

Resultados y discusión

Recomendaciones

Materiales y métodos

Marco teórico

Objetivos



**ESPE**
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

VALIDACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MEDICIÓN DE CARBÓN ORGÁNICO DISUELTUO Y CONDUCTIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA.

Ramiro Rubén Calahorrano Paccha

Ing. Rafael Vargas Verdesoto Quim. Erika Murgueitio Mg.

Resultados y discusión

Recomendaciones

Materiales y métodos

Marco teórico

Objetivos



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
VALIDACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MEDICIÓN DE CARBÓN ORGÁNICO DISUELTUO Y CONDUCTIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA.
Ramiro Rubén Calahorrano Paccha
Ing. Rafael Vargas Verdesoto Quim. Erika Murgueitio Mg.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**VALIDACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO
DE MEDICIÓN DE CARBÓN ORGÁNICO DISUELTOS Y
CONDUCTIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA
CALIDAD DE AGUA.**

Ramiro Rubén Calahorrano Paccha

Ing. Rafael Vargas Verdesoto

Quim. Erika Murgueitio Mg.

Resultados y discusión

Recomendaciones

Materiales y métodos

Marco teórico

Objetivos



 **ESPE**
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

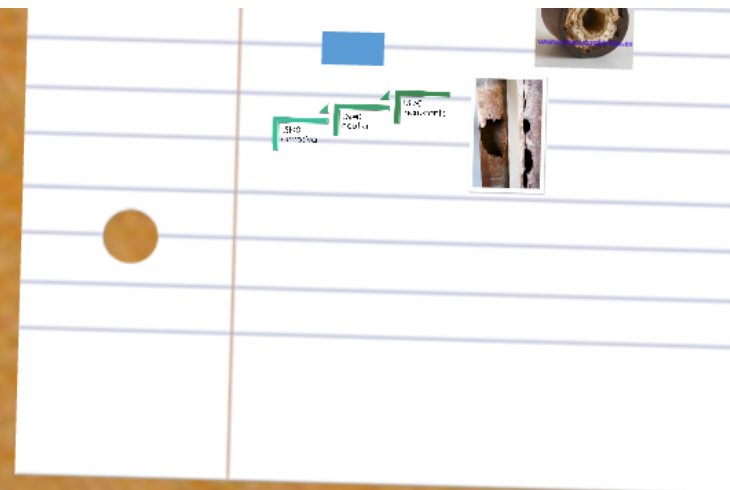
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

VALIDACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MEDICIÓN DE CARBÓN ORGÁNICO DISUELTUO Y CONDUCTIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA.

Ramiro Rubén Calahorrano Paccha

Ing. Rafael Vargas Verdesoto Quim. Erika Murgueitio Mg.

Marco teórico



INTRODUCCION:

Calidad del Agua

SIN AGUA NO HAY VIDA

“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”

“Mejorar la calidad de vida de la población”

(SENPLADES, 2009)

Análisis de calidad del del Agua

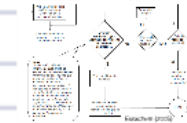
CICAM-EPN - RUMIÑAHUI (2009)

Análisis físico-químico y microbiológico

OAE--> SAE

INEN ISO/IEC: 17025 "Competencia técnica de laboratorios"

Validación de métodos de ensayo



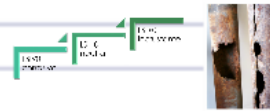
Carbón Orgánico Total/disuelto



IMPORTANCIA:
-Presencia de materia orgánica
-Formación de biofilms
-Crecimiento de micro-organismos
-Determinante de calidad del agua
-Proceso de oxidación
-Interacciones con otros
-Relacionado con la efectividad del proceso

Conductividad electrolítica

-Índice de saturación de Langelier



Alcanzar la puesta a punto de los equipos y del manual de uso de equipos y un procedimiento esp ensayo, tanto del equipo medidor de conductividad SensION 5, como del Analizador de carbono orgánico Shimadzu TOC 5050A.

