

# Indice de Calidad del Agua Marina (ICAM)

Julian Arango  
Juan Esteban Vera  
Catalina Gómez osorio

# INTRODUCCION

El monitoreo ambiental juega un papel clave en la toma de decisiones sobre salud pública, gestión costera y sostenibilidad marina. En este contexto, el proyecto ICAM (Índice de Calidad de Aguas Marinas) se centra en recopilar, visualizar y analizar datos sobre la calidad de las aguas marinas en el territorio nacional, utilizando herramientas digitales como mapas interactivos y gráficos anuales.

A pesar de los avances en la recolección de datos, existe una marcada concentración de mediciones en ciertas zonas, lo que limita la capacidad para generar diagnósticos representativos y equitativos a nivel regional. Esta desigualdad en la cobertura dificulta la identificación oportuna de áreas críticas y la formulación de políticas eficaces.

Por tanto, este proyecto busca no solo visibilizar esta problemática, sino también facilitar su análisis a través de plataformas accesibles y visuales que promuevan la toma de decisiones basada en evidencia.

# Objetivos

## Objetivo General:

Analizar la calidad del agua marina a lo largo de diferentes playas de la costa colombiana utilizando la base de datos del ICAM, con el fin de identificar patrones de contaminación y dar estrategias para su uso en actividades como la pesca y la slainas, para la mejora de la gestión ambiental y la seguridad pública.

## Objetivos Específicos:

1. Analizar las variables relacionadas para comprender la magnitud y distribución de la contaminación por hidrocarburos y obtener una visión general de la calidad del agua en el período de estudio.
2. Identificar tendencias y patrones espaciales de contaminación a lo largo del tiempo que muestren la relación entre los indicadores de calidad del agua
3. Aplicar técnicas de análisis temporal y espacial para detectar cambios en la calidad del agua a lo largo de diferentes estaciones del año, así como posibles concentraciones de contaminación en zonas geográficas específicas utilizando mapas y gráficos



# Algunos hallazgos previos y limpieza de datos

- El tamaño del DataFrame es de (1715, 39)
- 239 estaciones de monitoreo (móviles o fijas)
- 12 departamentos
- Las columnas con un porcentaje de datos invalidos (nulos + negativos) menor al 10% serán imputados por la media, entre el 10% y el 40% serán imputados con KNN, y mayores al 40% serán eliminadas.

- Los contaminates a evaluar son 7:

- solidos\_suspendidos\_totales
- ph
- calidad\_oxigeno\_disuelto
- calidad\_ph
- oxigeno\_disuelto
- ortofosfatos
- nitratos

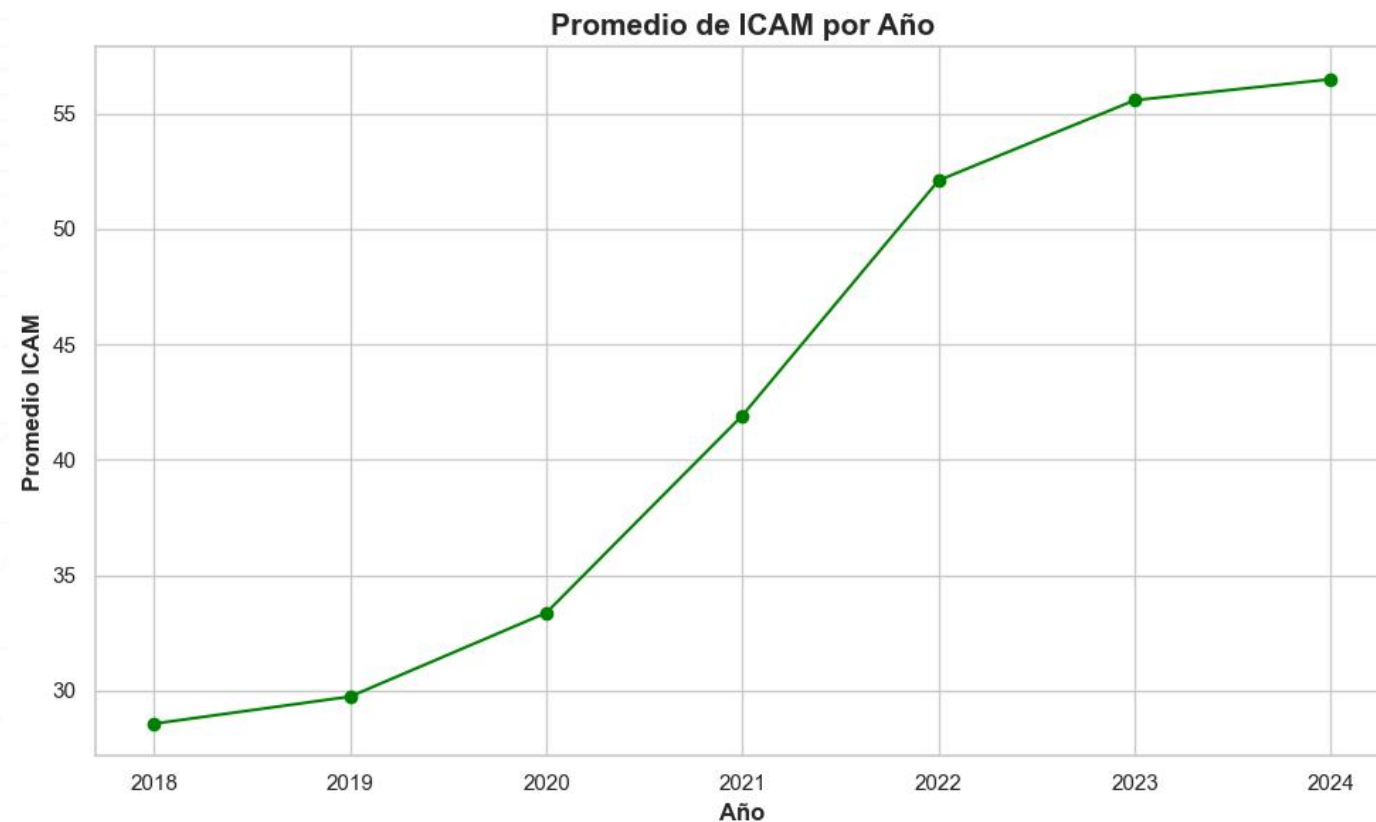
Cada uno tiene una variable “evaluacion” y “caliudad”

- **Contexto con datos encontrados:**

Tenemos 239 estaciones a lo largo de la costa Colombiana, dichas estaciones recolectan muestras de entre contaminates varias veces al año (1 o 4 veces)

