnóstico de seguridad vial del entorno comercial entre la calle 72 y la Diagonal 72 con carrera 101 de la localidad Engativá (Doctoral dissertation, Pregrado Ingeniería Civil). Universidad Santo Tomás.

<https://repositorio.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/38456/2021valeriamurcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bernal, C. A. (2016). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (pp.116-140). Pearson Educación.

Cárdenas Lemus, D. R., Holguín Rojas, O. F., & Zabala Muñoz, S. J. (2019). Auscultación visual realizada mediante el Drone Dji Phantom 4 pro, con implementación de metodologías Vizir y Pci para pavimentos flexibles en la Carrera 69b Sur entre la Avenida Primera de Mayo y Calle 9 a Sur-Barrio Villa Claudia-Ciudad Bogotá (Doctoral dissertation). UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.

Concesión vial de los llanos. <https://cllanos.co/que-es-una-concesion-y-en-que-invierte-el-dinero-que-recauda-por-peajes>

Congreso de Colombia (1993). Ley 80. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración PÚBLICA. 28 de octubre de 1993. D. O. No. 41094.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=304>

Cruz, J. (2018). ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CANTÓN PALLATANGA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8449/1/112T0058.pdf>

De Solminihaç, H., Echaveguren, T., & Chamorro, A. (2019). Gestión de infraestructura vial.

Alpha Editorial.

https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es&id=En54EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=tecnologia+en+auscultacion+vial&ots=7iGse47JAX&sig=sQKf7b3ATub06OmEjILTVucJnwg&redir_esc=y#v=onepage&q=tecnologia%20en%20auscultacion%20vial&f=false

Delgado, C. APLICACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD EN CONCESIONES DE

CARRETERAS EN ESPAÑA. (p. 3). Universidad Politécnica de Madrid.

<https://www2.caminos.upm.es/Departamentos/construccion/Economia/catedra/doc/indicadores%20de%20calidad.pdf>

Domínguez, M. G. L., Salazar, A. P., Mondragón, F. C., & González, O. S. (2022). Equipos de alto rendimiento para la determinación del coeficiente de retrorreflexión. Instituto Mexicano del Transporte.

<http://www.grupoloma.intec.org.gob.iamsa.securityips.dalinde.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt711.pdf>

Enciclopedia de ejemplos. Justificación (de trabajo o investigación). <https://www.ejemplos.co/7-ejemplos-de-justificacion-de-trabajo-o-investigacion/>

Falla López, B. C. (2018). Evaluación de la condición estructural y funcional en pavimentos articulados, mediante pruebas no destructivas en la carrera 76 entre las calles 170 y 175 de la ciudad de Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada.

Flórez Mesa, M. (2021). Evaluación del uso de sensores remotos en la identificación de patologías superficiales en el pavimento (Doctoral dissertation, Universidad Santo Tomás).

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43154/2022martinflorez.pdf?sequence=10&isAllowed=y>

Frederick D (2018). Teoría neoclásica. <https://enciclopediaeconomica.com/teoria-neoclasica/>

Guzmán C., L. C. (2019). Naturaleza jurídica del contrato de concesión de obra por vía de asociaciones público-privadas: fortalezas y deficiencias. Revista IUSTA, núm. 51.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560360081007>

Herrera Advincula, Y. B. (2022). Gestión de proyectos en la ejecución de inversiones de infraestructura vial en un gobierno regional, Universidad César Vallejo, Perú.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100183>

Ingevial (2024). Medición de retroreflectividad. <https://idcorp.pe/medicion-de-retroreflectividad/>

Instituto Nacional de Vías INVIAS (2022). Especificaciones generales de construcción de carreteras. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/14480-especificaciones-generales-de-construccion-de-carreteras-2022-1>

Municipalidad Metropolitana de Lima (2012). CONTRATO DE CONCESIÓN DEL PROYECTO VÍAS NUEVAS DE LIMA. (pp. 15-21).

https://rutasdelima.pe/pdf/contrato_concesion.pdf

Pérez A. (2020). Auscultación en carreteras nacionales y evaluación superficial en carreteras.

