



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DE PRESTADORES DE SERVICIOS DE
SANEAMIENTO PARA SEGMENTAR EMPRESAS PRESTADORAS EN RÉGIMEN
DE APOYO TRANSITORIO**

**Línea de investigación:
Estadística y Bioestadística**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de
Licenciado en Estadística

Autor

Vera Diaz, Edgar Alejandro

Asesor

Bustillo Borja, Rubén Hernán

ORCID: 0000-0002-3648-6650

Jurado

Luján Campos, Yrma

Ruiz Arias, Raúl Alberto

Rivas Arguelles, José Walter

Lima - Perú

2025

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DE PRESTADORES DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO PARA SEGMENTAR EMPRESAS PRESTADORAS EN RÉGIMEN DE APOYO TRANSITORIO

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

ÍNDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

13%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www3.vivienda.gob.pe

Fuente de Internet

3%

2

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

3%

3

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

4

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.up.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

www.sunass.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

cjascience.com

Fuente de Internet

1%

9

www.researchgate.net

Fuente de Internet

1%

10

dokumen.pub

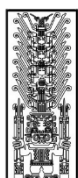
Fuente de Internet

<1%

11

Condori, Maricruz Andrade. "Influencia del análisis de la gestión del fondo de inversión en la toma de decisiones de las empresas"

<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DE PRESTADORES DE SERVICIOS
DE SANEAMIENTO PARA SEGMENTAR EMPRESAS PRESTADORAS EN
RÉGIMEN DE APOYO TRANSITORIO**

**Línea de investigación:
Estadística y Bioestadística**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Licenciado en
Estadística

Autor:

Vera Diaz, Edgar Alejandro

Asesor:

Bustillo Borja, Rubén Hernán

ORCID: 0000-0002-3648-6650

Jurado:

Luján Campos, Yrma

Ruiz Arias, Raúl Alberto

Rivas Arguelles, José Walter

Lima - Perú

2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa Blanca y mis hijos Nicolas y Mathías, que se constituyen en una fuente infinita de inspiración, fortaleza y amor; quienes han impulsado cada paso en este importante sendero académico teniendo como objetivo los deseos de proporcionales un futuro mejor, buscando incansablemente en constituirme en un modelo vital de que el esfuerzo y la perseverancia generan oportunidades de desarrollo y crecimiento en este mundo cada vez más competitivo.

Asimismo, este trabajo constituye un esfuerzo y contribución para efectivizar una mejor eficiencia y eficacia de los servicios públicos, con la finalidad de servir de mejor manera a los segmentos poblacionales que los demandan; por consiguiente, este esfuerzo se constituye no solamente en un logro académico, sino también la posibilidad de ratificar mi compromiso con la excelencia, los procesos de mejora continua y el aporte para la construcción de un Estado más inclusivo a través de la generación del conocimiento.

Índice

RESUMEN	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 Trayectoria del Autor.....	9
1.2 Descripción de la Institución donde labora	18
1.3 Organigrama de la Empresa	22
1.4 Áreas de funciones de desempeño	23
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA.....	25
2.1 Planteamiento del problema.	25
2.1.2 Pregunta general de investigación.....	28
2.1.3 Elementos que sustentan el desarrollo del tema.....	30
2.2 Objetivos e Hipótesis.....	32
2.2.1 Objetivo general	32
2.2.2 Objetivos específicos.....	32
2.2.3 Hipótesis.....	33
2.3 Metodología.....	35
2.3.1 Tipo y enfoque de investigación.	35
2.3.2 Población.....	36
2.3.3 Fuentes de información.	36
2.3.4 Técnicas de análisis estadístico.....	38
2.4 Resultados y análisis.	39
2.4.1 Correlación y regresión múltiple.....	39
2.4.2 Análisis de Componentes Principales (ACP).....	48
2.4.3 Análisis de Clúster	50
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA INSTITUCIÓN.....	57
IV. CONCLUSIONES.....	60
V. RECOMENDACIONES	62
VI. REFERENCIAS	64

Índice de tablas

Tabla 1	Dimensiones e Indicadores principales para el cálculo del IGPSS	26
Tabla 2	Variables de estudio	37
Tabla 3	Evaluación de la validez de los supuestos del modelo	46
Tabla 4	Relación de Cluster	54

Índice de figuras

Figura 1	<i>Portada de Documentos Estadísticos elaborados en favor del MTPE</i>	10
Figura 2	<i>Portada de Documentos Estadísticos elaborados</i>	11
Figura 3	<i>Estructura institucional del sector saneamiento</i>	22
Figura 4	<i>Organigrama del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS)</i>	23
Figura 5	<i>Matriz de Correlación entre Indicadores Multidimensionales y el IGPSS</i>	39
Figura 6	<i>Análisis de Residuo y Box Plot</i>	40
Figura 7	<i>Coeficientes estandarizados del modelo de regresión múltiple (con intervalos de confianza)</i>	42
Figura 8	<i>Scree plot (valores propios y varianza acumulada)</i>	48
Figura 9	<i>Contribución de cada variable a los 5 primeros Componentes Principales</i>	49
Figura 10	<i>Índices de validación del número óptimo de clústeres (ej. NbClust o curva del codo)</i>	51
Figura 11	<i>Mapa de calor del perfil promedio de indicadores por clúster</i>	52

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la relación entre el puntaje del Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) y los indicadores multidimensionales de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), a fin de segmentarlas e identificar variables clave para priorizar intervenciones técnicas y fortalecer la eficiencia institucional. **Método:** Investigación aplicada, cuantitativa, no experimental, longitudinal y correlacional, con 18 EPS intervenidas por el OTASS entre 2019 y 2023, utilizando fuentes de SUNASS y reportes económicos del OTASS, aplicando análisis descriptivo, regresión múltiple, componentes principales y clúster. **Resultados:** El modelo evidenció que cobertura de alcantarillado, micromedición, tratamiento de aguas residuales, gobernanza y seguridad del abastecimiento explican significativamente el IGPSS (R^2 ajustado = 0.8443); el ACP redujo trece indicadores a cinco factores que explican el 68.71 % de la variabilidad, y la segmentación agrupó a las EPS en cuatro tipologías de desempeño. **Conclusiones:** El IGPSS es una herramienta válida para el diagnóstico integral de las EPS bajo el RAT, orientando la planificación estratégica del OTASS, optimizando recursos y contribuyendo a la modernización del sector saneamiento.

Palabras clave: IGPSS, Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), Análisis Multivariado, Segmentación de EPS, desempeño regulatorio

ABSTRACT

Objective: To evaluate the relationship between the Management Index of Sanitation **Service** Providers (IGPSS) score and the multidimensional indicators of the Sanitation Service Companies (EPS) under the Transitional Support Regime (RAT), in order to segment them and identify key variables for prioritizing technical interventions and strengthening institutional efficiency. **Method:** Applied quantitative research, non-experimental, longitudinal and correlational, conducted with 18 EPS intervened by OTASS between 2019 and 2023, using SUNASS regulatory benchmarking and OTASS economic reports, applying descriptive analysis, multiple regression, principal component analysis (PCA) and cluster analysis. **Results:** The regression model showed that sewerage coverage, micromeasurement, wastewater treatment, governance and supply security significantly explain the IGPSS score (adjusted $R^2 = 0.8443$); PCA reduced thirteen indicators to five latent factors explaining 68.71% of total variability, and clustering grouped EPS into four homogeneous performance typologies. **Conclusions:** The study confirms that IGPSS is a statistically valid tool for the integral diagnosis of EPS under RAT, guiding OTASS strategic planning, optimizing resources and contributing to the modernization of the sanitation sector.

Keywords: IGPSS, Transitional Support Regime (RAT), Multivariate Analysis, EPS Segmentation, regulatory performance.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el acceso universal y sostenible a los servicios de agua potable y saneamiento sigue siendo un desafío estructural. Según el Plan Nacional de Saneamiento 2022–2026, más de 3 millones de peruanos no cuentan con acceso a agua por red pública, y solo el 29 % de las aguas residuales reciben tratamiento adecuado según el Plan Nacional de Saneamiento (2022) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). Esta situación se agrava en las zonas urbanas con baja capacidad operativa, donde diversas Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) enfrentan problemas financieros, técnicos y de gobernanza.

Ante este contexto, el Estado peruano implementó el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), gestionado por el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), con el objetivo de reflotar a las EPS públicas de accionariado municipal que presentan bajo desempeño. El RAT busca mejorar la sostenibilidad económico-financiera, la gestión empresarial y la calidad de la prestación de los servicios, con un horizonte de intervención de hasta 15 años (Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento [OTASS], 2021).

En este marco, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2021) aprobó el Sistema de Indicadores e Índices de la Gestión de los Prestadores de los Servicios de Saneamiento, mediante la Resolución de Consejo Directivo N.º 063-2021-SUNASS-CD. Dentro de este sistema, el Índice de Gestión de la Prestación de los Servicios de Saneamiento (IGPSS) se consolida como una herramienta técnica que permite evaluar el desempeño integral de las EPS en aspectos como continuidad del servicio, micromedición, tratamiento de aguas residuales, eficiencia operativa y atención al usuario.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar estadísticamente el IGPSS como instrumento de diagnóstico para las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), con el fin de identificar brechas críticas y orientar la planificación de acciones estratégicas desde los tres ejes misionales definidos por el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS): reflatamiento, integración y fortalecimiento (Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento [OTASS], 2021). Esta evaluación permitirá no solo valorar el nivel de desempeño actual de las EPS intervenidas, sino también proponer criterios técnicos para la asignación de asistencia diferenciada, en función de sus necesidades específicas y su madurez institucional.

1.1 Trayectoria del Autor

Como Bachiller en Estadística de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCCNM) de la Escuela Profesional de Matemáticas y Estadística de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), inicie mi trayectoria laboral en el Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo (MTPE) en el cargo de Analista de la Formación Profesional en la Dirección Nacional de Promoción del Empleo, realizando el análisis de encuestas importantes del medio como: la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG), Encuesta Nacional de Variación del Empleo (ENVE), la Encuesta Permanente de Empleo Nacional (EPEN), la Encuesta de Competencias en Recursos Humanos, entre otras, con la finalidad de elaborar *-entre otras actividades-* estudios especializados sobre los requerimientos de profesionales calificados en sectores económicos estratégicos que sirvan de insumo para mejorar la articulación entre la oferta formativa y la demanda del mercado laboral, producto del desarrollo de las actividades señaladas se desarrollaron Boletines de la Encuesta sobre la Calificación de Trabajadores y sus Competencias Laborales en las Empresas Privadas de los sectores económicos de Pesca, Turismo, Agroindustrial, Farmacia y Plásticos; así como el boletín de la Encuesta de Recursos

Humanos en el Sector Privado, documentos que se encuentran publicados en el portal institucional del MTPE (Ver Ilustración N° 01).

Figura 1

Portada de Documentos Estadísticos elaborados en favor del MTPE



Nota: Los boletines en mención fueron elaborados como parte de mis labores en el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
Elaboración propia.

Posteriormente, me incorpore a la Dirección de Normalización y Certificación de Competencias Laborales del MTPE como Analista del Desarrollo de la Formación Profesional y Capacitación en dicho puesto desarrolle investigaciones y estudios técnicos sobre la identificación de necesidades de formación profesional y capacitación en la fuerza laboral y

que son demandados por los mercados de trabajo regionales, con el objetivo de buscar la articulación entre la oferta formativa y el mercado de laboral; para ello, se analizó la información proveniente de las principales encuestas producidas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el MTPE y de fuentes regionales secundarias; como consecuencia de ello, se elaboraron estudios de Dinámicas Ocupacionales en las Regiones de Ancash, Arequipa, Cusco, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura, Tacna, entre otras, documentos que se encuentran publicados en el portal institucional del MTPE.

Figura 2

Portada de Documentos Estadísticos elaborados



Nota: Las dinámicas en mención fueron elaborados como parte de mis labores en el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
Elaboración propia.

Posteriormente postule y adjudique al puesto de Monitor del Proceso de Implementación de los Lineamientos Nacionales de Políticas Nacionales de Formación Profesional, los cuales tenían como objetivo “Contribuir en la mejora del nivel de vida de la Población Económicamente Activa (PEA) y el desarrollo sostenible”, dichos lineamientos fueron aprobados por Decreto Supremo N° 021-2006-ED, en dicho puesto, desarrolle el diseño y conceptualización del sistema de monitoreo y evaluación, mediante el cual se realizó el seguimiento efectivo del proceso de implementación de los lineamientos; emitiéndose reportes periódicos referidos a las etapas del proceso de implementación en la regiones, logrando la implementación de los lineamientos en trece (13) regiones del país.