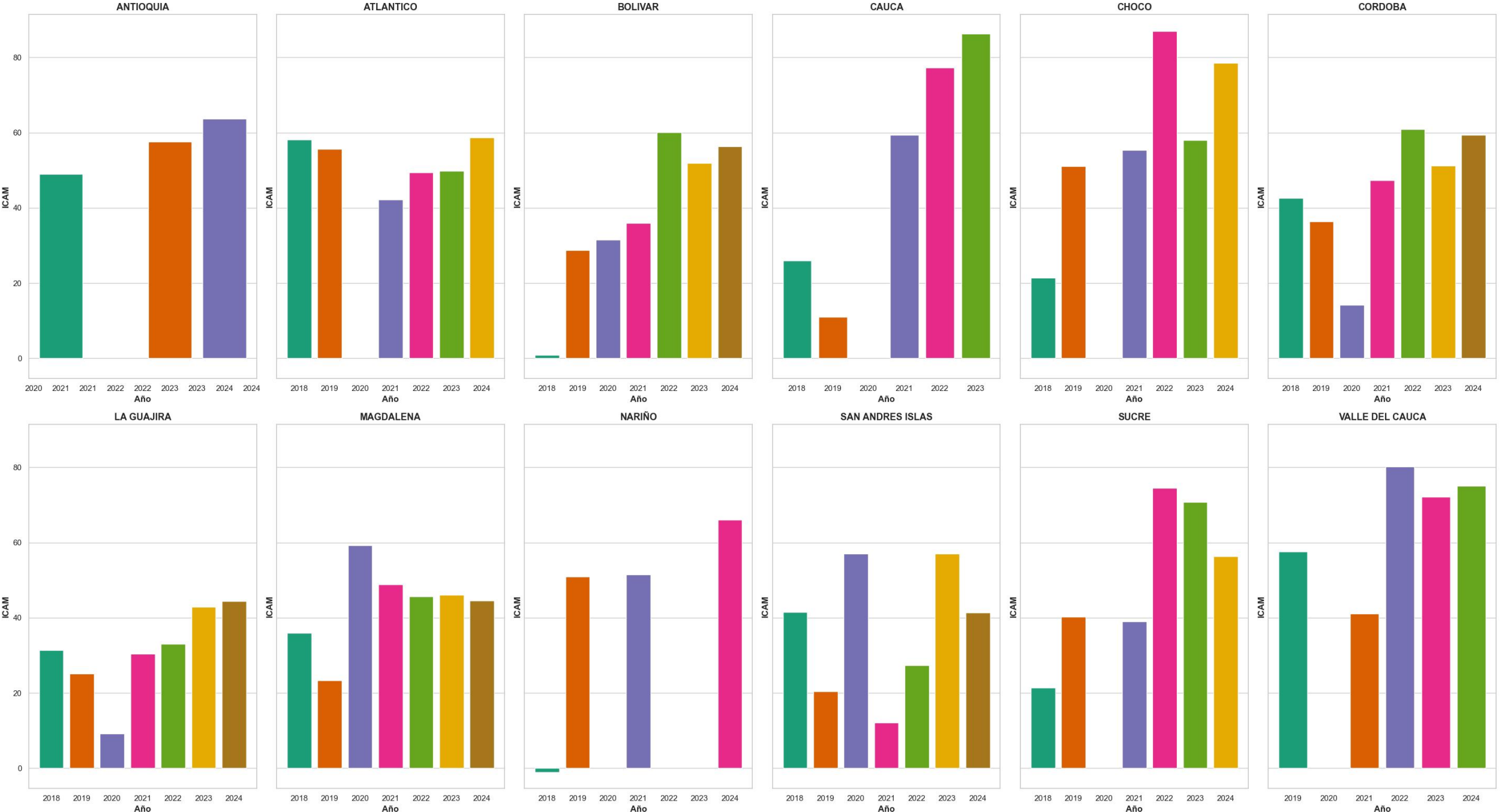
## Comportamiento del ICAM

- El promedio de ICAM ha mostrado una tendencia ascendente constante desde 2018 hasta 2024.
- El año con un mejor índice de calidad icam en promedio fue el 2024.
- 2023 y 2024 muestran un crecimiento más lento, lo que puede indicar una estabilización
- El siguiente gráfico de barras por departamento se especifica más.

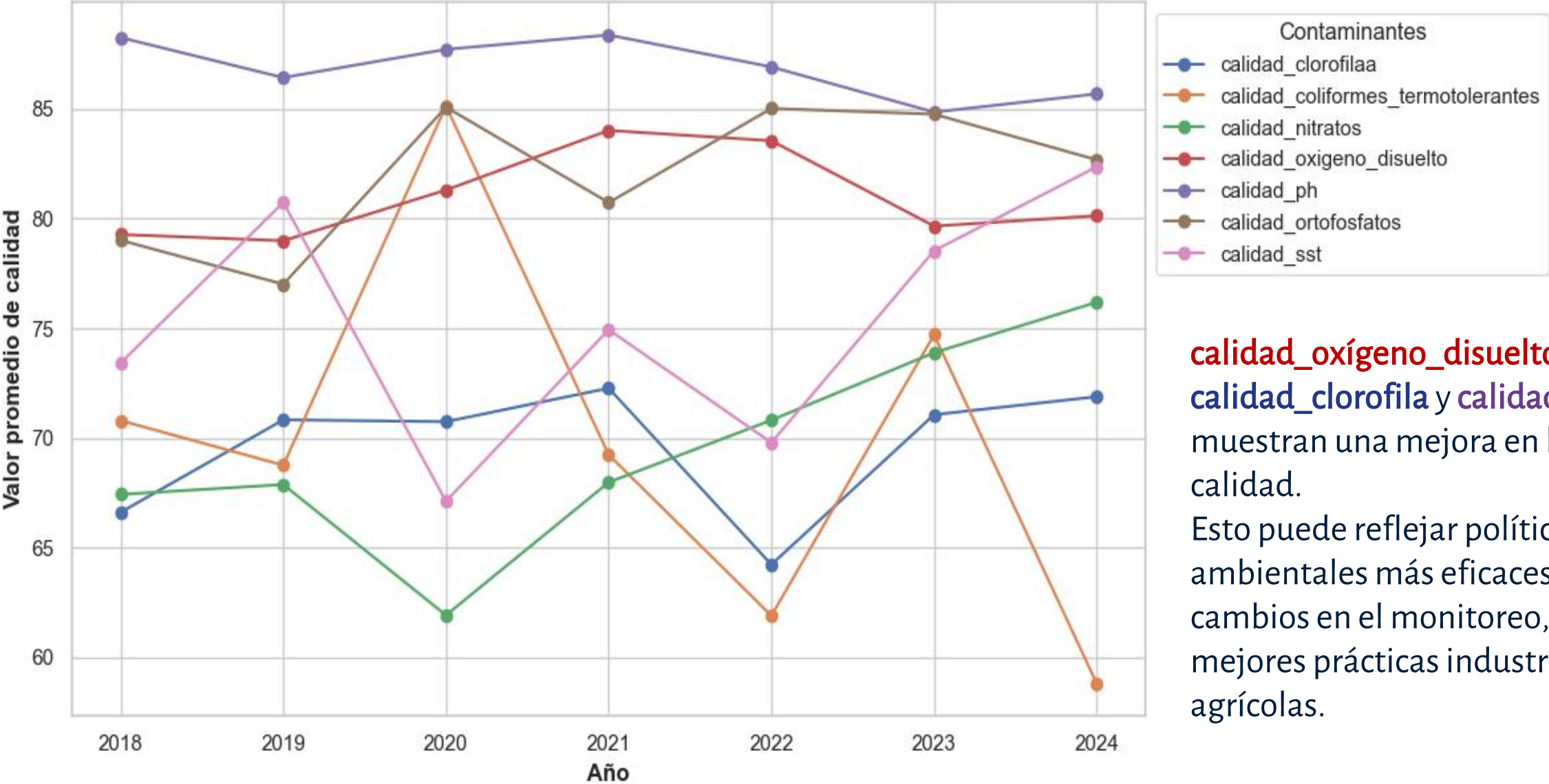


Escala de calidad	Categorías
Óptima	100-90
Adecuada	90-70
Aceptable	70-50
Inadecuada	50-25
Pésima	25-0