Instituto Mexicano del Transporte. <https://www.gob.mx/imt/es/articulos/auscultacion-en-carreteras-nacionales-y-evaluacion-superficial-en-carreteras#:~:text=A%20su%20vez%2C%20la%20auscultaci%C3%B3n,en%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20carreteras.>

Pontificia Universidad Católica del Perú (2019). <https://investigacion.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2019/04/ejemplos-de-los-pci-desarrollados-todos-los-casos>

Presidencia de la república (2012). Ley 1508. Por la cual se establece el régimen jurídico de las

Asociaciones Público Privadas, se dictan normas orgánicas de presupuesto y se dictan otras disposiciones. 10 de enero de 2012. D. O. No. 48308.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=45329>

QuestionPro. Calculadora de tamaño de muestras para tu investigación.

https://www.questionpro.com/es/calculadora-de-muestra.html#calculadora_de_muestra

Reyes-O., O. et al (2019) TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL UTILIZADAS EN EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES Y SU APLICACIÓN EN EL ANÁLISIS DE PAVIMENTOS. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Colombia.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149258931014>

Rojas Hidalgo, E. A. (2023). Grado de desempeño de la demarcación vial para cumplir niveles de servicio tramo Huancavelica-Lircay.

https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5785/T037_08096508_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

TeamSystem. Software DELSOL. Muestreo probabilístico o no probabilístico.

<https://www.sdelsol.com/glosario/muestreo-probabilistico-o-no/>

Tello-C., L., et al (2021). Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344264813013>

Urbina Lara, C. I. (2020). Detección y clasificación de grietas en asfalto mediante redes convolucionales y procesamiento de imágenes. UNIVERSIDAD DE CHILE.
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177908>

Vallejos, C. M. C., & Bayona, G. I. P. (2021), Manual de seguridad vial para aumentar los niveles de infraestructura en las carreteras del Perú. Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación, 5(38), 179-196.

ANEXOS

Como anexo a la presente investigación, a continuación, se presenta de manera detallada los datos obtenidos en cada una de las preguntas que compone la encuesta realizada a los 24 empleados que participaron en la investigación, de quienes por motivo de confidencialidad, se reservará mencionar en cuál empresa del sector trabajan.

PREGUNTA	1	2	3
ENCUESTADO	P1. ¿Está de acuerdo con la declaración inicial y desea continuar con la encuesta?	P2. ¿La empresa donde labora posee equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños?	P3. ¿Ha detectado alguna de las siguientes ventajas al realizar proyectos de medición de reflectividad horizontal en los siguientes aspectos?. Puede seleccionar más de una opción.
1	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
2	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
3	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
4	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
5	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
6	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
7	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
8	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía
9	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	
10	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	
11	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	
12	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
13	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
14	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
15	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
16	Sí	Posee equipo para el levantamiento de daños	
17	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
18	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
19	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente
20	Sí	Posee equipos para la medición de ambos indicadores	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
21	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	
22	Sí	Posee equipos para medición de indicadores diferentes a los mencionados	
23	Sí	Posee equipo para la medición de reflectividad horizontal	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
24	Sí	Posee equipo para la medición de reflectividad horizontal	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PREGUNTA	4	5
ENCUESTADO	P4. ¿Ha detectado alguna de las siguientes desventajas al realizar proyectos de medición de reflectividad horizontal en los siguientes aspectos?. Puede seleccionar más de una opción.	P5. ¿Ha detectado alguna de las siguientes ventajas al realizar proyectos de levantamiento de daños en los siguientes aspectos?. Puede seleccionar más de una opción.
1		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
2		Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
3		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
4		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
5		Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
6	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
7	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
8	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
9		
10		
11		
12		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
13		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
14		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
15		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
16		Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
17	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente
18	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	Incremento de seguridad del personal que toma las mediciones en la vía, Reducción de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
19	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
20	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	Reducción del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Incremento en el cumplimiento de requisitos contractuales para cotizar mediciones
21		
22		
23	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	
24	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente	