Asimismo, mantuve una etapa como consultor independiente realizando las siguientes consultorías:

- a) Consultor “Línea de Base del Observatorio Socio Económico Laboral (OSEL) Tacna y Tumbes”, en favor de la Fundación Suiza Swisscontact¹; para esta consultoría se desarrollaron actividades orientadas al levantamiento de información de los principales agentes socioeconómicos de la región, el procesamiento de información, estimación y construcción de indicadores y la transferencia metodológica a los funcionarios de las Direcciones Regionales de Trabajo y Promoción del Empleo.
- b) Consultoría “Evaluación y Planificación de Proyectos de Inversión”, en favor del Fondo Nacional de Capacitación Laboral y Promoción del Empleo (FONDOEMPLEO)²; con esta entidad he participado en diferentes momentos en las evaluaciones técnicas y

¹ Swisscontact es una organización de desarrollo independiente y sin fines de lucro establecida en 1959 por exponentes del sector privado suizo y la sociedad civil.

² FONDOEMPLEO financia proyectos y becas que impulsen el desarrollo de competencias laborales, fomentando el empleo decente y mejorando los ingresos formales de los trabajadores peruanos, con especial atención en las poblaciones más vulnerables del país.

económicas de los proyectos de inversión presentados en las líneas de “Capacitación e Inserción Laboral (Línea 1)” y de “Certificación de Competencias Laborales (Línea 2)”, producto de ello, se evaluaron diecinueve (19) proyectos de inversión y realizando las asesorías a cinco (05) a entidades proponentes cuyos proyectos fueron seleccionados.

- c) Consultoría para el “Monitoreo y Supervisión de Proyectos de Certificación de Competencias Laborales” y “Capación Laboral e Inserción” en favor del Fondo Nacional de Capacitación Laboral y Promoción del Empleo (FONDOEMPLEO)³, donde desarrolle actividades de monitoreo y supervisión de los proyectos en proceso de implementación, elaborando sendos informes con los resultados de las acciones de monitoreo y supervisión.
- d) Consultoría sobre el “Diseño Metodológico para el Desarrollo de Estudio Prospectivo para la Adecuación de la Oferta Educativa a la Demanda Laboral”, en favor de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Instituto para la Calidad, donde desarrolle estudios prospectivos para adecuar la oferta educativa a la demanda laboral, elaborado en el marco del servicio de consultorías para la actualización del proyecto educativo o el rediseño curricular de carreras profesionales bajo el enfoque por competencias.
- e) Consultoría “Dinámicas Ocupacionales del Mercado de Trabajo”, en favor de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)⁴, donde desarrolle estudios de la demanda ocupacional determinando la dinámica del mercado de trabajo por sectores económicos, analizando los requerimientos de las ocupaciones más demandadas en las

³ Ídem.

⁴ La Organización Internacional del Trabajo (OIT) está consagrada a la promoción de la justicia social, de los derechos humanos y laborales reconocidos internacionalmente, persiguiendo su misión fundadora: la justicia social es esencial para la paz universal y permanente.

regiones, permitiendo realizar un análisis de las ocupaciones de mayor demanda, lo cual hizo posible concluir en el desarrollo de un balance entre la demanda por ocupaciones y la oferta formativa.

Posteriormente postule y adjudique al puesto de Analista de Migración Laboral de la Dirección de Migración Laboral del MTPE, donde realice boletines en relación a la Migración Laboral en el Perú en el marco de los tratados de la Comunidad Andina; asimismo, participe dentro del grupo técnico que elabore propuestas de proyectos de promoción de la reinserción de los retornantes nacionales y sus familias receptoras de remesas.

Asimismo, postule y adjudique como Coordinador Nacional de la Red de Observatorios Socioeconómicos Laborales⁵ (Red de OSEL's), donde realice actividades de monitoreo, supervisión y evaluación de los OSEL regionales y locales que conforman la Red de OSEL's; y del servicio de Información del Mercado de Trabajo⁶ (IMT) que se brinda a través de los Centros de Empleo (CE); al respecto, se desarrollaron actividades de planificación de las actividades del OSEL en relación a las actividades de investigación, producción y difusión de información del mercado de trabajo y formativo; en dicho contexto se elaboraron Diagnósticos Regionales, Caracterizaciones del mercado Laboral y Formativo, Boletines con información del mercado de trabajo, entre otros documentos oficiales.

Posteriormente postule y adjudique al puesto de Analista en Implementación de Mejoras en la Dirección General de Calidad y Gestión de las Prestaciones Sociales (DCGPS)

⁵ Un Observatorio Socioeconómico Laboral (OSEL) se constituye como un instrumento de producción, análisis y difusión de la situación socioeconómica laboral en un ámbito geográfico determinado, brindando a las entidades públicas y privadas, información oficial sobre el mercado de trabajo; por consiguiente, la Red de OSEL's se constituye en el sistema que agrupa a los OSEL regionales.

⁶ El Servicio de Información del Empleo es uno de los trece (13) servicios que conforman el Centro del Empleo del MTPE, dicho servicio tiene como objetivo proporcionar información oportuna, pertinente y confiable a los diferentes actores de la sociedad civil demandantes de este tipo de recurso (información).

del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (MIDIS), puesto en el cual realice procesamiento y análisis de información estadística⁷, con la finalidad de realizar la identificación de propuestas de mejoras de los procesos y sub procesos de los programas sociales; adscritos al MIDIS; adicionalmente, se desarrollaban acciones de asistencia técnica a los servidores de los programas para la implementación de mejoras, las mismas (mejoras implementadas) que posteriormente eran evaluadas en relación al impacto de la implementación en la prestación de los servicios sociales que se brindan.

Posteriormente, postule y adjudique al cargo de Especialista en Gestión por Procesos y Calidad, de la Unidad de Planeamiento, Presupuesto y Modernización del Programa Nacional de Alimentación Escolar del MIDIS; en dicho puesto procedí con las acciones de organización, manejo, procesamiento y análisis de información que sirva para una toma de decisiones informada por parte de la alta dirección del programa, la evaluación y mejora de los procesos de la institución y el desarrollo de documentos de gestión como el Plan Estratégico Institucional (PEI) y el Plan Operativo Institucional (POI); asimismo, participe en el desarrollo de los estudios de evaluación e impacto del servicio alimentario, con la finalidad de justificar la continuidad y permanencia del mismo.

En adición a las funciones señaladas, recibí la encargatura de la Jefatura de la Unidad de Planeamiento, Presupuesto y Modernización del programa, a través de dicha encargatura realicé la conducción y coordinación de los procesos de los sistemas administrativos de planeamiento, presupuesto y modernización de la gestión pública y gestión de inversiones del

⁷ LA información analizada provenía de los propios programas sociales, bases de datos, registros administrativos, estudios de evaluación de impacto, entre otros.

programa; en el marco de este puesto se desarrollaron estudios de evaluación del programa que significaron la continuidad del servicio alimentario que brindan desde el programa.

Posteriormente pase a laborar en la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana en el cargo de Subgerente de Calidad en la Protección y Desarrollo Social, gestionando sistemas de calidad en los servicios de Protección y Desarrollo Social, promoviendo la mejora continua de dichos servicios a través de la implementación de estándares de calidad, la gestión por procesos y la gestión de riesgos; incentivando para ello, alianzas estratégicas a través de la suscripción de convenios que faculten las acciones de donaciones, voluntariado, experiencias formativas, entre otras, orientadas a la mejora de los Programas de Seguridad Alimentaria, Programa Acceso a Personas Adultas Mayores (PPAM) a Servicios Especializados y el Programa de Atención Oportuna de Niños, Niñas y Adolescentes (NNA) en Situación de Vulnerabilidad; así como, del Servicio de Desarrollo que se brinda a través de la Institución Educativa “Instituto Sevilla”; adicionalmente, se implementó el Sistema de Información Social (SIS) para el monitoreo, seguimiento y evaluación de los Programas y Servicios de Protección y Desarrollo Social, como elemento que coadyuva a la toma de decisiones.

En adición a mis funciones tuve las siguientes encargaturas:

- a) Director del Centro De Atención Residencial Puericultorio Pérez Aranibar de la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana:

En dicha encargatura se procedió con la gestión de los servicios especializados (Hospedaje, nutrición, educación, psicología, trabaja social y legal) de protección provisional a Niñas, Niños y Adolescentes (NNA) en situación de desprotección familiar; promoviendo la implementación de los estándares de calidad y mejora continua del Centro de Atención

Residencial (CAR) enfocadas en la reinserción de los NNA en su familia de origen o las acciones de adopción.

- b) Director de la Institución Educativa “Instituto Sevilla” de la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana:

En dicha encargatura se procedió con la gestión del servicio de educación que se brindan a través de la Institución Educativa (IE) en los niveles primaria y secundaria a niñas y adolescentes residentes en la ciudad de Lima Metropolitana; elaborando la propuesta pedagógica de la IE en función a la normativa vigente; asimismo, se diseñaron proyectos de innovación pedagógica y de gestión para el fomento de la mejora de la oferta educativa.

- c) Director del Programa de Seguridad Alimentaria de la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana:

En dicha encargatura se procedió con la gestión del servicio alimentario de calidad, nutritivo e inocuo en los Comedores Sociales de la Beneficencia, en favor de la población en situación de vulnerabilidad, como elemento contributivo para la reducción de la inseguridad alimentaria; asimismo, se promovió el desarrollo de actividades preventivas promocionales para contribuir en la mejora personal e integración social de los beneficiarios del Programa de Seguridad Alimentaria. Adicionalmente, se promovieron procesos de articulación interinstitucional con stakeholders para mejorar la eficiencia y eficacia del Programa de Seguridad Alimentaria en coordinación con las áreas competentes.

- d) Subdirector de Protección Social de la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana:

En dicha encargatura se procedió con la gestión y conducción de la implementación de planes, programas, proyectos y actividades dirigidas a garantizar los servicios de protección social que se brinda en favor de la población vulnerables (niños, niñas, adolescentes, madres

con responsabilidad, personas con discapacidad y personas adultas mayores) objetivo de la SBLM.

Posteriormente me incorpore al Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Modernización (OPPM) del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), una entidad pública peruana adscrita al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), en dicha oficina desarrolle trabajos especializados en temas prospectivos, analizando información del Sector para la elaboración de Planes Estratégicos Institucionales (PEI), Programas Presupuestales, determinación de estándares de calidad, entre otros.

1.2 Descripción de la Institución donde labora

A través de lo dispuesto en el artículo 3 de la Ley N.º 30045, Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento, aprobada el 18 de junio del 2013, se crea al Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), dicho articulado establece lo siguiente:

(...)

Artículo 3.- Creación

Créase el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS) como organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con personería jurídica de derecho público interno, con autonomía funcional, económica, financiera y administrativa, y con competencia a nivel nacional. Desarrolla su objetivo en concordancia con la política general, objetivos, planes y programas del sector saneamiento y en coordinación con el ente rector. Tiene su domicilio legal y sede principal en la ciudad de Lima.

(...)

De lo señalado, se infiere que su creación responde a cubrir el requerimiento de contar con una institución especializada que apoye de manera técnica y operativa a las Empresas Prestadoras de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (EPS), enfocando dicho apoyo en aquellas EPS que muestran bajo desempeño o se encuentren en situaciones críticas, es decir baja capacidad operativa.

De acuerdo con la plataforma oficial del OTASS, se definen su Misión y Visión de la Institución:

(...)

Misión

Dirigir el Régimen de Apoyo Transitorio, fortalecer las capacidades de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) y promover su integración territorial y operativa, para garantizar servicios sostenibles y de calidad a la población.

Visión

Ser una entidad técnica de excelencia que lidera la transformación del sector saneamiento, promoviendo servicios eficientes, inclusivos y sostenibles en beneficio de todos los peruanos.

(...)

Asimismo, dentro de sus competencias generales se encuentran:

- Ejecutar la política nacional en materia de gestión de servicios de saneamiento.
- Brindar asistencia técnica, financiera y operativa a las EPS.
- Promover la integración de prestadores en ámbitos urbanos y rurales.

- Impulsar el fortalecimiento institucional y la mejora continua.
- Supervisar la gestión comercial, operativa y administrativa de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio.

Por otro lado, según sus ejes estratégicos se define en tres (03), los mismos que se detallan a continuación:

1. Reflotamiento

A través de esta estrategia el OTASS busca recupera la operatividad y sostenibilidad de las EPS que se encuentran en situación crítica; para ello, proporciona asistencia técnica especializada, mejorando sus procesos y gestionando cambios sustanciales en la mejora de los servicios de agua potable y saneamiento, para ello, apoya con la dotación de directivos promueve la implementación de nuevos modelos de gestión por resultados y fortaleciendo la gobernanza interna.