# Promedio anual del ICAM y Departamento

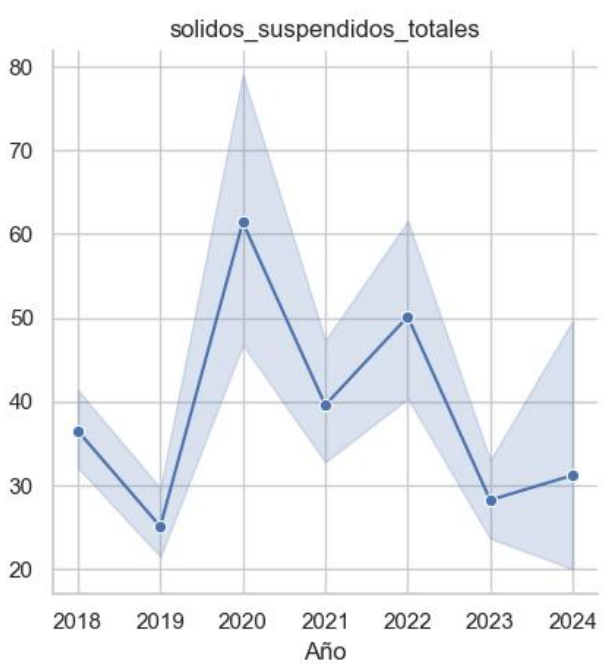
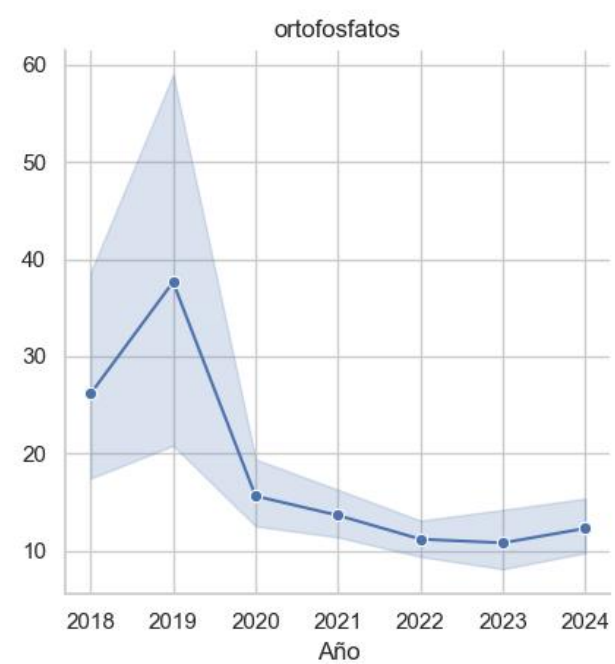
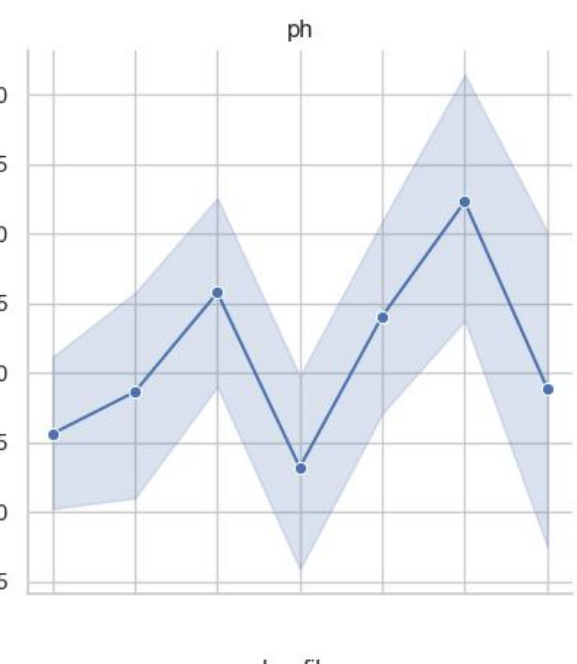
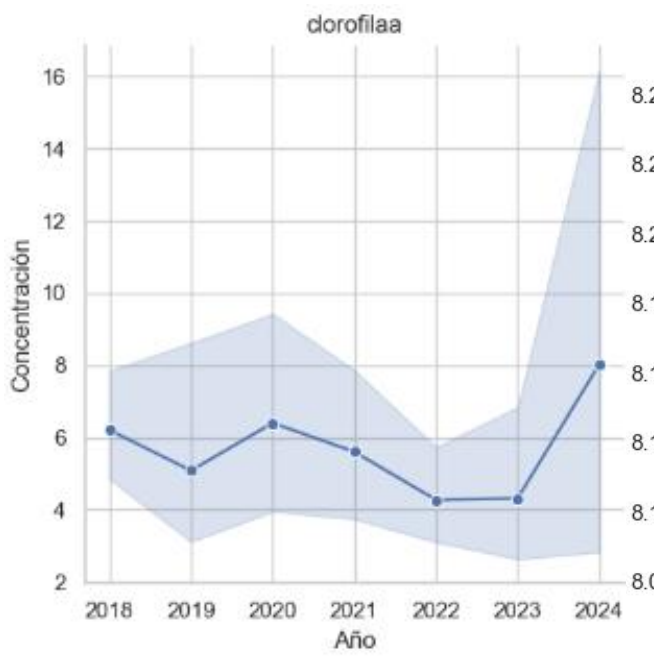
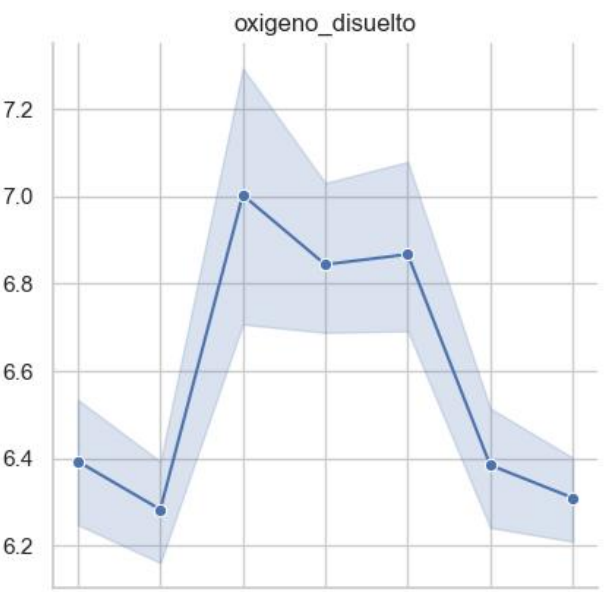
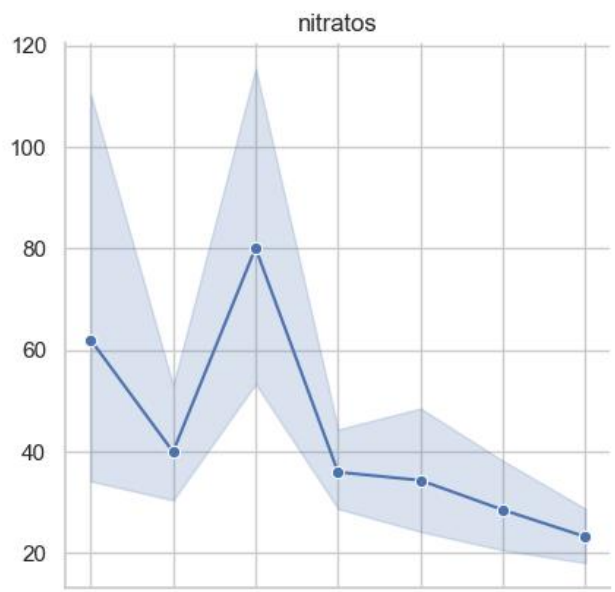
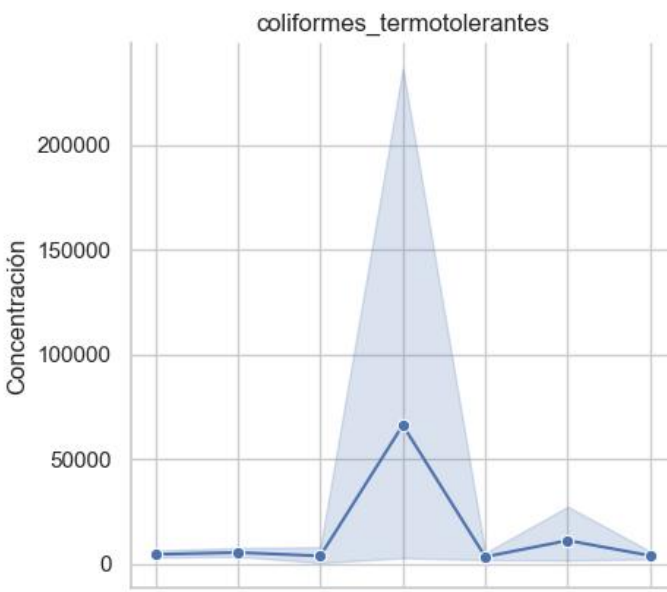