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PREGUNTA	6	7	8
ENCUESTADO	P6. ¿Ha detectado alguna de las siguientes desventajas al realizar proyectos de levantamiento de daños en los siguientes aspectos?. Puede seleccionar más de una opción.	P7. ¿En la empresa donde labora, tienen considerado invertir en equipos de alto rendimiento para la medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños?	P8. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en estos equipos, ¿de cuánto monto se trata aproximadamente la inversión realizada o considerada?
1	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	Sí	Entre 100 y 300 millones de pesos
2	Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	Sí	Entre 100 y 300 millones de pesos
3	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	Sí	Entre 100 y 300 millones de pesos
4	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	Sí	Entre 100 y 300 millones de pesos
5	Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	Sí	Entre 100 y 300 millones de pesos
6	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
7	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
8	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
9		Sí	Entre 300 y 500 millones de pesos
10		Sí	Entre 300 y 500 millones de pesos
11		Sí	Entre 300 y 500 millones de pesos
12	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
13	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
14	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
15	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
16	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
17	Disminución en el precio por kilómetro pagado por el cliente, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
18	Incremento del tiempo entre inicio de medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
19	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo	No	Mayor a 500 millones de pesos
20	Incremento de costos directos asociados a la medición y entrega de informe al cliente, Disminución de rentabilidad al tener que asumir una cuota por el pago del equipo, Disminución de la calidad y/o confiabilidad de la información obtenida en campo	No	Mayor a 500 millones de pesos
21		No	Entre 100 y 300 millones de pesos
22		No	Entre 100 y 300 millones de pesos
23		No	Entre 300 y 500 millones de pesos
24		No	Entre 300 y 500 millones de pesos

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PREGUNTA	9	10	11
ENCUESTADO	P9. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en equipos de alto rendimiento para medición de reflectividad horizontal, ¿en qué tipo de equipo realizó o considera realizar la inversión?	P10. Si la empresa ha invertido o tiene considerado invertir en equipos de alto rendimiento para levantamiento de daños, ¿en qué tipo de equipo realizó o considera realizar la inversión?	P11. ¿Está de acuerdo con que cada vez más se exija desde los pliegos el uso de equipos de alto rendimiento salvaguardando la seguridad del personal expuesto al riesgo vial?
1	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
2	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
3	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
4	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
5	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
6	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
7	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
8	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
9	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Sistema LiDAR sobre camioneta o dron	Totalmente en desacuerdo
10	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Sistema LiDAR sobre camioneta o dron	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
11	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Sistema LiDAR sobre camioneta o dron	Totalmente en desacuerdo
12	No ha invertido ni considera invertir	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
13	No ha invertido ni considera invertir	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
14	No ha invertido ni considera invertir	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
15	No ha invertido ni considera invertir	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Totalmente de acuerdo
16	No ha invertido ni considera invertir	Equipo de video con sistema láser para medir en 3D	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
17	Retrorreflectómetro 15/30 que mide varias líneas por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
18	Retrorreflectómetro 15/30 que mide varias líneas por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
19	Retrorreflectómetro 15/30 que mide varias líneas por recorrido	Equipo de video sin sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
20	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	Equipo de video con sistema láser para medir en 2D	Totalmente de acuerdo
21	No ha invertido ni considera invertir	No ha invertido ni considera invertir	Ni en acuerdo ni en desacuerdo
22	No ha invertido ni considera invertir	No ha invertido ni considera invertir	Totalmente en desacuerdo
23	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	No ha invertido ni considera invertir	Totalmente de acuerdo
24	Retrorreflectómetro 15/30 que mide una línea por recorrido	No ha invertido ni considera invertir	Totalmente de acuerdo

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PREGUNTA	12	13
ENCUESTADO	P12. Si estuviera en su poder decidir qué metodología utilizar en las mediciones viales, ¿preferiría realizar la medición con metodología tradicional empleando cuadrillas de personal que caminen las vías con equipos de medición?	P13. Teniendo en cuenta proyectos ejecutados con equipos de alto rendimiento propios o con subcontratados, indicar hace cuánto tiempo le empezaron a exigir el uso de este tipo de equipos reemplazando las cuadrillas de personal caminando para medición de reflectividad horizontal y/o levantamiento de daños.
1	Sí	Entre hace 2 y 5 años
2	Sí	Hace menos de 2 años
3	No	Entre hace 2 y 5 años
4	Sí	Entre hace 2 y 5 años
5	Sí	Entre hace 2 y 5 años
6	No	Entre hace 2 y 5 años
7	Sí	Hace menos de 2 años
8	No	Entre hace 2 y 5 años
9	Sí	Entre hace 2 y 5 años
10	Sí	Entre hace 2 y 5 años
11	No	Hace menos de 2 años
12	Sí	Entre hace 2 y 5 años
13	No	Entre hace 5 y 10 años
14	No	Entre hace 2 y 5 años
15	Sí	Hace menos de 2 años
16	No	Entre hace 2 y 5 años
17	No	Entre hace 2 y 5 años
18	Sí	Entre hace 2 y 5 años
19	No	Hace menos de 2 años
20	Sí	Entre hace 2 y 5 años
21	Sí	Todavía no me han exigido estos equipos en los proyectos
22	Sí	Entre hace 2 y 5 años
23	No	Entre hace 5 y 10 años
24	No	Entre hace 5 y 10 años