2. Integración

A través de esta estrategia el OTASS busca superar la fragmentación institucional del sector y generar economías de escala en la gestión del agua y saneamiento; para ello, fomentado la articulación en el territorio entre los prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento; impulsando la integración de prestadores débiles con otros prestadores más fuertes.

3. Fortalecimiento








A través de esta estrategia el OTASS busca impulsar el desarrollo de capacidades técnicas, financieras y administrativas de las EPS, mediante asistencia continua, innovación tecnológica, formación de talento humano y mejora de procesos; es decir, el OTASS desarrolla

acciones orientadas a consolidar una cultura organizacional basada en la transparencia, la eficiencia y la mejora continua.

Conforme a lo establecido en el Plan de Saneamiento 2022-2023 del MVCS, se ha establecido la organización del Sistema de Saneamiento en nuestro país, donde dicho Sector del Estado (MVCS) actúa como ente rector; por tanto, el OTASS, se constituye en la institución técnica que promueve y ejecuta la política que establece el MVCS con el objetivo de mejorar la gestión y administración de la prestación de los servicios de saneamiento.

Por otro lado, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), en su calidad de organismo regulador; los Gobiernos Locales (GL), como los responsables de la prestación de los servicios de saneamiento; los Gobiernos Regionales (GR), que ejercen diversas competencias relacionadas con los servicios de saneamiento, y los prestadores de los servicios de saneamiento, tanto en el ámbito urbano como en el rural.

Figura 3*Estructura institucional del sector saneamiento*

FUNCIONES	ÁMBITO URBANO	ÁMBITO RURAL
 RECTORÍA	MVCS Dictar normas y lineamientos, así como planificar, financiar, entre otras fuentes, y garantizar la provisión y prestación de los servicios de saneamiento. Promover y desarrollar el fortalecimiento de capacidades de los gobiernos regionales y locales, a través de la asistencia y apoyo técnico. (VMCS, DGPRCS, DGPPCS, DGAA, PNSR, PNSU, PASLC, en lo que corresponda).	
 REGULACIÓN, SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN	SUNASS Funciones normativa, reguladora, supervisora, fiscalizadora y sancionadora de solución de controversias y reclamos.	
 FISCALIZACIÓN (ASPECTOS ESPECÍFICOS)	MINSA (DIGESA): vigila la calidad del agua para consumo humano. MVCS (DGAA): supervisa y fiscaliza el cumplimiento de obligaciones ambientales. MIDAGRI (ANA): verifica los estándares de calidad ambiental para agua.	
 PROMOCIÓN DE LA ADECUADA GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN	OTASS Promueve, planifica y ejecuta la política de integración, dirige el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT) y fortalece las capacidades de los prestadores del ámbito urbano.	PNSR/DRVCS/ATM Fortalecimiento, asistencia técnica y monitoreo a los prestadores.
 PRESTACIÓN DE SERVICIOS	Responsabilidad: Municipalidades provinciales	Responsabilidad: Municipalidades distritales o, en su defecto, municipalidades provinciales.
	Prestadores: <ul style="list-style-type: none"> • Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento. • Municipalidades a través de UGM (prestación directa), u operadores especializados (prestación indirecta). 	Prestadores: <ul style="list-style-type: none"> • Municipalidades, a través de UGM (prestación directa). • Organizaciones comunales (JASS y otras – prestación indirecta).
 FORMULACIÓN Y EJECUCIÓN DE INVERSIONES	<ul style="list-style-type: none"> • EPS • Gobiernos Locales • Gobiernos Regionales • PNSU • PASLC (Lima y Callao) • Terceros a través de diversos mecanismos (APP, Oxi, Título IX de la Ley Marco, acuerdos G2G) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gobiernos Locales • Gobiernos Regionales • PNSR • Terceros a través de diversos mecanismos (APP, Oxi, Título IX de la Ley Marco, acuerdos G2G, núcleos ejecutores)
 OTROS ACTORES RELEVANTES	<ul style="list-style-type: none"> • Otros sectores relacionados con el sector saneamiento • Cooperación internacional • Academia y sociedad civil 	

Elaboración: Tomada de la Dirección de Saneamiento, MVCS.

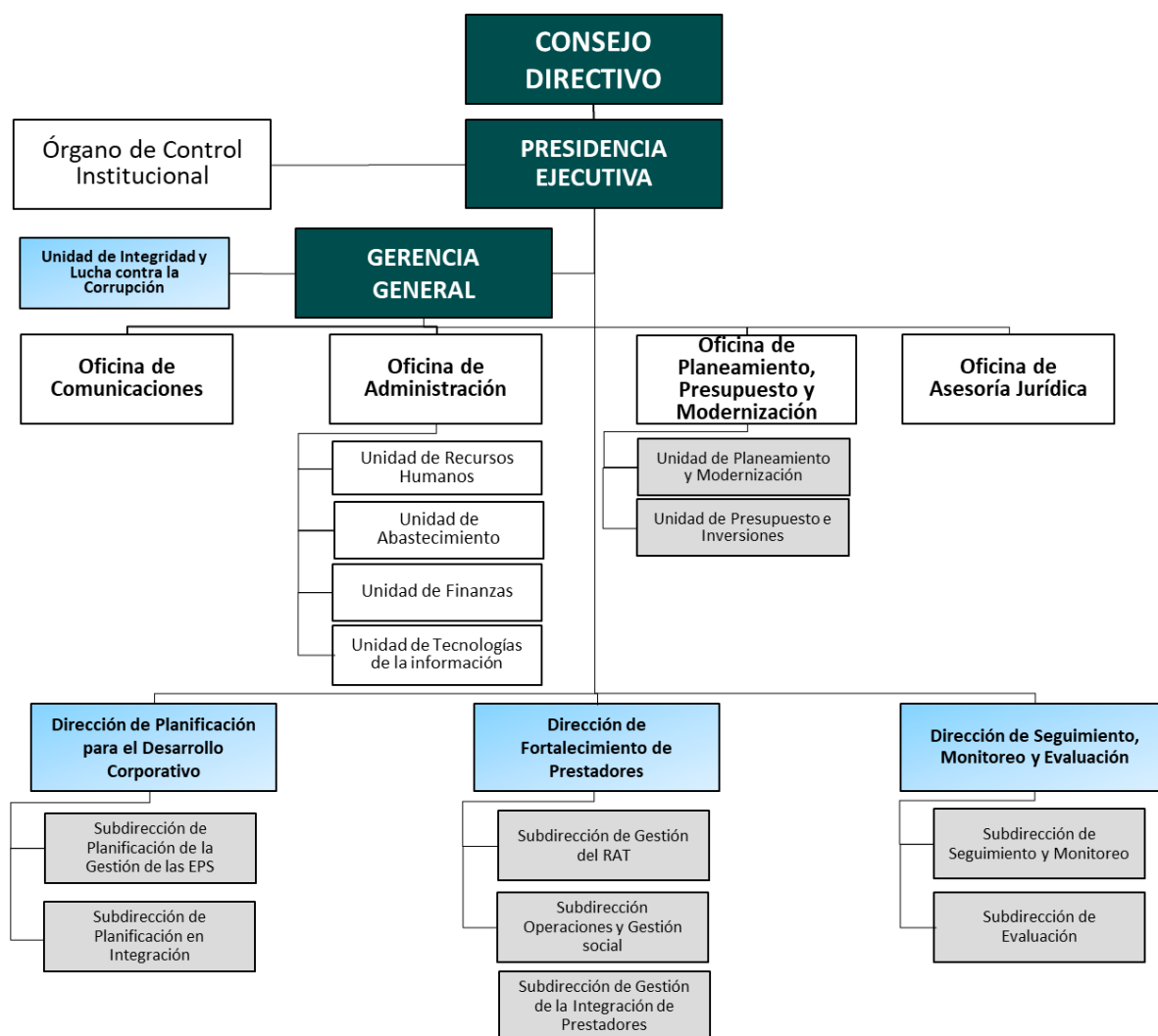
1.3 Organigrama de la Empresa

En 2025, el OTASS aprobó un nuevo Reglamento de Organización y Funciones (ROF) mediante el Decreto Supremo N.º 002-2025-VIVIENDA, que consolida su enfoque estratégico en tres ejes misionales: fortalecimiento, integración y reflotamiento. Este rediseño organizacional introduce un modelo de gestión por procesos y mejora continua, con

subdirecciones especializadas y unidades técnicas orientadas a la innovación, eficiencia operativa y sostenibilidad de las EPS (Gobierno del Perú, 2025).

Figura 4

Organigrama del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS)



Elaboración: Tomada del Reglamento de Organización y Funciones, OTASS.

1.4 Áreas de funciones de desempeño

Dentro de la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Modernización del OTASS desempeñe las siguientes funciones:

- a) Análisis de información provenientes de las EPS para la construcción de indicadores.
- b) Elaboración de estudios prospectivos para la elaboración de documentos de gestión.
- c) Implementación del Sistema de Calidad de los principales procesos de la institución.
- d) Implementación de la Gestión por Procesos.
- e) Desarrollo de instrumentos para la implementación del Gestión del Conocimiento.
- f) Elaboración de la Teoría del Cambio de la Institución.
- g) Participación en la generación del laboratorio de innovación en materia de saneamiento.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

2.1 Planteamiento del problema.

La prestación eficiente y sostenible de los servicios de saneamiento en el Perú enfrenta desafíos estructurales que afectan directamente la calidad de vida de la población y la viabilidad financiera de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS). En respuesta a esta problemática, el Estado peruano, a través del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), ha implementado el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), un mecanismo de intervención orientado a fortalecer la gestión de aquellas EPS que presentan condiciones críticas en su desempeño operativo, financiero e institucional.

El OTASS brinda asistencia técnica, financiera y administrativa a las EPS bajo el RAT, con el objetivo de mejorar su eficiencia, garantizar la continuidad del servicio y promover su reflatamiento progresivo. Para que estas intervenciones sean efectivas, se requiere contar con herramientas estadísticas que permitan diagnosticar debilidades estructurales, priorizar acciones estratégicas y monitorear avances de manera objetiva.

En este contexto, el Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS), desarrollado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), se presenta como un instrumento regulatorio que sintetiza el desempeño de las EPS en seis dimensiones clave, cada una compuesta por indicadores específicos que permiten evaluar integralmente la gestión de los prestadores.

Tabla 1*Dimensiones e Indicadores principales para el cálculo del IGPSS*

Dimensión	Indicadores principales
1. Sostenibilidad Ambiental	1. Agua no facturada 2. Micromedición 3. Tratamiento de aguas residuales
2. Gestión del Riesgo de Desastres	4. Índice de seguridad de abastecimiento de agua
3. Gobernanza y Gobernabilidad	5. Buen gobierno corporativo
4. Sostenibilidad Financiera	6. Relación de trabajo
5. Calidad de los Servicios	7. Continuidad del servicio 8. Presión 9. Densidad de reclamos 10. Densidad de roturas en red de agua 11. Densidad de atoros en red de alcantarillado
6. Acceso a los Servicios	12. Cobertura de agua potable 13. Cobertura de alcantarillado

Fuente: Dirección de Fiscalización de la Sunass

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la utilidad del Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) como herramienta técnica para el diagnóstico estructural y la toma de decisiones estratégicas por parte del OTASS en las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT). Para ello, se aplican técnicas estadísticas complementarias que permiten analizar, simplificar y segmentar la información disponible.

En primer lugar, se emplea un modelo de regresión lineal múltiple para determinar la relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y un conjunto de indicadores agrupados en dimensiones operativas, comerciales, ambientales, institucionales y financieras. Este análisis permite identificar los factores críticos que explican el desempeño regulatorio global de las EPS.

Complementariamente, se aplica el Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir la dimensionalidad del IGPSS y detectar las variables latentes que concentran la mayor varianza explicativa. Posteriormente, mediante análisis de clúster (K-means y jerárquico), se segmenta a las EPS en grupos homogéneos de desempeño, lo que facilita la priorización de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS.

Este enfoque estadístico integral permite transformar el IGPSS en una herramienta operativa para la gestión institucional, alineada con los objetivos del Modelo de Reflotamiento (MGR) y el fortalecimiento progresivo de las EPS bajo el RAT.

2.1.1 Planteamiento de las preguntas de investigación

La prestación eficiente y sostenible de los servicios de saneamiento en el Perú enfrenta desafíos estructurales que afectan directamente la calidad de vida de la población y la viabilidad financiera de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS). En respuesta, el Estado peruano, a través del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), ha implementado el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), como mecanismo de intervención para fortalecer la gestión de aquellas EPS que presentan condiciones críticas.

Para que las acciones del OTASS sean efectivas, se requiere contar con herramientas técnicas que permitan diagnosticar objetivamente el desempeño de las EPS, priorizar intervenciones y monitorear avances. En este contexto, el Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS), desarrollado por SUNASS, se presenta como un instrumento regulatorio que sintetiza el desempeño de las EPS en seis dimensiones clave.