Comportamiento de las calidad de contaminantes a lo largo de los años



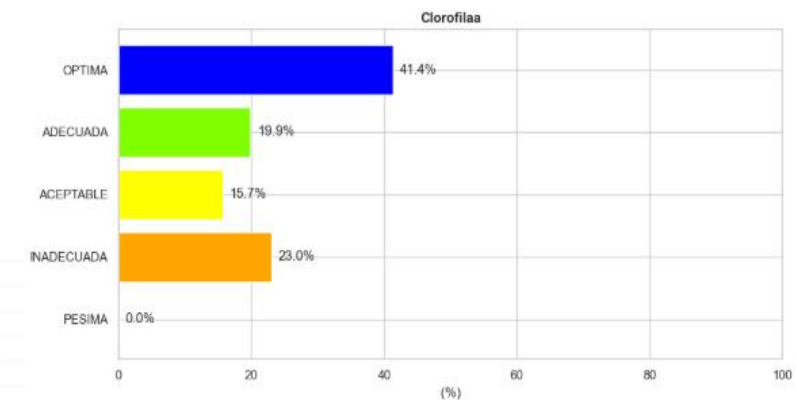
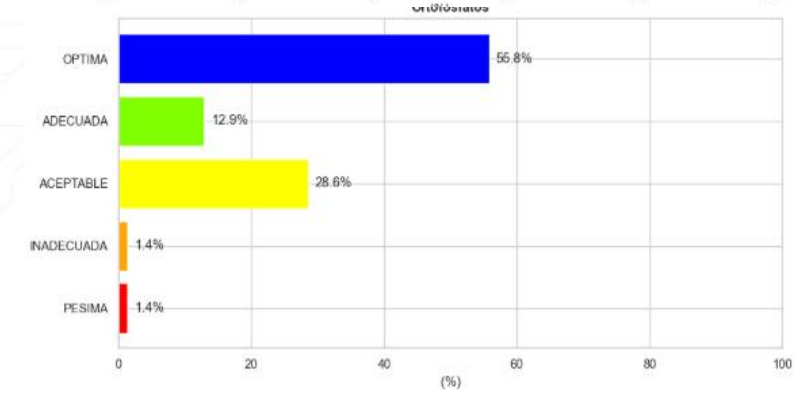
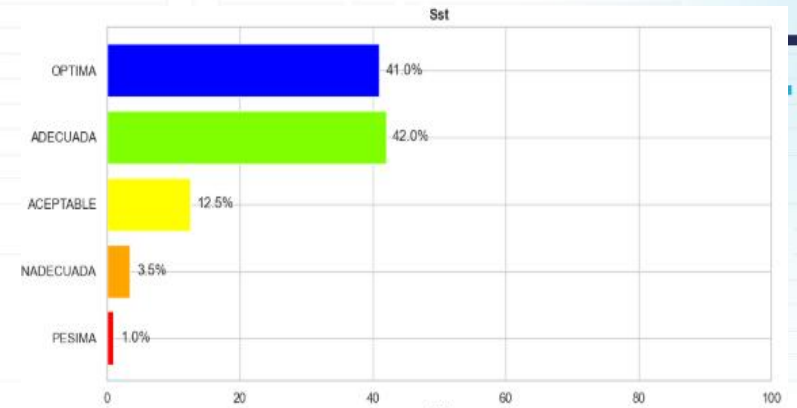
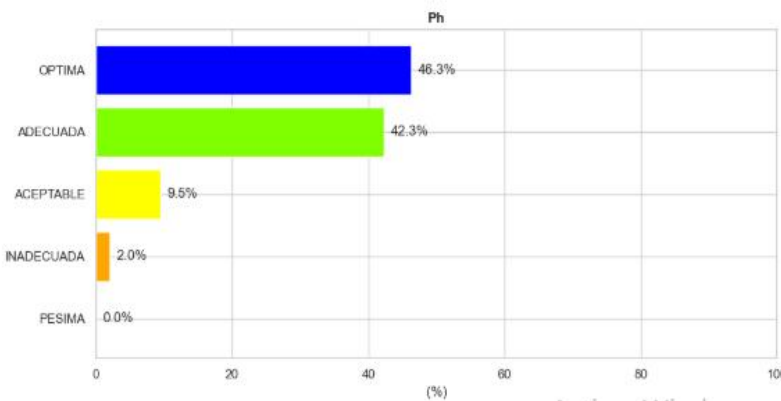
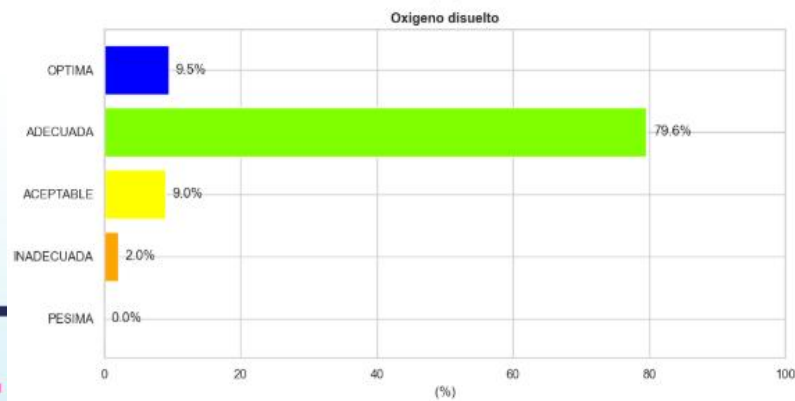
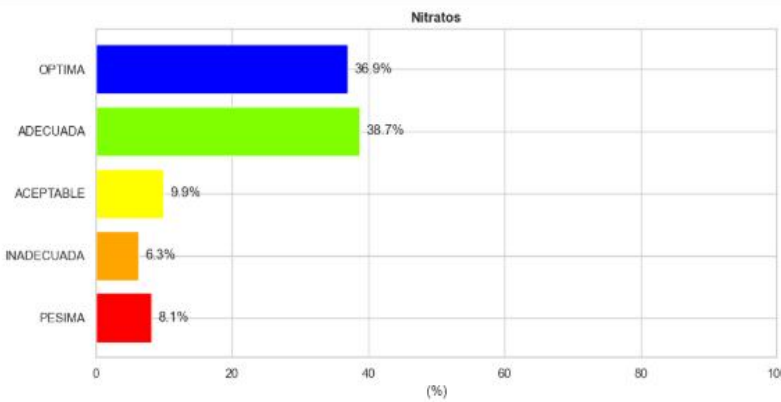
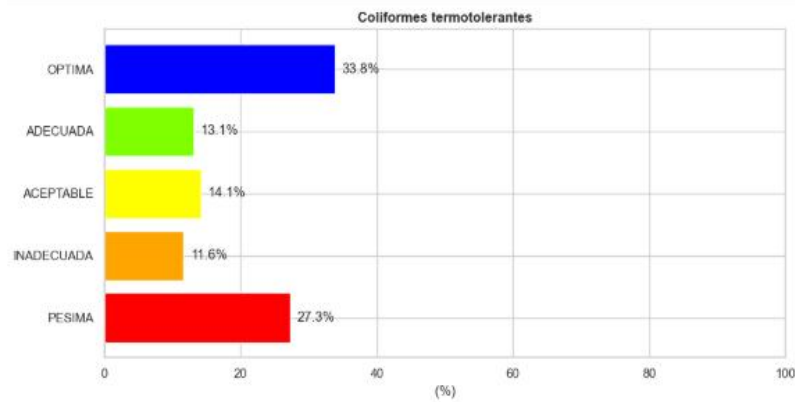
**calidad\_oxígeno\_disuelto**, **calidad\_clorofila** y **calidad\_ph** muestran una mejora en la calidad. Esto puede reflejar políticas ambientales más eficaces, cambios en el monitoreo, o mejores prácticas industriales y agrícolas.