Validar e in de medición disuelto y control de centro de inv ambiental de Nacional.

Realizar ensayos, analizar estadísticamente los datos y determinar los resultados de la validación se encuentren dentro de valores razonables (inferiores al 35% en cuanto a incertidumbre, CVr, CVR, reproducibilidad, repetitividad, precisión y exactitud) para su posterior acreditación ante la OAE.



INTRODUCCION:

Calidad del Agua

SIN AGUA NO HAY VIDA

“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”

“Mejorar la calidad de vida de la población”
(SENPLADES, 2009)

INTRODUCCION:

Calidad del Agua

SIN AGUA NO HAY VIDA

“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”

“Mejorar la calidad de vida de la población”
(SENPLADES, 2009)



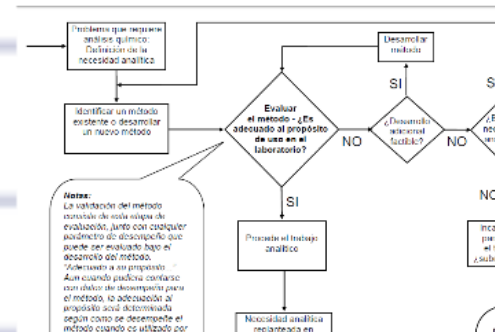
Análisis de calidad del del Agua

CICAM-EPN - RUMIÑAHUI (2009)

Análisis físico-químico y microbiológico

DAE -> SAE

Validación de métodos de en





Calidad del Agua

SIN AGUA NO HAY VIDA

“Garantizar los derechos de la naturaleza
promover un ambiente sano y sustentable”

“Mejorar la calidad de vida de la población”
(SENPLADES, 2009)



Análisis de calidad del del Agua

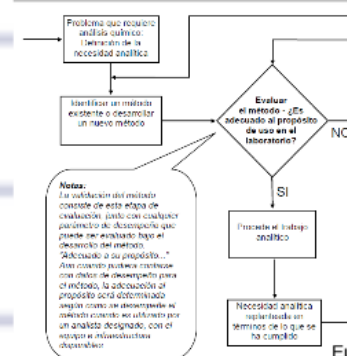
CICAM-EPN - RUMIÑAHUI (2009)

Análisis físico-químico y microbiológico

OAE--> SAE

INEN ISO/IEC: 17025 "Competencia técnica de
laboratorios"

Validación de métodos



“Mejorar la calidad de vida de la población” (SENPLADES, 2009)

Análisis de calidad del del Agua

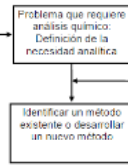
CICAM-EPN - RUMIÑAHUI (2009)

Análisis físico-químico y microbiológico

OAE--> SAE

INEN ISO/IEC: 17025 "Competencia técnica de laboratorios"

Validación

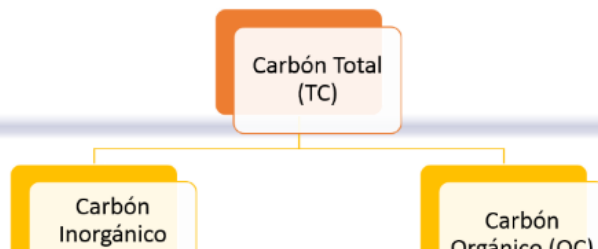


Notas:
La validación del método consiste de esta etapa de evaluación, junto con cualquier parámetro de desempeño que puede ser evaluado bajo el desarrollo del método. "Adecuado a su propósito..."
Aun cuando pudiera considerarse con datos de desempeño para el método, la adecuación al propósito será determinada según como se desempeñe el método cuando es utilizado por un analista designado, con el equipo e infraestructura disponibles.