La presente investigación busca evaluar la utilidad del IGPSS como herramienta técnica para el diagnóstico estructural y la toma de decisiones estratégicas por parte del OTASS en las EPS bajo el RAT.

Para ello, se aplican técnicas estadísticas complementarias que permiten analizar, simplificar y segmentar la información disponible.

2.1.2 Pregunta general de investigación

¿En qué medida el Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) se relaciona con los indicadores multidimensionales de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT) con el propósito de segmentar el desempeño de dichas empresas, para orientar decisiones estratégicas del OTASS?

Esta pregunta se vincula directamente con el objetivo general de la investigación, que busca evaluar la relación entre el puntaje del IGPSS y los indicadores multidimensionales de las EPS bajo el RAT, con el propósito de identificar variables significativas que permitan priorizar intervenciones técnicas y fortalecer la eficiencia institucional.

2.1.2.1 Preguntas específicas de investigación

Las siguientes preguntas específicas se derivan de los objetivos específicos planteados en la investigación y permiten abordar el problema desde distintos enfoques metodológicos:

1. ¿Cuál ha sido el comportamiento del IGPSS en las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio durante el periodo 2019–2023?

Relacionada con el análisis temporal y descriptivo del índice.

2. ¿Qué indicadores operativos, comerciales, ambientales, institucionales, financieros y de calidad del servicio presentan una relación estadísticamente significativa con el puntaje del IGPSS?

Vinculada al modelo de regresión múltiple para identificar variables explicativas.

3. ¿Qué factores latentes explican la varianza del IGPSS en las EPS bajo el RAT, según el Análisis de Componentes Principales?

Orientada a reducir la dimensionalidad y detectar estructuras subyacentes.

4. ¿Cómo se pueden agrupar las EPS en segmentos homogéneos de desempeño mediante análisis de clúster, y qué implicancias tiene para la priorización de intervenciones por parte del OTASS?

Relacionada con la segmentación operativa y la focalización estratégica.

5. ¿Qué recomendaciones técnicas pueden derivarse del uso del IGPSS como herramienta institucional para fortalecer la gestión de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio?

Dirigida a la aplicación práctica de los hallazgos en la gestión pública.

2.1.3 Elementos que sustentan el desarrollo del tema

2.1.3.1 Relevancia institucional. El Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS) administra actualmente 18 Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), entre ellas EMAPA San Martín S.A., EPS Moyobamba S.A., EPS Barranca S.A., EPS Ilo S.A., EMAPA Huaral S.A., EMAPACOP S.A., EPS EMAPICA S.A., EMAPAVIGS S.A., EPS SEMAPACH S.A., EMAPISCO S.A., EPSEL S.A., EPS SEDALORETO S.A., EPSSMU S.A., EMAPAB S.A., EPS EMAPA Cañete S.A., EMUSAP S.A., EPS Marañón S.A. y EPS SEDA Huánuco S.A. Estas entidades presentan desafíos críticos en términos de sostenibilidad financiera, cobertura de servicios, calidad operativa y gobernanza institucional. La incorporación del Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) permitiría identificar brechas específicas por dimensión y orientar intervenciones focalizadas en función del nivel de madurez empresarial de cada EPS, fortaleciendo así el Modelo de Reflotamiento (MGR) y los planes de mejora.

2.1.3.2 Importancia normativa. El Decreto Legislativo N.º 1280 y el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) del OTASS establecen como funciones prioritarias la supervisión, asistencia técnica y fortalecimiento institucional de las EPS. En este marco, el uso del IGPSS como indicador complementario resulta plenamente coherente con los mandatos normativos, al permitir su integración en los procesos de diagnóstico estructural, en las matrices de madurez empresarial y en los mecanismos de seguimiento del desempeño. Su aplicación contribuiría a consolidar una gestión regulatoria articulada entre SUNASS y OTASS, basada en evidencia y orientada a resultados.

2.1.3.3 Pertinencia estadística. El IGPSS es un índice compuesto que agrupa indicadores en seis dimensiones clave: acceso a los servicios, calidad del servicio, sostenibilidad financiera, gobernanza, gestión del riesgo y sostenibilidad ambiental. Su estructura permite aplicar técnicas estadísticas como regresión lineal múltiple, análisis de clúster y análisis de componentes principales (ACP), generando modelos explicativos robustos sobre el desempeño de las EPS. Esta capacidad analítica facilita la construcción de matrices de priorización, segmentación por niveles de riesgo y diseño de estrategias diferenciadas de asistencia técnica.

2.1.3.4 Disponibilidad de datos. La SUNASS publica periódicamente los resultados del benchmarking regulatorio, con datos abiertos y desagregados por EPS, lo que garantiza transparencia y acceso a información confiable. A ello se suma la base de datos generada por el OTASS a través de sus reportes de gestión, fichas de diagnóstico, matrices RAT y sistemas de seguimiento operativo. Esta disponibilidad de información permite realizar un análisis estadístico riguroso, replicable y alineado con los estándares de evaluación institucional.

2.1.3.5 Aporte estratégico. La integración del IGPSS como herramienta técnica en los procesos de gestión del OTASS contribuiría a:

- a) Fortalecer la cultura institucional de gestión basada en evidencia.
- b) Alinear las intervenciones con los objetivos del Plan Estratégico Institucional (PEI), el Modelo de Replotamiento (MGR) y la Política Nacional de Saneamiento.
- c) Mejorar la transparencia y rendición de cuentas ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) y otros órganos del Estado.
- d) Consolidar un enfoque de mejora continua en la administración de las EPS bajo el RAT, con base en indicadores verificables y comparables.

2.2 Objetivos e Hipótesis

2.2.1 Objetivo general

Evaluar la relación entre el puntaje del Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) y los indicadores multidimensionales de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), con el propósito de segmentar dichas empresas e identificar las variables más significativas que permitan al OTASS priorizar intervenciones técnicas y fortalecer la eficiencia institucional.

2.2.2 Objetivos específicos

1. Analizar el comportamiento del IGPSS en las EPS bajo el RAT durante el periodo 2019-2023.
2. Determinar la significancia estadística de los indicadores operativos, comerciales, ambientales, institucionales, financieros y de calidad del servicio mediante técnicas de correlación y regresión múltiple.
3. Aplicar el Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir la dimensionalidad del IGPSS y detectar factores latentes explicativos.
4. Utilizar el análisis de clúster para segmentar a las EPS en grupos homogéneos de desempeño, facilitando la priorización de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS.

5. Proponer recomendaciones estratégicas para la integración del IGPSS como herramienta técnica en los procesos de gestión institucional del OTASS.

2.2.3 Hipótesis

La gestión eficiente de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), administrado por el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), requiere herramientas técnicas que permitan diagnosticar brechas estructurales, priorizar intervenciones y orientar decisiones estratégicas basadas en evidencia. En este contexto, el Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS), desarrollado por SUNASS, se presenta como un instrumento regulatorio que sintetiza el desempeño de las EPS en seis dimensiones clave: operativa, comercial, ambiental, institucional, financiera y de calidad del servicio.

El presente estudio se estructura en dos momentos metodológicos complementarios. En el primer momento, se aplican técnicas estadísticas inferenciales -como la correlación y la regresión lineal múltiple- para evaluar si existe una relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y los indicadores que conforman sus dimensiones. Este enfoque permite identificar qué variables explican con mayor fuerza el desempeño regulatorio de las EPS bajo el RAT. Según Hair et al. (2019), la regresión múltiple es adecuada para analizar el efecto simultáneo de varias variables independientes sobre una variable dependiente, mientras que Field (2018) destaca la utilidad de los coeficientes de correlación para validar asociaciones previas al modelamiento.

En el segundo momento, y siempre que los resultados del análisis inferencial sean significativos, se aplican técnicas multivariadas como el Análisis de Componentes Principales

(ACP) y el análisis de clúster. El ACP permite reducir la dimensionalidad del IGPSS, identificando factores latentes que concentran la mayor varianza explicativa (Jolliffe y Cadima, 2016). Por su parte, el análisis de clúster -especialmente el método K-means- posibilita segmentar a las EPS en grupos homogéneos de desempeño, lo que facilita la priorización de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS (Everitt et al., 2018).

Este enfoque estadístico integral no solo permite validar el uso del IGPSS como herramienta técnica, sino que también contribuye a fortalecer la gestión institucional del OTASS, alineando sus acciones con los objetivos del Modelo de Replotamiento (MGR) y la Política Nacional de Saneamiento.

De acuerdo con lo señalado, los dos momentos metodológicos del estudio, se plantean las siguientes hipótesis:

a) Primer momento: análisis inferencial

Hipótesis alternativa (H_0): Existe relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y un conjunto de indicadores operativos, comerciales, ambientales, institucionales, financieros y de calidad del servicio de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT).

Hipótesis nula (H_1): No existe relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y los indicadores operativos, comerciales, ambientales, institucionales, financieros y de calidad del servicio de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT).

b) Segundo momento: análisis multivariado

Hipótesis exploratoria 1 (H_1): El Análisis de Componentes Principales (PCA) permite reducir las dimensiones del IGPSS a un conjunto de factores latentes que explican la mayor parte de la varianza en el desempeño de las EPS bajo el RAT.

Hipótesis exploratoria 2 (H_2): El análisis de clúster permite agrupar a las EPS bajo el RAT en categorías homogéneas de desempeño, útiles para la priorización de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS.

2.3 Metodología

2.3.1 Tipo y enfoque de investigación.

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que busca resolver un problema concreto de gestión institucional en el ámbito del saneamiento: identificar las dimensiones e indicadores que explican el desempeño regulatorio de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), con el fin de orientar las intervenciones del OTASS. Según Hernández et al. (2014), la investigación aplicada se caracteriza por su utilidad práctica, al responder a necesidades específicas de una organización o sector, proponiendo soluciones fundamentadas en el conocimiento científico.

El enfoque es cuantitativo, dado que se basa en el análisis estadístico de datos provenientes del Índice de Gestión de Prestadores de Servicios de Saneamiento (IGPSS) y de los reportes económico-financieros de las EPS intervenidas. Este enfoque permite establecer relaciones entre variables, identificar patrones y construir modelos explicativos que sustenten decisiones estratégicas (Babbie, 2020).

El diseño metodológico es no experimental, longitudinal (periodo 2019-2023) y correlacional, ya que se trabajará con datos secundarios publicados por SUNASS y OTASS correspondientes al periodo 2019–2023, sin manipulación de variables, explorando las asociaciones entre ellas en un momento determinado. Este diseño permite aplicar técnicas inferenciales como la regresión múltiple y la correlación, así como técnicas multivariadas como el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis de clúster, para segmentar y priorizar grupos de EPS según su desempeño.

2.3.2 Población.

Población: 18 EPS incluidas en el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT) bajo la administración del OTASS durante el periodo 2019-2023. La selección responde a criterios de intervención institucional, disponibilidad de datos completos en las seis dimensiones del IGPSS, y relevancia estratégica para el análisis de brechas estructurales.

2.3.3 Fuentes de información.

- Fuente primaria: Benchmarking regulatorio 2024 con datos del 2023, publicado por la SUNASS.
- Fuente secundaria: Reportes económicos y financieros elaborados por el OTASS sobre las EPS del RAT.
- Normativa aplicable: Decreto Legislativo N.º 1280, ROF del OTASS, y el Modelo de Gestión del Replotamiento (MGR).
- El análisis estadístico se inició con métodos descriptivos que permitieron visualizar el comportamiento de los datos en su forma original (sin transformación).

Posteriormente, se aplicaron pruebas para la detección de valores atípicos, procediendo a su depuración con el fin de suavizar la serie y garantizar un comportamiento adecuado de los datos en el análisis de regresión.

Asimismo, para el Análisis de Componentes Principales (PCA) se realizó la transformación escalar de las variables con el objetivo de estandarizar su magnitud y eliminar los efectos de escala; este mismo procedimiento se aplicó como requisito previo para la ejecución del análisis de clúster, asegurando la comparabilidad y robustez de los resultados obtenidos.