# Concentración anual de cada contaminantes

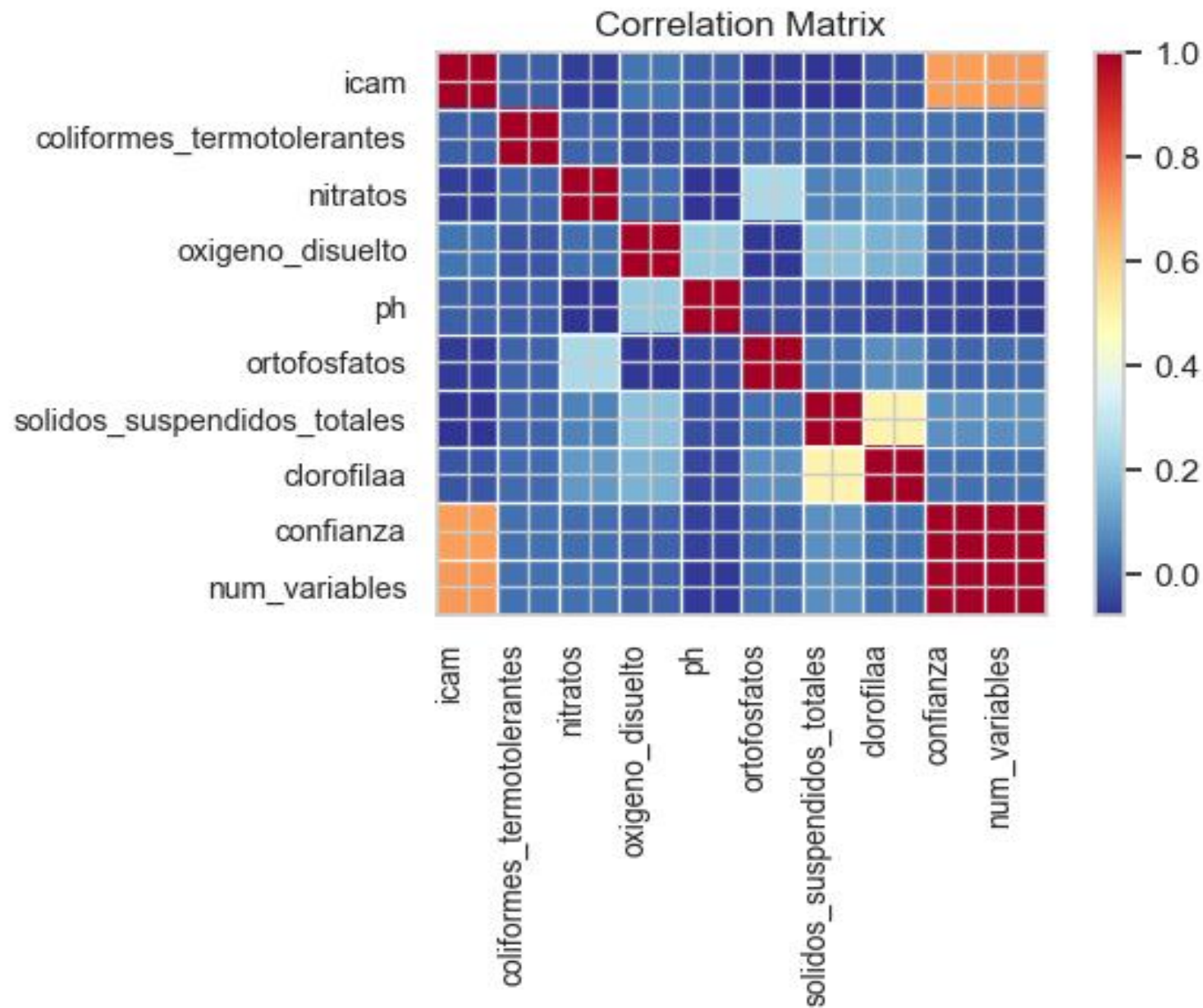




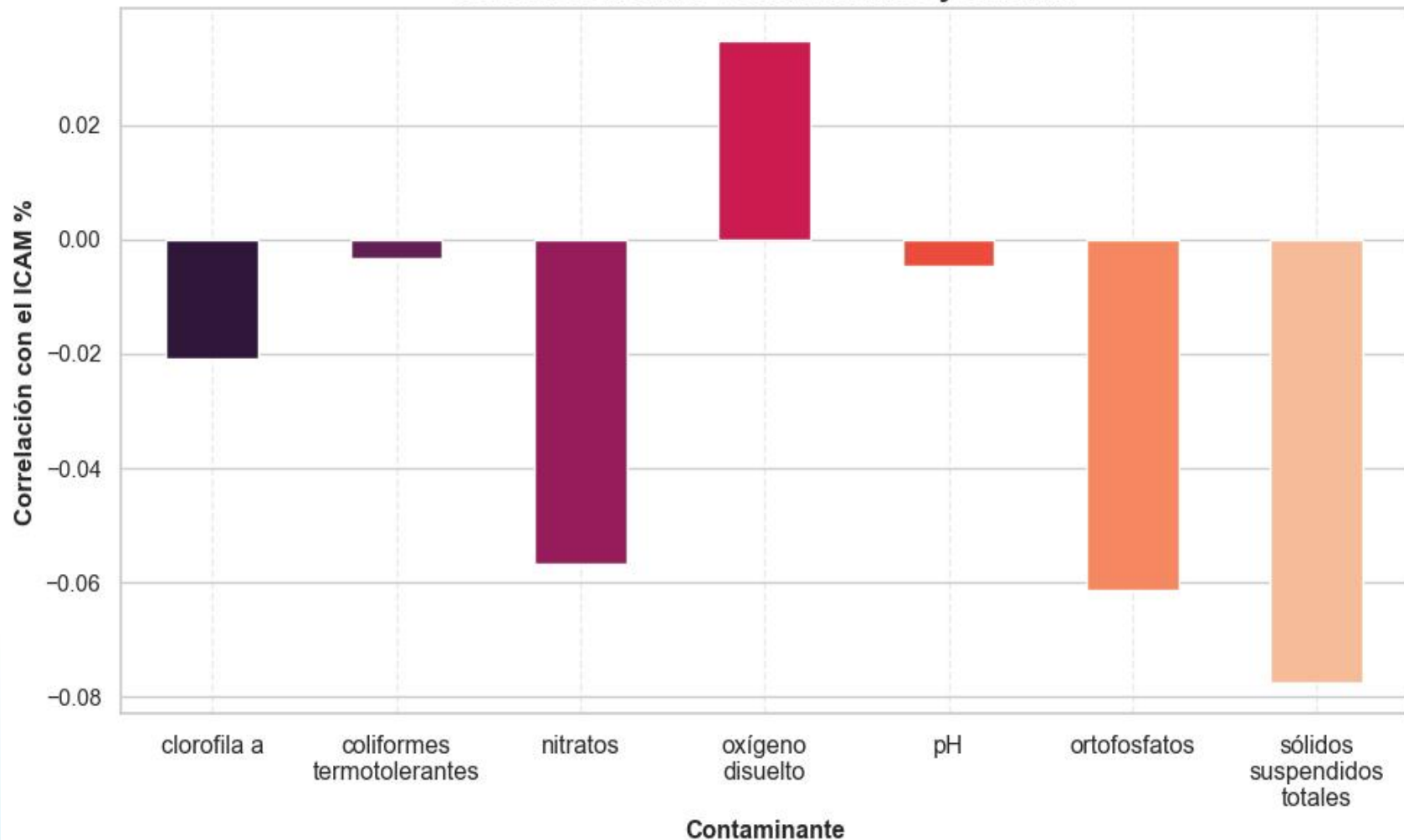
# Evaluación de la concentración en % de cada contaminante (2024)