ESTRATEGIA PARA MEJORAR TIEMPOS DE ENTREGA EN PROYECTOS DE EVALUACIÓN VIAL

PREGUNTA	14	15	16
ENCUESTADO	P14. ¿Considera que para los precios que se pagan en el mercado las mediciones de indicadores, es rentable invertir en la compra de equipos de alto rendimiento para auscultación vial?	P15. ¿Ha perdido o no se han podido presentar a alguna licitación o cotización por no contar con disponibilidad para llevar a cabo la medición de reflectividad horizontal o levantamiento de daños con equipo de alto rendimiento?	P16. ¿Considera que el personal operativo de campo (operador y conductor) está conforme con el cambio de metodología hacia equipos de alto rendimiento?
1	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
2	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
3	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
4	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
5	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	No, dado que se reduce la cantidad de días y viáticos por proyecto
6	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
7	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
8	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
9	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
10	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
11	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo	No, dado que se reduce la cantidad de días y viáticos por proyecto
12	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
13	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
14	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
15	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
16	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, entre 2 y 5 proyectos	No, dado que se reduce el pago total por un mismo proyecto
17	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
18	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, entre 2 y 5 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
19	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
20	Es rentable invertir en equipos para medición de IRI y fricción, pero para reflectividad horizontal y levantamiento de daños no	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
21	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, entre 2 y 5 proyectos	No, dado que se reduce la cantidad de días y viáticos por proyecto
22	No es rentable invertir en ningún equipo de alto rendimiento para medir indicadores	No, siempre me han permitido usar la metodología tradicional para suplir la falta de equipo	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos
23	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, menos de 2 proyectos	Sí dado que se reducen los riesgos a los que están expuestos, Sí, dado que se pueden ejecutar mayor cantidad de proyectos en el mismo tiempo
24	Es rentable invertir en cualquier equipo de alto rendimiento para medir indicadores	Sí, más de 5 proyectos	No, dado que se reduce el pago total por un mismo proyecto

PREGUNTA	17	18
ENCUESTADO	P17. ¿Considera que en un futuro cercano debido a las exigencias SST quedará por completo obsoleta la metodología tradicional para medición de reflectividad horizontal y levantamiento de daños en vías con considerable tráfico? Con futuro cercano se entiende un panorama menor a 5 años.	P18. ¿Ha detectado alguno de los siguientes factores como causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de medición de reflectividad horizontal empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando? Puede seleccionar más de una opción.
1	Sí	Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo,
2	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
3	Sí	Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie, Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
4	No	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
5	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
6	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
7	Sí	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
8	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
9	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
10	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
11	No	Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
12	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie, Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
13	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
14	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
15	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
16	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
17	Sí	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
18	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
19	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
20	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
21	No	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie, Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
22	Sí	Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
23	Sí	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
24	Sí	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo

PREGUNTA	19
ENCUESTADO	P19. ¿Ha detectado alguno de los siguientes factores como causas que incrementan los tiempos de entrega de los proyectos de levantamiento de daños empleando la metodología tradicional de cuadrillas de personal caminando? Puede seleccionar más de una opción.
1	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
2	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
3	Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie, Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
4	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
5	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
6	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
7	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
8	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
9	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
10	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
11	Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
12	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie, Accidentes por la exposición al tránsito lo que se traduce en incapacidades
13	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
14	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
15	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
16	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
17	Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital
18	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
19	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
20	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo
21	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Elevado tiempo requerido para transcripción de información a formato digital, Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo
22	Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
23	Bajo rendimiento diario en la realización de mediciones de campo, Incapacidades de personal por la exposición diaria a la intemperie
24	Mayor probabilidad de que ocurran lluvias lo que obliga a suspender la actividad de campo