Tabla 2

Variables de estudio

Nº.	Variables	Descripción
1	df_agua_no_fact	Agua no facturada
2	df_agua_micromed	Micromediciones
3	df_agua_residual	Tratamiento de aguas residuales
4	df_agua_ind_segu_abast	Índice de Seguridad de abastecimiento de agua
5	df_agua_ind_buen_gob	Indicador de Buen Gobierno Corporativo
6	df_agua_continuidad	Continuidad
7	df_agua_presion	Presión
8	df_agua_densid_roturas	Densidad de roturas en red de agua
9	df_agua_densid_atoros	Densidad de atoros en red de alcantarillado
10	df_agua_densid_reclamo	Densidad de reclamos
11	df_agua_relac_trabaj	Relación de Trabajo
12	df_agua_cobertura	Cobertura de agua potable
13	df_agua_cobert_alcantar	Cobertura de alcantarillado

2.3.4 Técnicas de análisis estadístico.

MÉTODO ESTADÍSTICO	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN
<i>Análisis descriptivo</i>	Estadísticos de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar, coeficiente de variación) para el IGPSS y los indicadores financieros. Representaciones gráficas (diagramas de caja, histogramas) para identificar patrones y valores atípicos	permite conocer la distribución y variabilidad de los datos antes de aplicar técnicas más complejas
<i>Correlación y regresión múltiple</i>	Se calcularán coeficientes de correlación Pearson (si las variables son normales) o Spearman (si no lo son) entre el IGPSS y los indicadores financieros. Se construirá un modelo de regresión múltiple con el IGPSS como variable explicativa y los indicadores de sostenibilidad financiera como variables dependientes	estas técnicas evaluarán si existe una asociación estadística significativa entre el IGPSS y la eficiencia económica de las EPS
<i>Análisis de Componentes Principales (PCA)</i>	Se aplicará el ACP para reducir las seis dimensiones del IGPSS a un conjunto menor de componentes que expliquen la mayor varianza posible	esta técnica identifica las dimensiones más determinantes del IGPSS para el desempeño general de las EPS, simplificando la interpretación de los datos
<i>Análisis de Clúster</i>	Se utilizará el método K-means (o jerárquico) para agrupar las EPS RAT en categorías homogéneas según sus puntajes en el IGPSS y sus indicadores económicos. Validación de los grupos mediante el índice de silueta y análisis discriminante	permite segmentar a las EPS en grupos de alto, medio y bajo desempeño, facilitando el diseño de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS
<i>Sistematización normativa</i>	Revisión documental y análisis del MGR y del marco normativo aplicable al OTASS, para proponer la integración del IGPSS como herramienta técnica complementaria.	asegura que la propuesta estadística sea viable dentro de las competencias legales y operativas del OTASS

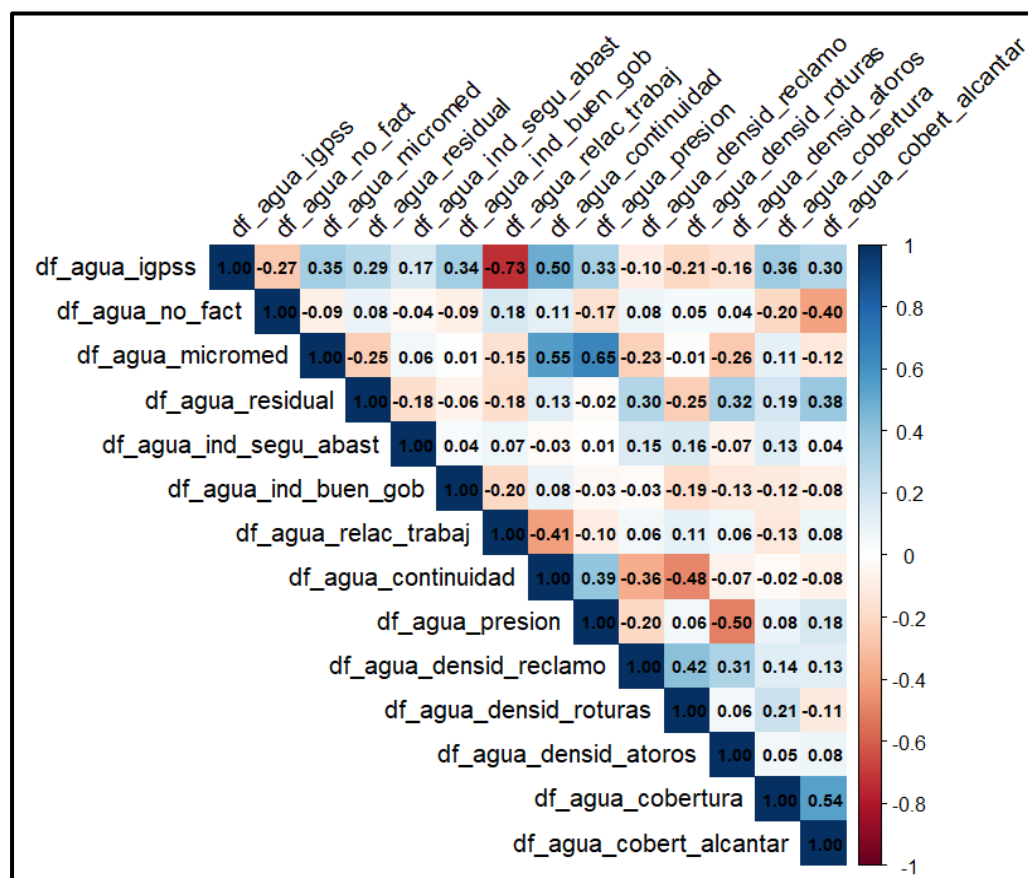
2.4 Resultados y análisis.

2.4.1 Correlación y regresión múltiple.

2.4.1.1 Correlación. El IGPSS se asocia positivamente con micromedición, gobernanza, continuidad, cobertura, cobertura alcantarillado y presión y negativamente con la variable laboral. Se confirma la relevancia de factores técnicos e institucionales, aunque la relación directa con indicadores estrictamente financieros es limitada.

Figura 5

Matriz de Correlación entre Indicadores Multidimensionales y el IGPSS



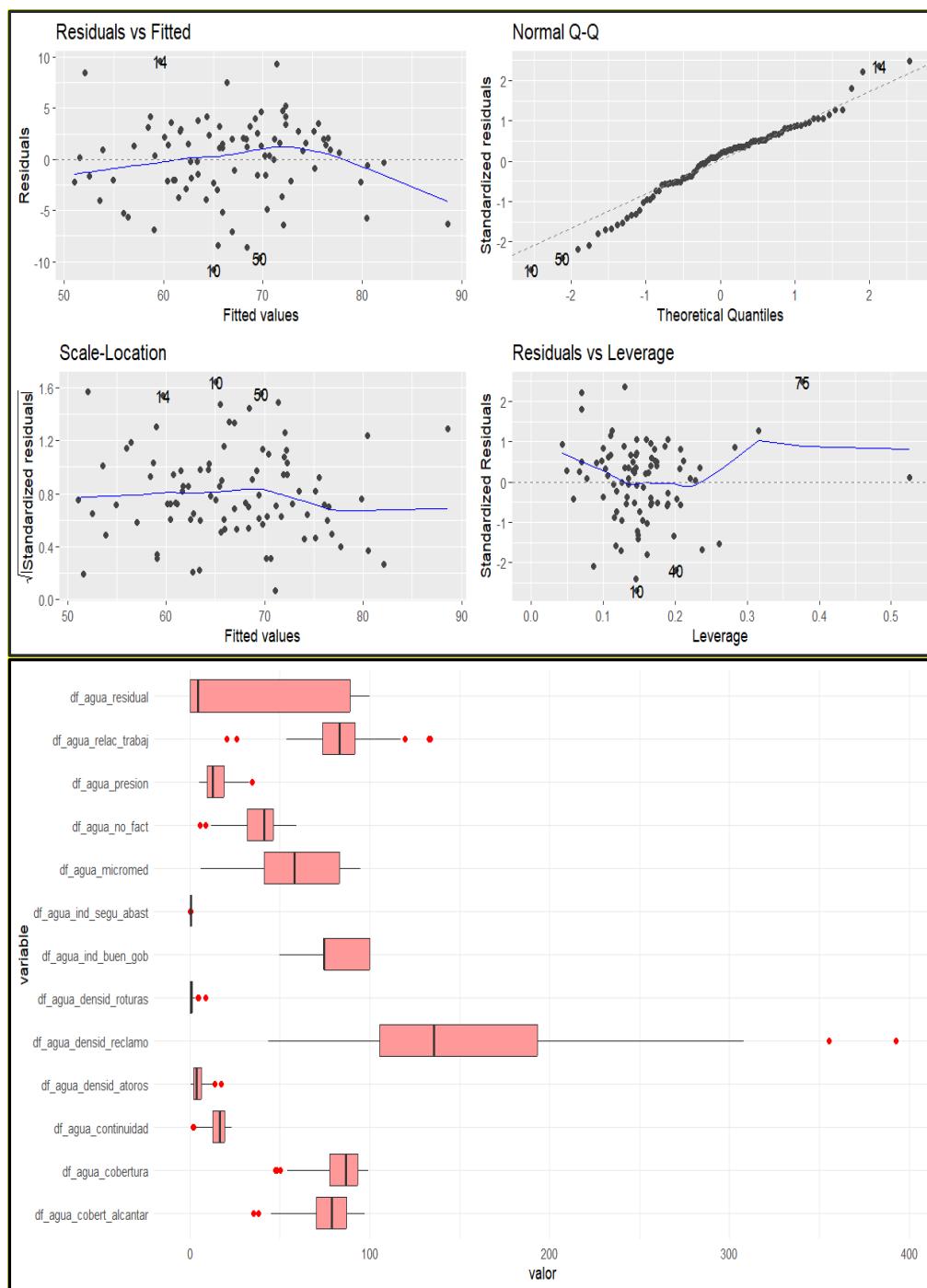
Fuente: Benchmarking regulatorio 2024 (datos 2019-2023), SUNASS.
Elaboración Propia

2.4.1.2 Modelo de regresión lineal. En una primera estimación del modelo de regresión múltiple (**Modelo 1**), se incluyeron todas las observaciones disponibles de las 18 EPS

bajo el (RAT). El análisis de residuos, a través de las figuras del diagnóstico de regresión, evidenció la presencia de observaciones atípicas que afectaban la normalidad de los errores y reducían el poder explicativo del modelo (R^2 ajustado = 0.74).

Figura 6

Análisis de Residuo y Box Plot



Elaboración Propia

Frente a este resultado, se evaluó inicialmente la posibilidad de transformar algunas variables (por ejemplo, mediante logaritmos en densidad de reclamos y relación laboral) con el fin de mejorar la distribución de los datos. Sin embargo, al aplicar estas transformaciones, el ajuste del modelo se redujo (R^2 ajustado ≈ 0.67) y los supuestos estadísticos —como la normalidad de residuos— dejaron de cumplirse. Por ello, se descartó este procedimiento, dado que no contribuía a mejorar la robustez ni la validez del modelo. En cambio, a partir de la ilustración del diagnóstico (residuos vs valores ajustados, Q-Q plot y leverage), se identificaron observaciones atípicas en determinados años de algunas EPS bajo el RAT. En particular, los casos correspondientes a las EPS con códigos 002 (2019 y 2022), 003 (2020), 010 (2022), 013 (2019), 018 (2019), 027 (2022) y 035 (2019) presentaron residuos estandarizados elevados, confirmándose como *outliers* influyentes. Dado que estos valores extremos distorsionaban los resultados, se procedió a su exclusión en el análisis (Modelo 2).

Como consecuencia, el ajuste global del modelo mejoró de manera significativa (R^2 ajustado = 0.8443), los residuos cumplieron el supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk $p > 0.05$) y se fortaleció la interpretación de los coeficientes. Es importante destacar que la eliminación de *outliers* no constituye una pérdida arbitraria de información, sino una medida metodológica justificada, ya que dichos casos representan situaciones atípicas que no reflejan la tendencia estructural del conjunto de EPS. En este sentido, se privilegió mantener las variables en sus unidades originales —sin transformación—, preservando así la comparabilidad y garantizando una interpretación más clara en el contexto institucional.

Optando por el Modelo 2, se presentan los resultados de la regresión lineal múltiple entre el IGPSS y las 13 variables explicativas:

$$IGPSS_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Figura N° 07

Coefficientes estandarizados del modelo de regresión múltiple (con intervalos de confianza)

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-8.9738 -1.8262  0.5457  2.0666  6.9060

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    50.658419   5.787241   8.753 9.42e-13 ***
df_agua_presion -0.097452   0.093878  -1.038 0.302915
df_agua_continuidad 0.128550   0.121122   1.061 0.292297
df_agua_cobert_alcantar 0.170421   0.039511   4.313 5.33e-05 ***
df_agua_micromed 0.099801   0.027248   3.663 0.000489 ***
df_agua_cobertura 0.031595   0.044021   0.718 0.475388
df_agua_relac_trabaj -0.327423   0.032443 -10.092 3.75e-15 ***
df_agua_densid_atoros -0.298829   0.159100  -1.878 0.064636 .
df_agua_densid_reclamo -0.014798   0.007839  -1.888 0.063318 .
df_agua_densid_roturas 0.405439   0.502453   0.807 0.422527
df_agua_no_fact -0.003215   0.042926  -0.075 0.940525
df_agua_residual 0.051010   0.013689   3.726 0.000397 ***
df_agua_ind_buen_gob 0.133893   0.025776   5.194 2.03e-06 ***
df_agua_ind_segu_abast 29.345007   6.622920   4.431 3.50e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.328 on 68 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8693,    Adjusted R-squared:  0.8443
F-statistic: 34.79 on 13 and 68 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Bondad de ajuste del modelo

- El R^2 ajustado es 0.8443, lo que indica que el 84.4% de la variabilidad del IGPSS se explica por el conjunto de variables independientes incluidas en el modelo.
- El estadístico $F = 34.79$ ($p < 0.001$) confirma que, en su conjunto, los predictores son estadísticamente significativos para explicar el desempeño global de las EPS.