# Matriz de correlación



## Correlación entre Contaminantes y el ICAM



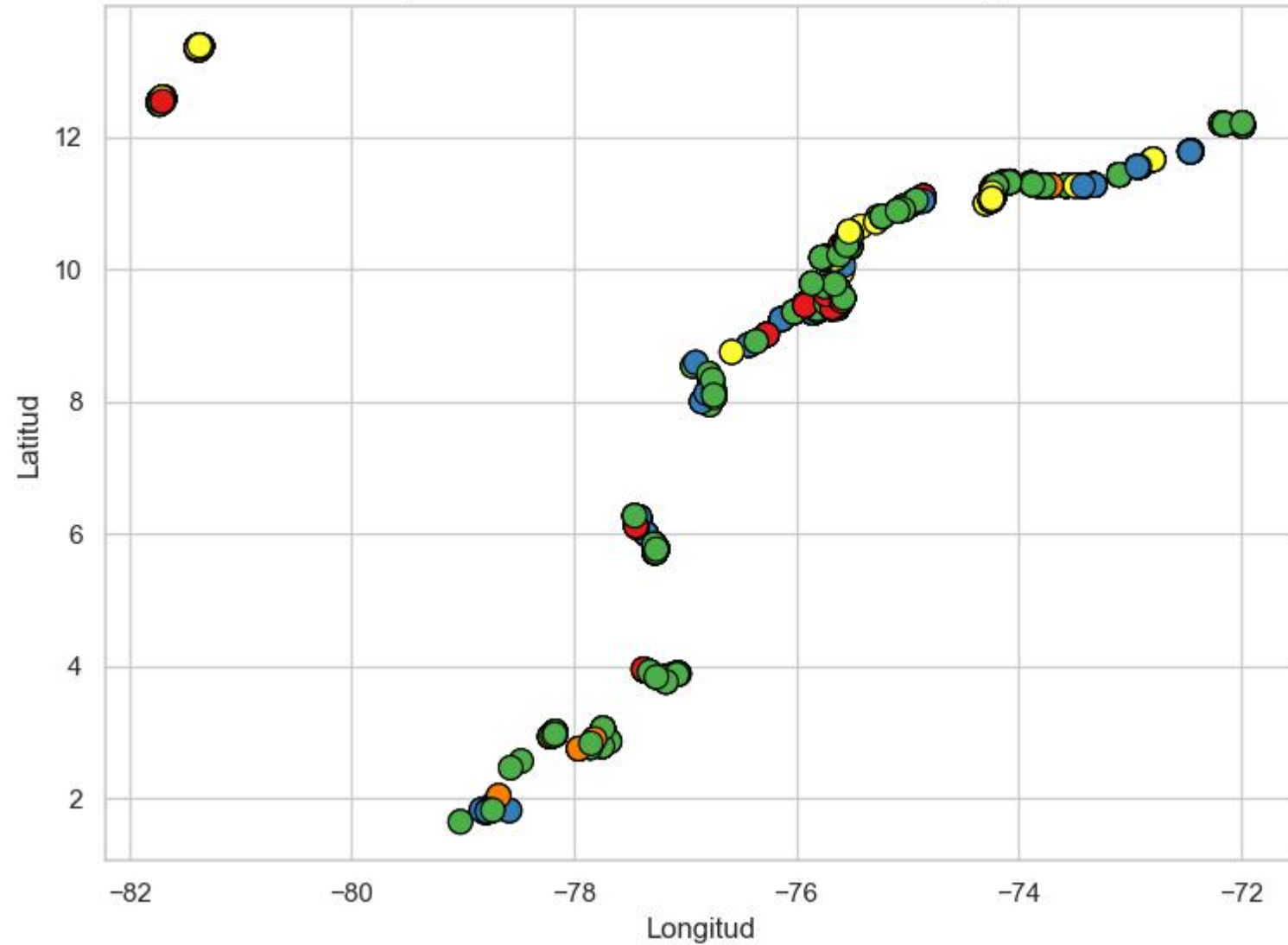
El ICAM se ve más afectado negativamente por:

- Sólidos suspendidos totales: ( $\sim -0.07$ )
- Ort fosfatos: ( $\sim -0.06$ )
- Nitratos: Moderada/ negativa ( $\sim -0.06$ )

Correlacion positiva: **Oxigeno disuelto:** ( $\sim 3.4$ )

Es una correlacion muy baja para ser significativa, pero su signo positivo tiene sentido desde el punto de vista ambiental.

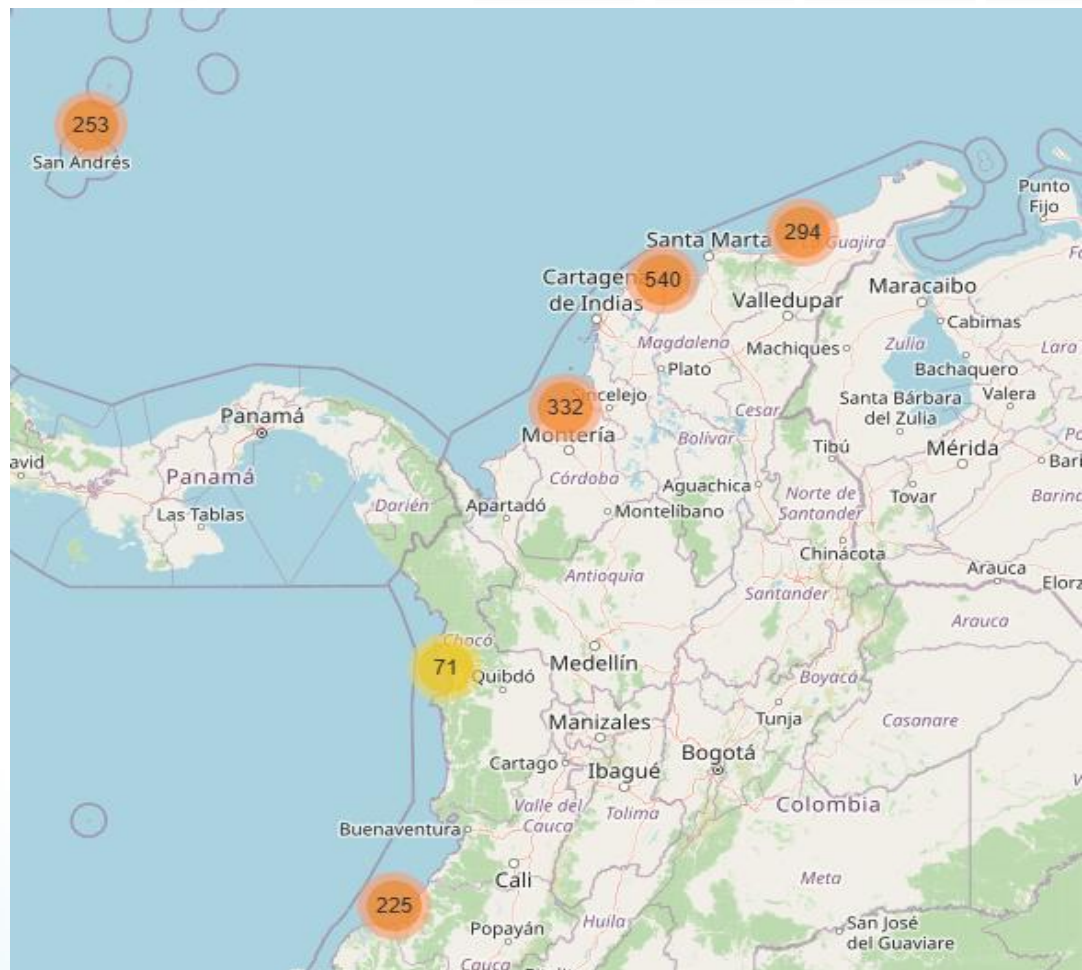
## Dispersión de Estaciones vs Calidad del Agua



Dispersión de  
las estaciones



# Mapa



Cada punto representa una estación, y los círculos agrupados indican la cantidad de registros o muestras tomadas en ese sitio. El tamaño y color de los marcadores indica concentración o frecuencia de muestreo, permitiendo identificar zonas con mayor cobertura de datos.

[ver mapa interactivo](#)

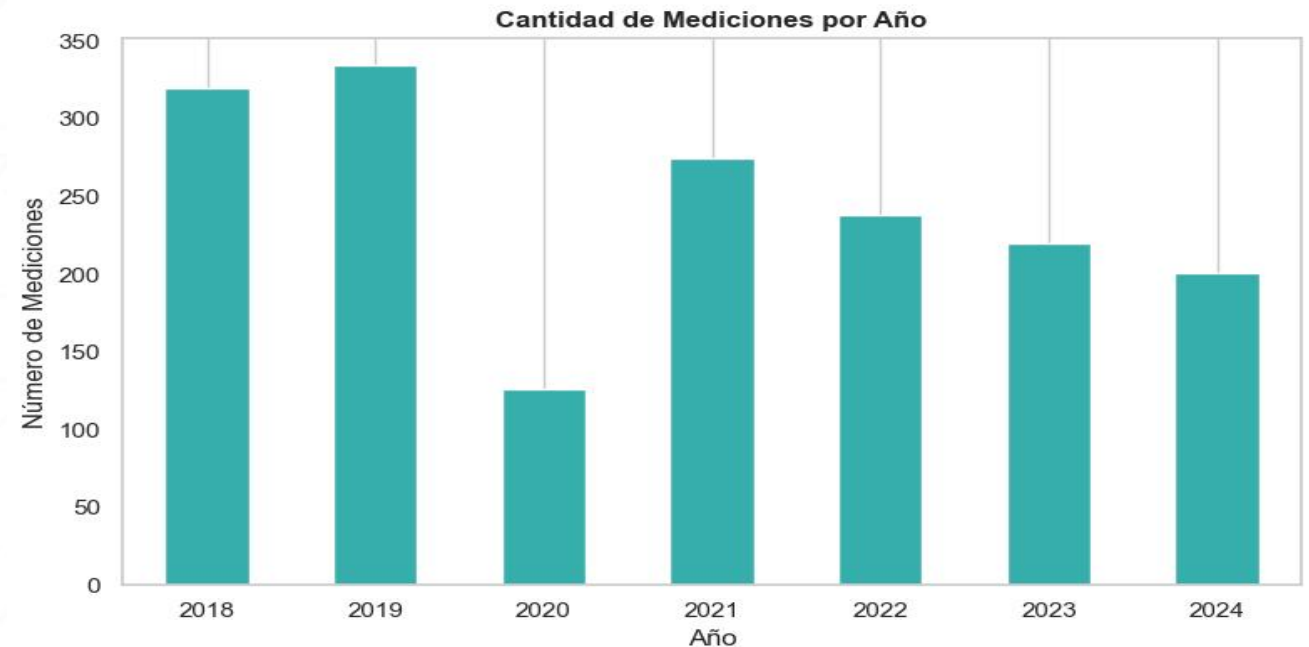
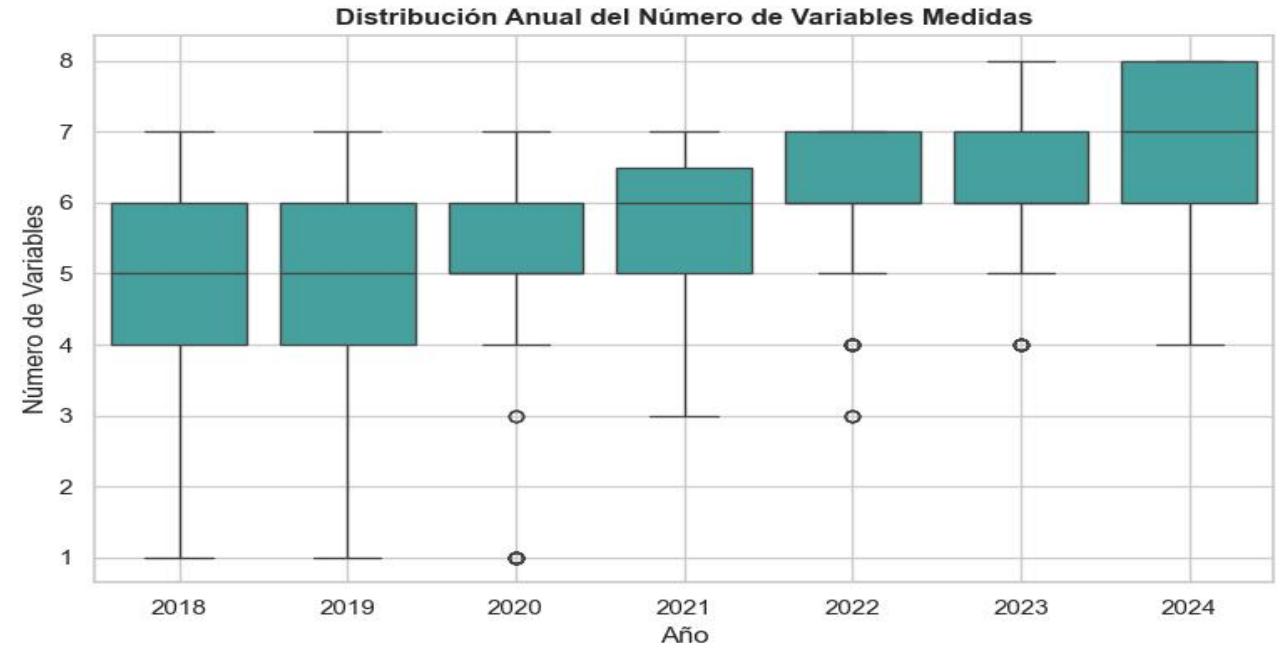
# Confianza

- Con los años se han empezado tomar muestras de mas contaminantes lo cual mejora la confianza. Es decir, un incremento claro en el número de variables medidas por estación.