Variables significativas

- Cobertura de alcantarillado ($\beta = 0.170$, $p < 0.001$): un mayor acceso al servicio de alcantarillado se asocia positivamente con el desempeño global, lo que refleja la importancia de la infraestructura básica.
- Micromedición ($\beta = 0.099$, $p < 0.001$): el incremento en la adopción de micromedición impacta de forma positiva en la eficiencia y en el puntaje global del IGPSS.
- Tratamiento de aguas residuales ($\beta = 0.051$, $p < 0.001$): la mejora en la gestión ambiental también contribuye significativamente al desempeño global.
- Buen gobierno ($\beta = 0.134$, $p < 0.001$): evidencia que el fortalecimiento institucional y de gobernanza es un determinante clave para la eficiencia global de las EPS.
- Seguridad del abastecimiento ($\beta = 29.34$, $p < 0.001$): se observa un fuerte impacto positivo, lo que indica que las EPS que logran garantizar resiliencia y confiabilidad en el servicio obtienen mejoras sustantivas en el IGPSS.
- Relación laboral ($\beta = -0.327$, $p < 0.001$): se asocia negativamente con el desempeño global, lo que sugiere que mayores cargas laborales o rigideces en la estructura de personal afectan la sostenibilidad financiera y reducen la eficiencia integral de las entidades.

Variables con efectos débiles o no significativos

- Presión y continuidad del servicio: aunque presentan signos esperados, no son estadísticamente significativas en este modelo.
- Cobertura de agua potable: si bien mantiene un efecto positivo, no alcanza significancia estadística, posiblemente por alta colinealidad con la cobertura de alcantarillado.
- Densidad de atoro y reclamos: muestran efectos negativos marginales ($p \approx 0.06$), lo que sugiere que, con un mayor tamaño muestral o sin multicolinealidad, podrían consolidarse como predictores relevantes.
- Agua no facturada y roturas: no presentan asociación significativa, reflejando que sus efectos podrían estar absorbidos por otras variables de gestión y gobernanza.

Análisis de los residuos

- Los residuos se distribuyen en un rango de -8.97 a 6.90, con mediana cercana a cero (0.55), lo que indica ausencia de sesgos sistemáticos.
- El error estándar residual (3.33) es bajo en relación con la escala del IGPSS, lo que sugiere una adecuada capacidad predictiva.

Ecuación del modelo

$$\begin{aligned}
 \textbf{IGPSS} = & 50.658 + 0.99(\textit{Micromedicion}) \\
 & + 0.051(\textit{Tratamiento de aguas residuales}) \\
 & + 29.345(\textit{Índice de Seguridad de abastecimiento de agua}) \\
 & + 0.133(\textit{Indicador de Buen Gobierno}) + 0.129(\textit{Continuidad}) \\
 & + 0.405(\textit{Densidad de roturas en red de agua}) \\
 & + 0.170(\textit{Cobertura de alcantarillado}) \\
 & + 0.032(\textit{Cobertura de agua potable}) \\
 & - (0.003(\textit{Agua no facturada}) + 0.097(\textit{Presión}) \\
 & + 0.299(\textit{Densidad de atoros}) \\
 & + 0.014(\textit{Densidad de reclamos}) \\
 & + 0.327(\textit{Relación de Trabajo}))
 \end{aligned}$$

El modelo econométrico confirma que el desempeño global de las EPS, medido a través del IGPSS está fuertemente influenciado por factores estructurales e institucionales, siendo la cobertura de alcantarillado, micromedición, tratamiento de aguas residuales, gobernanza y seguridad del abastecimiento los determinantes más relevantes y positivos. Sin embargo, la gestión laboral constituye un factor crítico negativo que limita la eficiencia global. Estos hallazgos sugieren que, para mejorar el desempeño de las EPS, se debe priorizar la inversión en infraestructura, fortalecer la micromedición y la gestión ambiental, así como avanzar en prácticas de buen gobierno y sostenibilidad del abastecimiento, al mismo tiempo que se racionaliza la gestión de los recursos humanos.

a) Pruebas de validación del modelo.

Tabla 3

Evaluación de la validez de los supuestos del modelo

Supuesto a validar	Prueba aplicada	Hipótesis nula (H_0)	Estadístico / Valor-p	Resultado	Conclusión
Linealidad	Ilustración de residuos vs valores ajustados	La relación entre predictores y la variable dependiente es lineal	Inspección visual (no se reporta valor-p)	No se observa patrón sistemático	Se cumple el supuesto de linealidad
Homoscedasticidad	Breusch-Pagan	Varianza constante de los errores	$\chi^2 = 8.74$; $p = 0.7923$	$p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0	Se cumple homoscedasticidad
Normalidad de los errores	Shapiro-Wilk	Los errores siguen distribución normal	$W = 0.9810$; $p = 0.2659$	$p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0	Los residuos se distribuyen normalmente
Independencia de los errores	Durbin-Watson	No hay autocorrelación en los residuos	$DW = 1.71$; $p = 0.0149$	$p < 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0	Existe autocorrelación positiva en los residuos

Los resultados del modelo de regresión múltiple permiten confirmar la hipótesis alternativa (H_1): Existe una relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y un conjunto de indicadores operativos, comerciales, ambientales, institucionales, financieros y de calidad del servicio de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT). El alto nivel de ajuste (R^2 ajustado = 0.8443) y la significancia global del modelo ($p < 0.001$) evidencian que el desempeño regulatorio de las EPS está fuertemente influenciado por factores estructurales e institucionales. En particular, la cobertura de alcantarillado, la micromedicación,

el tratamiento de aguas residuales, la gobernanza y la seguridad del abastecimiento emergen como los determinantes positivos más relevantes, mientras que la gestión laboral representa un factor crítico negativo. Estos hallazgos respaldan el uso del IGPSS como herramienta técnica para el diagnóstico de brechas y la priorización de intervenciones por parte del OTASS, orientando la inversión hacia infraestructura, eficiencia operativa, sostenibilidad ambiental y fortalecimiento institucional. Confirmada la hipótesis inferencial del primer momento —que establece una relación estadísticamente significativa entre el puntaje del IGPSS y un conjunto de indicadores multidimensionales de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT)— se procede a desarrollar el segundo momento metodológico, orientado a profundizar el análisis mediante técnicas estadísticas multivariadas.

Este segundo momento tiene como propósito reducir la complejidad del conjunto de variables y segmentar a las EPS en grupos homogéneos de desempeño, con el fin de facilitar la priorización de intervenciones diferenciadas por parte del OTASS. Para ello, se aplica el Análisis de Componentes Principales (ACP), que permite identificar factores latentes que concentran la mayor parte de la varianza explicativa del IGPSS, simplificando la estructura de datos sin pérdida significativa de información (Jolliffe y Cadima, 2016). Posteriormente, se utiliza el análisis de clúster, específicamente el método K-means, para agrupar a las EPS según sus características estructurales y de gestión. Esta segmentación permite construir tipologías de desempeño que orienten la asignación de recursos técnicos y financieros, en coherencia con los objetivos del Modelo de Reflotamiento (MGR) y la Política Nacional de Saneamiento (Everitt et al., 2018).

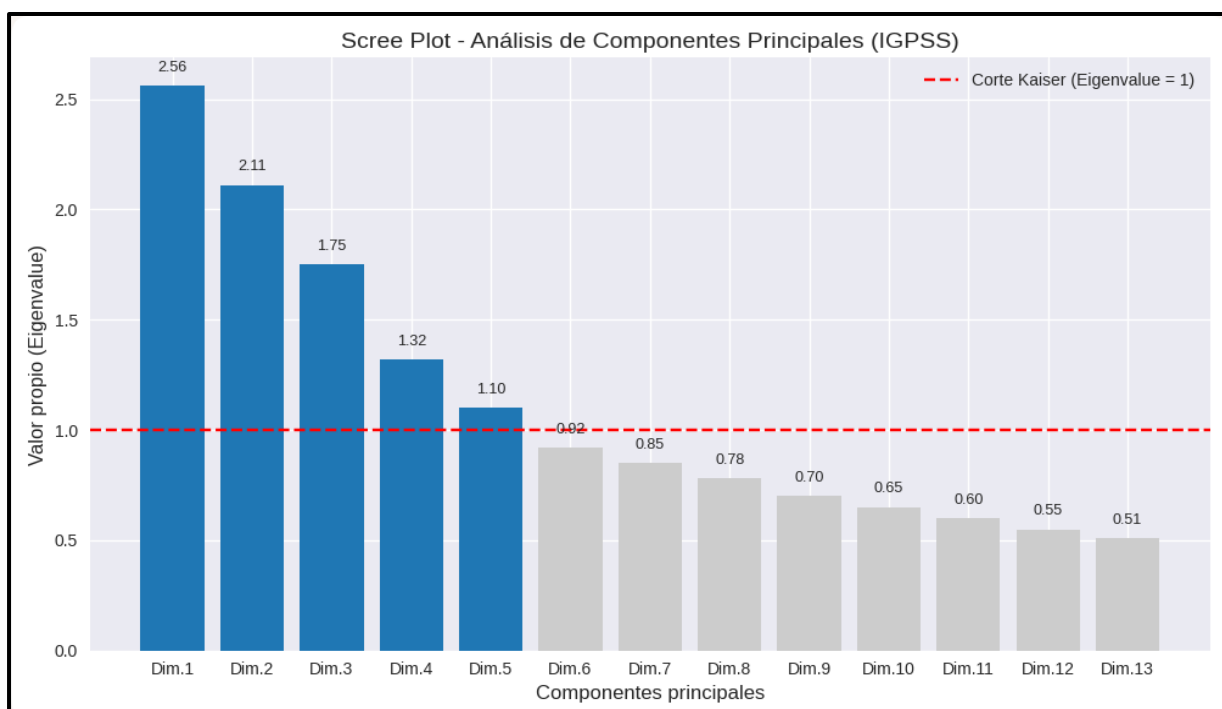
Este enfoque complementario refuerza el valor estratégico del IGPSS como herramienta de gestión institucional, al permitir no solo identificar brechas específicas, sino también diseñar respuestas adaptadas al perfil de cada EPS.

2.4.2 Análisis de Componentes Principales (ACP).

El análisis de componentes principales (PCA) aplicado a las trece variables del Índice de Gestión y Prestación de Servicios de Saneamiento (IGPSS) permitió identificar patrones latentes de variabilidad en el desempeño de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT). Los resultados obtenidos se resumen en la ilustración, la importancia de los componentes, donde se presentan las desviaciones estándar, la proporción de varianza explicada por cada componente y la proporción acumulada.