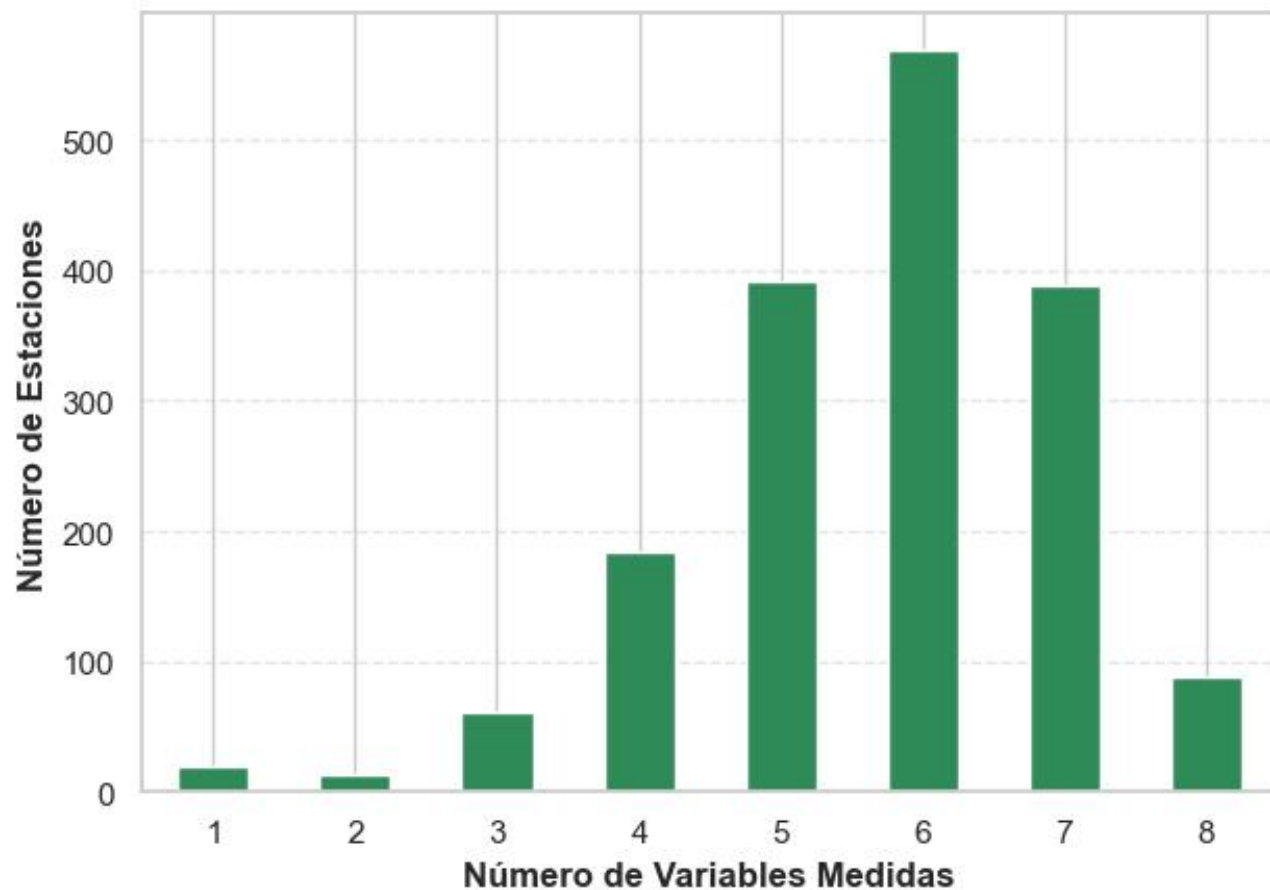
-2018–2020, la mediana está en 5, mientras que en 2024 ya alcanza las 7–8.

-En los primeros años , la dispersión era mayor, con presencia de muchos valores atípicos hacia abajo. Mayor estandarización.

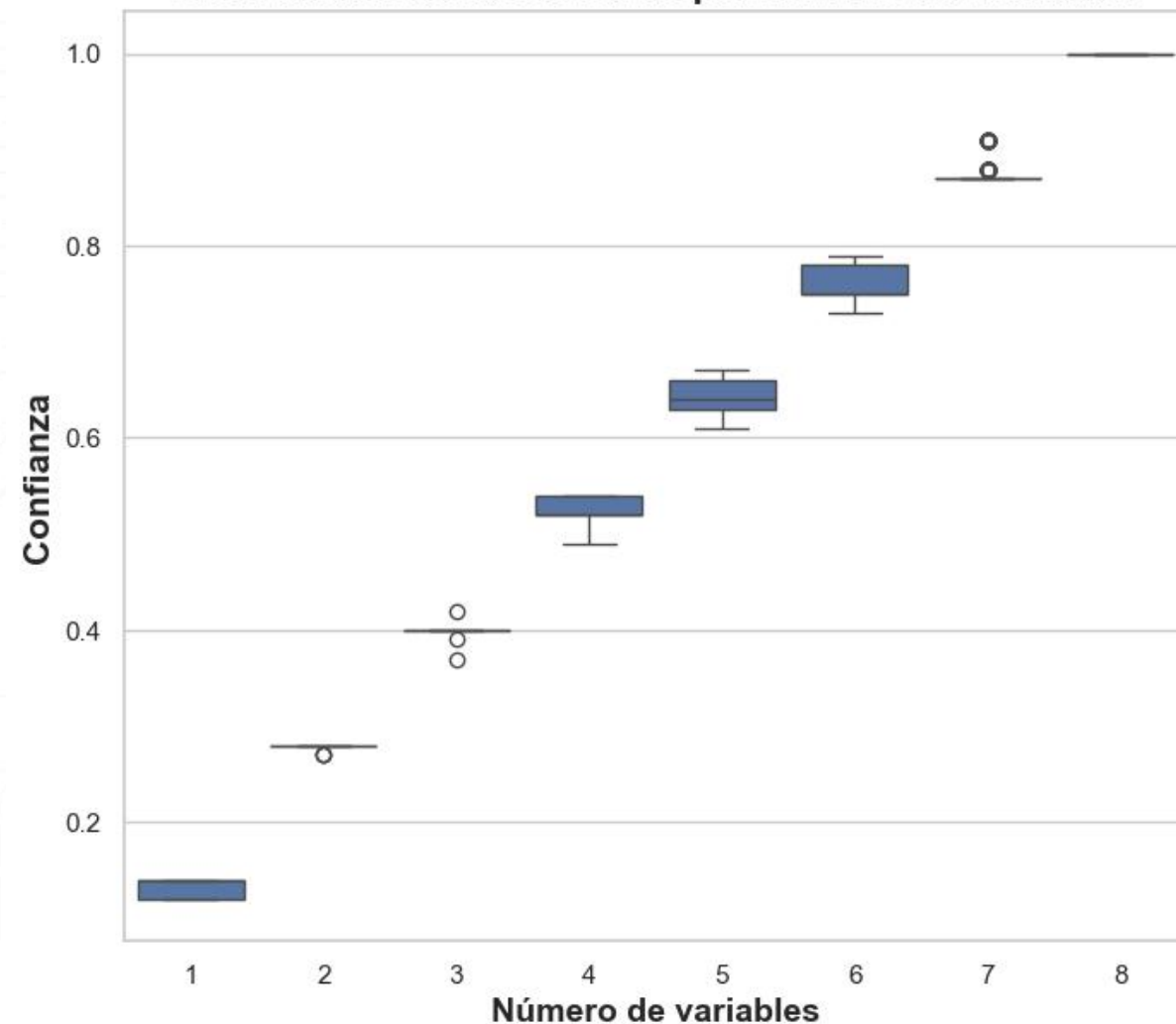
- Esto refleja mejoras en capacidad de monitoreo



**Numero de Estaciones vs Número de Variables Medidas**



**Distribución de la confianza por numero de variables**



## Conclusiones

- Mejora del monitoreo: Aumento en el número de variables medidas por estación entre 2018 y 2024 (de 5 a 7–8 en promedio).
- Mayor cobertura = mayor confianza: Más variables implican evaluaciones más completas y confiables.
- Estaciones con pocas variables (1–2) generan resultados poco confiables. Se sugiere mínimo 6 variables para validar el ICAM.
- El sistema muestra una evolución positiva: Mejor calidad de datos, menos dispersión y mayor estandarización.
- Contaminantes críticos: Coliformes termotolerantes y clorofila-a siguen presentando resultados deficientes.

## Recomendaciones

- Medir mínimo 6 variables por estación.
- Fortalecer estaciones con bajo número de variables.
- Priorizar el control de coliformes y clorofila-a.
- Continuar con la mejora de la calidad y estandarización del monitoreo.



# Gracias!