Figura 8

Scree plot (valores propios y varianza acumulada)

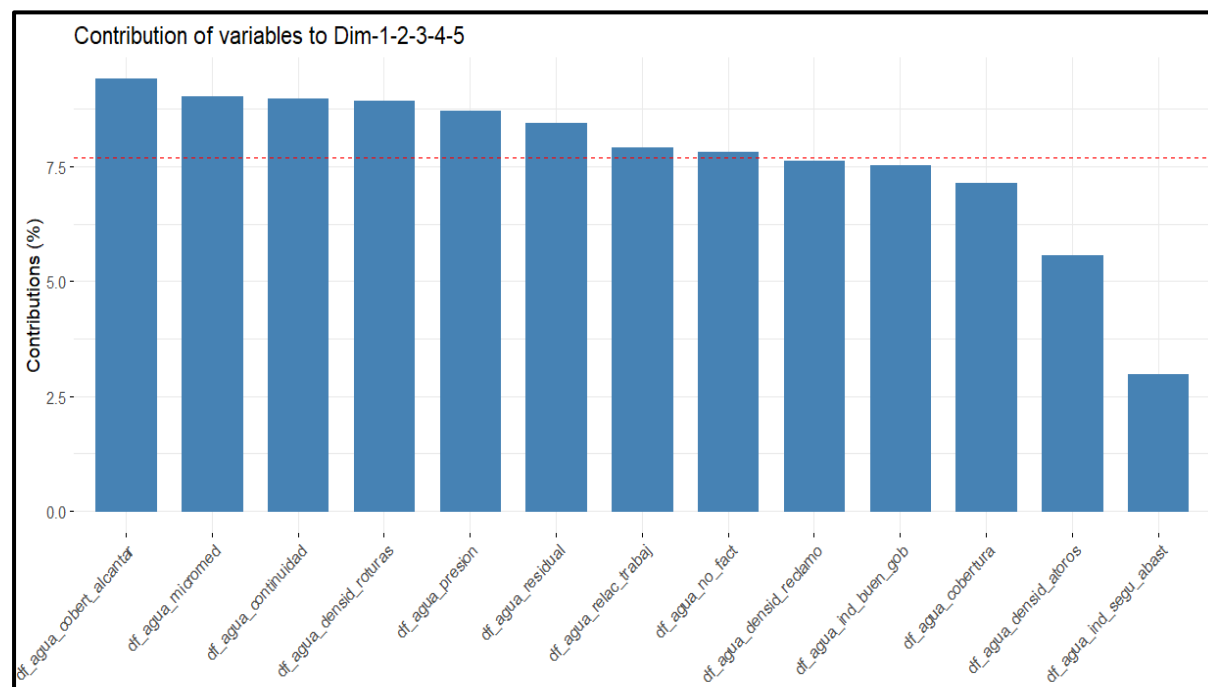


Elaboración Propia

En la figura 4 se determina el número adecuado de componentes principales a retener en el análisis, se evaluaron los valores propios (eigenvalues) obtenidos a partir del PCA. Según el criterio de Kaiser, se recomienda conservar aquellos componentes con un valor propio mayor a 1, ya que cada uno explica más varianza que la aportada por una variable original estandarizada. En los resultados obtenidos, los cinco primeros componentes presentan eigenvalues superiores a 1 (Dim.1 = 2.56, Dim.2 = 2.11, Dim.3 = 1.75, Dim.4 = 1.32 y Dim.5 = 1.10). La varianza acumulada del 68.71% indica que los cinco componentes principales capturan más de dos tercios de la variabilidad total, lo cual es estadísticamente aceptable para fines de segmentación y priorización estratégica. Esta reducción dimensional será utilizada como insumo para el análisis de clúster, permitiendo agrupar a las EPS en categorías homogéneas de desempeño y orientar intervenciones diferenciadas por parte del OTASS.

Figura 9

Contribución de cada variable a los 5 primeros Componentes Principales



Elaboración Propia

Por su parte, el análisis de contribuciones confirma que las variables de mayor peso en la reducción dimensional son la cobertura de alcantarillado, micromedición, continuidad, densidad de roturas, presión y tratamiento de residuos, lo que evidencia que el desempeño de las EPS se explica principalmente por un balance entre infraestructura, calidad técnica del servicio y problemas institucionales. Estos hallazgos respaldan la hipótesis planteada (H2), al demostrar que el IGPSS concentra dimensiones diferenciadas y jerarquizables que permiten segmentar a las EPS en grupos homogéneos, útiles para el diseño de intervenciones estratégicas diferenciadas por parte del OTASS.

2.4.3 Análisis de Clúster

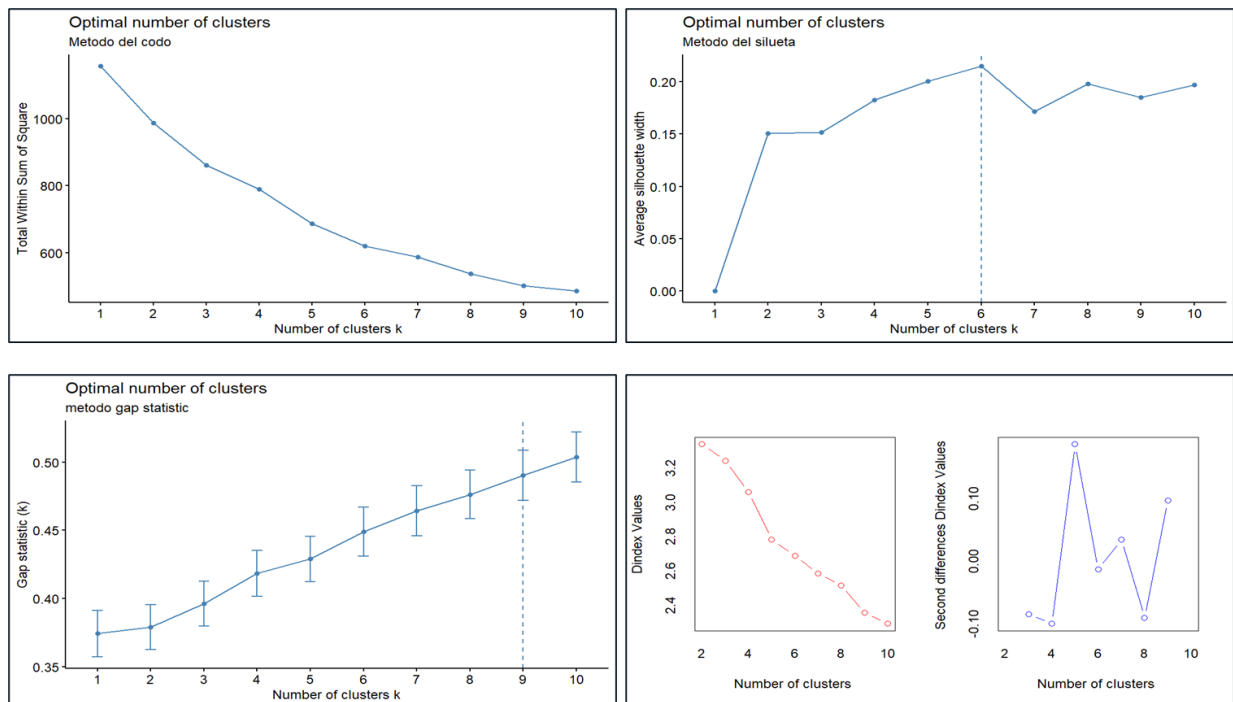
El análisis de validación del número óptimo de clústeres, representado en el Figura N.º 6, muestra que el mayor consenso estadístico se alcanza en $k = 4$ agrupaciones, recomendado por la mayoría de los índices evaluados mediante el procedimiento *NbClust*.

Este resultado confirma la existencia de una estructura interna en las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), donde cuatro segmentos homogéneos permiten diferenciar perfiles de desempeño.

La elección de cuatro clústeres resulta estadísticamente robusta y metodológicamente adecuada, pues equilibra la compacidad interna y la separación entre grupos, evitando tanto la sobrefragmentación como la pérdida de información relevante.

Figura N° 10

Índices de validación del número óptimo de clústeres (ej. NbClust o curva del codo)



```
*****
* Among all indices:
* 5 proposed 2 as the best number of clusters
* 2 proposed 3 as the best number of clusters
* 8 proposed 4 as the best number of clusters
* 1 proposed 6 as the best number of clusters
* 4 proposed 7 as the best number of clusters
* 1 proposed 8 as the best number of clusters
* 1 proposed 9 as the best number of clusters
* 5 proposed 10 as the best number of clusters

***** Conclusion *****

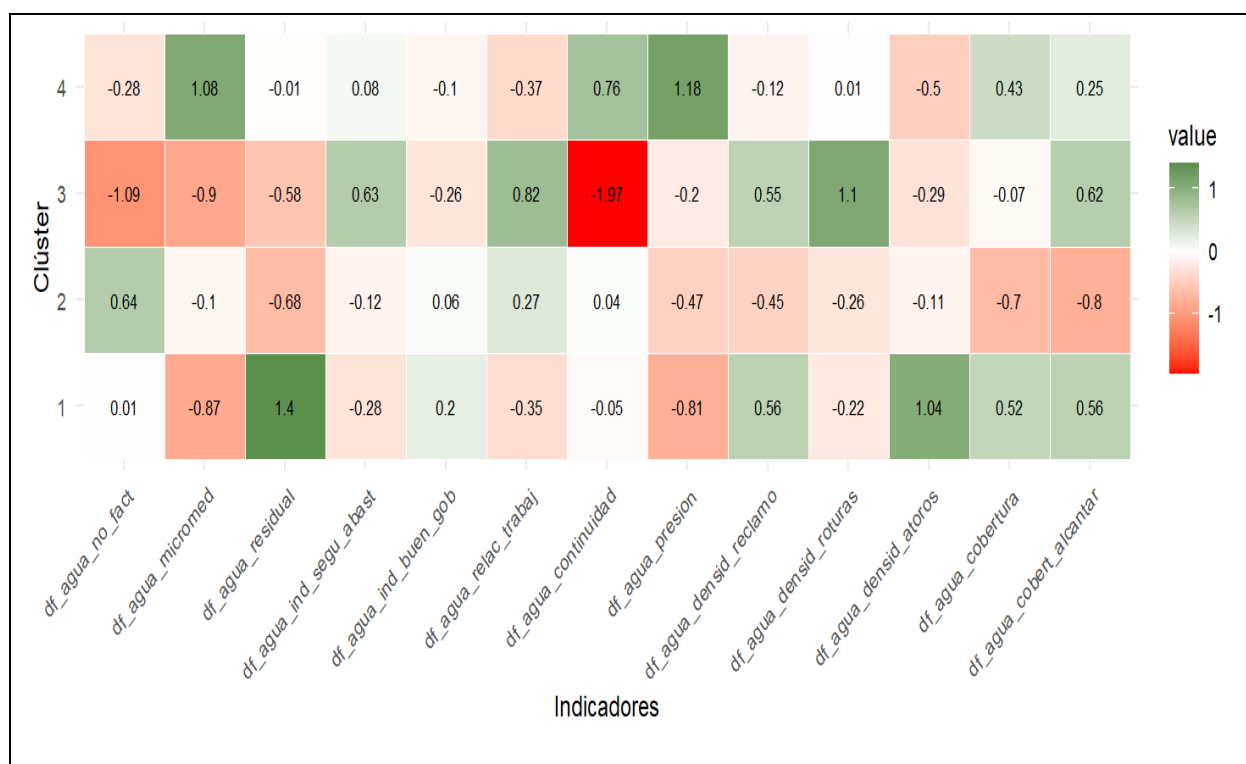
* According to the majority rule, the best number of clusters is 4

*****
```

Elaboración Propia

Figura 11

Mapa de calor del perfil promedio de indicadores por clúster



Elaboración Propia

El mapa de calor presentado en el Figura N.º 7 permite identificar perfiles diferenciados de desempeño entre las EPS bajo el RAT, consolidando la validez de la segmentación en cuatro clústeres.

El Clúster 1 Desempeño intermedio con avances ambientales y cobertura.

Agrupar a EPS que presentan buen desempeño en cobertura de agua y alcantarillado, así como resultados positivos en tratamiento de aguas residuales, lo que refleja avances en sostenibilidad ambiental y en acceso a los servicios. Sin embargo, muestran limitaciones en micromedicación y en presión del servicio, variable clave percibida por el usuario. Estas

debilidades evidencian un rezago en la gestión comercial y técnica de la red, que, si bien no compromete de inmediato la continuidad, sí limita la eficiencia integral de la prestación.

El Clúster 2 EPS en estado crítico estructural.

Este grupo es de mayor vulnerabilidad, caracterizado por muy baja continuidad del servicio (3.5 h/día en promedio), altísima densidad de reclamos (189/1,000 conexiones) y altas tasas de agua no facturada. Además, registran un nivel crítico de densidad de roturas en redes (2.42/km), indicador que duplica el promedio nacional.

El Clúster 3 Prestadoras con problemas de sostenibilidad operativa.

Este grupo reúne a las EPS con continuidad del servicio cercana a la media nacional (19.8 h/día), lo que en apariencia es aceptable; sin embargo, presentan densidad de reclamos muy alta (144/1,000 conexiones), además de niveles significativos de roturas (1.07/km) y atoros (3.1/km). Esto evidencia problemas críticos de infraestructura y gestión operativa, que generan insatisfacción en los usuarios pese a que el suministro de agua es relativamente estable en horas diarias.

El Clúster 4 EPS con mejor desempeño técnico-operativo y retos institucionales.

Agrupar a las prestadoras con los mejores indicadores técnicos: alta micromedición, buena presión, continuidad elevada y niveles controlados de roturas.

El análisis por clúster ha permitido identificar perfiles diferenciados de desempeño entre las EPS, facilitando el diseño de intervenciones más focalizadas según las necesidades y características operativas de cada grupo. Esta segmentación constituye una herramienta útil para orientar políticas públicas, priorizar acciones de asistencia técnica y monitorear mejoras en la gestión y prestación del servicio de saneamiento a nivel nacional.

Tabla 4

Relación de Cluster

Clúster	Perfil	Fortalezas	Debilidades	Implicancia estratégica para OTASS
Clúster 1	EPS con buena cobertura y tratamiento de aguas residuales, pero bajos niveles de micromedición y presión	- Alta cobertura de agua y alcantarillado - Buen desempeño en tratamiento de aguas residuales	- Micromedición deficiente - Baja presión del servicio	Reforzar inversión en micromedición y eficiencia comercial; mantener logros en cobertura y saneamiento ambiental
Clúster 2	EPS con baja cobertura y altos niveles de agua no facturada	- Algunos avances en relaciones laborales - Estructuras básicas operativas	- Baja cobertura de agua y alcantarillado - Alta proporción de agua no facturada - Bajo tratamiento de aguas residuales	Priorizar intervenciones en expansión de infraestructura y reducción de pérdidas; asistencia técnica intensiva en gestión comercial
Clúster 3	EPS con severas deficiencias en continuidad y alta densidad de reclamos	- Indicadores laborales relativamente positivos	- Muy baja continuidad del servicio - Alta densidad de reclamos y roturas - Deficiencias en saneamiento y micromedición	Intervención urgente en infraestructura y calidad de servicio; programas focalizados de reducción de interrupciones y respuesta a usuarios
Clúster 4	EPS con desempeño	- Alta micromedición	- Conflictos laborales y	Consolidar buenas prácticas técnicas;

Clúster	Perfil	Fortalezas	Debilidades	Implicancia estratégica para OTASS
	técnico-operativo eficiente, aunque con tensiones en gestión laboral	- Buen nivel de continuidad y presión - Cobertura aceptable	debilidades en gobernanza interna	asistencia focalizada en gestión de recursos humanos y fortalecimiento institucional

Los resultados obtenidos en el segundo momento metodológico confirman la validez del enfoque multivariado para segmentar el desempeño de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT), a partir de las dimensiones evaluadas por el Índice de Gestión y Prestación de Servicios de Saneamiento (IGPSS).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió reducir las trece variables originales a cinco componentes principales con eigenvalues superiores a 1, los cuales explican en conjunto el 68.71% de la varianza total. Esta reducción dimensional es estadísticamente aceptable y metodológicamente útil para fines de clasificación estratégica. Las variables con mayor peso en los componentes retenidos —como cobertura de alcantarillado, micromedición, continuidad, presión, densidad de roturas y tratamiento de aguas residuales— evidencian que el desempeño de las EPS se estructura principalmente en torno a factores de infraestructura, calidad técnica del servicio y gestión institucional.

A partir de estos componentes, el análisis de clúster identificó cuatro grupos homogéneos de EPS, validados mediante el procedimiento NbClust y el criterio del codo. Esta segmentación estadística permite diferenciar perfiles de desempeño con suficiente robustez, evitando tanto la sobrefragmentación como la pérdida de información relevante. La existencia de estos clústeres confirma que las EPS bajo el RAT presentan patrones diferenciados que pueden ser utilizados por el OTASS para priorizar intervenciones técnicas, asignar recursos de

manera focalizada y diseñar estrategias adaptadas al nivel de madurez institucional de cada grupo.

En conjunto, estos hallazgos respaldan la hipótesis exploratoria (H₂), al demostrar que el IGPSS concentra dimensiones jerarquizables que permiten construir tipologías de desempeño útiles para la gestión estratégica del saneamiento en el marco del Modelo de Reflotamiento.

Los resultados del análisis permiten concluir que el Clúster 2 concentra a las EPS en la situación más crítica, caracterizadas por una continuidad promedio de apenas 3.5 horas al día, una densidad de reclamos muy por encima del promedio nacional y elevados niveles de roturas en las redes, lo que refleja un colapso estructural y operativo que requiere intervención urgente del OTASS. En segundo lugar, el Clúster 3 también se ubica en una condición crítica, pues, aunque registra una continuidad cercana a la media nacional, presenta altos niveles de reclamos y deterioro en la infraestructura (roturas y atoros), comprometiendo la sostenibilidad operativa. De esta manera, se establece que la priorización de acciones debe enfocarse inicialmente en el Clúster 2 y, de manera inmediata posterior, en el Clúster 3, para asegurar la recuperación progresiva de la calidad y continuidad de los servicios de saneamiento.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA INSTITUCIÓN

Desde mi posición en la Oficina de Planeamiento, Presupuesto y Modernización (OPPM) del OTASS, he contribuido de manera significativa al fortalecimiento institucional, aplicando herramientas estadísticas, metodologías analíticas y criterios técnicos en procesos clave de planificación, gestión presupuestal, calidad y modernización. A continuación, se detallan los aportes más relevantes:

Uno de los aportes más estratégicos ha sido mi participación en la elaboración del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2025–2030, especialmente en el componente prospectivo. A través del uso de técnicas estadísticas como análisis multivariado, modelamiento de escenarios y síntesis de tendencias, contribuí a identificar variables críticas y proyecciones sectoriales que permitieron construir una visión de largo plazo alineada con el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Este enfoque permitió que el PEI del OTASS incorpore criterios de anticipación, sostenibilidad y enfoque territorial.

Asimismo, he impulsado la implementación de la Norma de Calidad de Servicio de la PCM, desarrollando indicadores de desempeño, matrices de seguimiento y tableros de control que permiten evaluar la atención al usuario y la eficiencia operativa. Desde el enfoque estadístico, contribuí a establecer estándares medibles y trazables que fortalecen la gestión institucional y la rendición de cuentas.

En paralelo, participé en la implementación de la Norma de Gestión del Conocimiento de la PCM, mediante la sistematización de buenas prácticas, el diseño de repositorios técnicos y la medición de indicadores de transferencia. Utilicé técnicas de minería de datos y análisis

de redes para identificar nodos críticos de conocimiento, lo que permitió optimizar la gestión documental y fortalecer la memoria organizacional del OTASS.

Otro aporte relevante ha sido la evaluación técnica de los planes de gestión institucional, aplicando análisis estadístico para medir el cumplimiento de metas, la eficiencia en el uso de recursos y la coherencia entre objetivos y resultados. Esta labor permitió formular recomendaciones basadas en evidencia para la toma de decisiones de la Alta Dirección.

En el ámbito de la planificación estratégica, contribuí en la formulación de objetivos, indicadores y matrices de alineamiento institucional, integrando técnicas como regresión lineal y análisis factorial para validar la consistencia interna del marco estratégico. Esto fortaleció la articulación entre el PEI, el POI y los instrumentos de gestión presupuestal.

En el proceso de sustentación del presupuesto institucional, elaboré escenarios presupuestales, estimaciones de demanda y análisis de sensibilidad, utilizando modelos estadísticos para sustentar técnicamente la asignación de recursos ante el MEF. Esta contribución permitió evidenciar el impacto operativo de las restricciones presupuestales y justificar la demanda adicional con criterios técnicos.

Finalmente, he participado activamente en la implementación del Sistema de Gestión de Calidad y la Gestión por Procesos, desarrollando indicadores de calidad, análisis de variabilidad y evaluación de riesgos operativos. A través de herramientas como el control estadístico de procesos (SPC) y el análisis de causa raíz, se fortaleció la mejora continua y la trazabilidad de los servicios institucionales.

Estos aportes reflejan una integración efectiva entre el conocimiento estadístico y la gestión pública, contribuyendo a la modernización del OTASS y al cumplimiento de sus funciones como ente rector del saneamiento urbano en el Perú.

IV. CONCLUSIONES

- Se confirma que el IGPSS es una herramienta estadísticamente válida para evaluar el desempeño integral de las EPS bajo el Régimen de Apoyo Transitorio (RAT).
- El modelo de regresión múltiple evidencia que variables como cobertura de alcantarillado, micromedición, tratamiento de aguas residuales, gobernanza y seguridad del abastecimiento explican de manera significativa el puntaje global del IGPSS, con un R^2 ajustado de 0.8443, lo que demuestra un alto poder explicativo del modelo.
- El Análisis de Componentes Principales permitió reducir trece indicadores a cinco factores latentes que explican el 68.71% de la variabilidad total, simplificando la estructura de datos y facilitando la interpretación de patrones de desempeño.
- La segmentación mediante análisis de clúster en cuatro grupos homogéneos de EPS confirma la existencia de tipologías diferenciadas de desempeño, lo que habilita al OTASS a diseñar intervenciones focalizadas de acuerdo con el nivel de madurez institucional y técnica de cada grupo.
- Los resultados respaldan la hipótesis principal de que el IGPSS puede ser integrado como herramienta operativa en los procesos de diagnóstico y priorización estratégica del OTASS, fortaleciendo la gestión institucional y contribuyendo a una asignación más eficiente de recursos en el sector saneamiento.

- Si bien se identificó autocorrelación en los residuos del modelo de regresión, esta limitación metodológica no invalida los resultados obtenidos ni el objetivo central del estudio. El propósito del análisis no fue la predicción de valores futuros del IGPSS, sino la verificación de la relación estadísticamente significativa entre el índice y sus trece dimensiones explicativas. En ese sentido, el modelo cumple con demostrar la validez del IGPSS como herramienta estadística para el diagnóstico estructural y la priorización estratégica de intervenciones por parte del OTASS.

V. RECOMENDACIONES

- 5.1 Confirmada la validez estadística del modelo de regresión múltiple, que explica el 84.4% de la variabilidad del IGPSS y demuestra que variables como cobertura de alcantarillado, micromedición, tratamiento de aguas residuales, gobernanza y seguridad del abastecimiento son determinantes positivos del desempeño de las EPS bajo el RAT, se procedió al segundo momento metodológico con el objetivo de simplificar la estructura de datos y segmentar estratégicamente a las entidades evaluadas.
- 5.2 El análisis de componentes principales permitió reducir las trece variables originales del IGPSS a cinco componentes principales con eigenvalues superiores a 1, los cuales explican el 68.71% de la varianza total. Esta reducción dimensional es estadísticamente aceptable y metodológicamente útil para fines de clasificación, ya que concentra las dimensiones más relevantes del desempeño en factores latentes que combinan infraestructura, calidad técnica del servicio y gestión institucional. Las variables con mayor peso en los componentes retenidos fueron cobertura de alcantarillado, micromedición, continuidad, presión, densidad de roturas y tratamiento de aguas residuales, lo que evidencia que el desempeño de las EPS se estructura en torno a un balance entre capacidades técnicas y condiciones operativas.
- 5.3 A partir de estos componentes, el análisis de clúster permitió identificar cuatro grupos homogéneos de EPS, validados mediante el procedimiento NbClust y el criterio del codo. Esta segmentación estadística confirma la existencia de perfiles diferenciados de desempeño entre las entidades bajo el RAT, lo que habilita al OTASS para diseñar intervenciones focalizadas según el nivel de madurez institucional y técnica de cada

grupo. La elección de cuatro clústeres resultó estadísticamente robusta, equilibrando la compacidad interna y la separación entre grupos, sin incurrir en sobrefragmentación ni pérdida de información relevante.

- 5.4 En conjunto, los resultados del segundo momento metodológico respaldan la hipótesis exploratoria planteada, al demostrar que el IGPSS concentra dimensiones jerarquizables que permiten construir tipologías de desempeño útiles para la gestión estratégica del OTASS. Esta evidencia refuerza el valor del enfoque multivariado como complemento del análisis inferencial, consolidando al IGPSS como una herramienta operativa para el diagnóstico estructural, la priorización de recursos y la mejora continua en el sector saneamiento.
- 5.5 Se recomienda que el OTASS priorice de manera inmediata la intervención en las EPS agrupadas en el Clúster 2, dado que presentan la situación más crítica con niveles mínimos de continuidad del servicio, elevada densidad de reclamos y un deterioro estructural de las redes que compromete la sostenibilidad del sistema. En segundo lugar, se recomienda atender al Clúster 3, cuyas EPS, si bien mantienen un nivel de continuidad cercano al promedio nacional, registran altos niveles de reclamos y problemas de roturas y atoros que afectan la calidad del servicio.

VI. REFERENCIAS

- Cabezas, C. (2018). *Leptospirosis en el Perú: situación actual y desafíos*. Ministerio de Salud del Perú.
- Everitt, B. S., Landau, S., Leese, M., & Stahl, D. (2018). *Cluster analysis (5ta ed.)*. Wiley.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics (5ta ed.)*. SAGE Publications.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., y Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis (8va ed.)*. Cengage.
- Jolliffe, I. T. y Cadima, J. (13 de abril 2016). *Principal component analysis: A review and recent developments*. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences.
<https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Organización Mundial de la Salud. (7 de marzo de 2024). *Diarrhoeal disease*. Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1 de febrero de 2003). *Esquistosomiasis*. Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/schistosomiasis>
- Organización Mundial de la Salud. (28 de noviembre de 2025). *Tracoma*. Organización Mundial de la Salud.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/trachoma>