Carbón Orgánico Total/disuelto

Generalidades

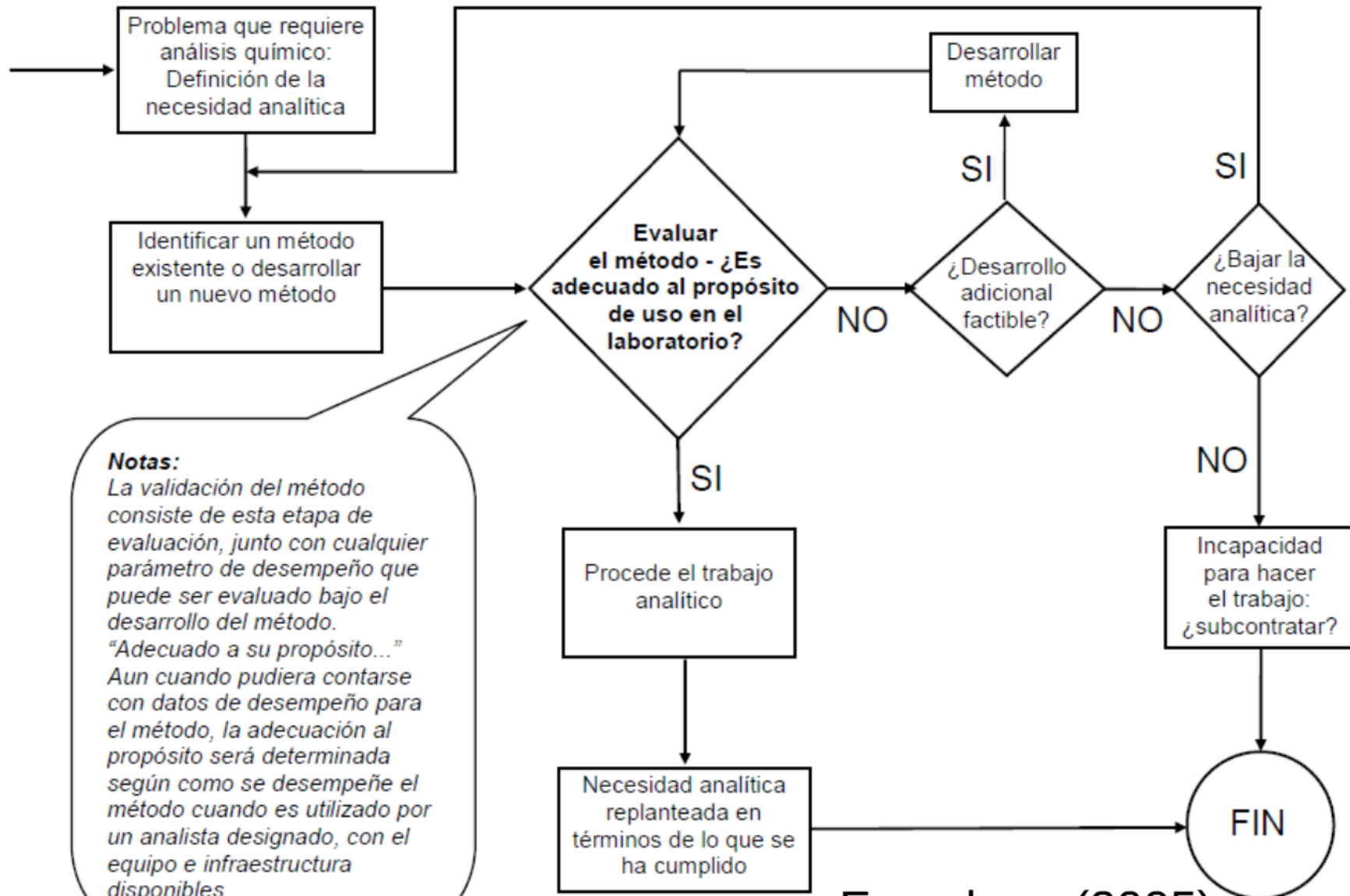
- Cantidad de Carbono presente como moléculas orgánicas disueltas.
- Standard Methods for Analysis of Water and Waste Water 22.01 "Método 53100" (p. 1-7) a 120°C a temperatura.
- 1 mg/L O.T.N. equivale a 1 mg/l de carbono: oxidable, formación de comp. carcinógenos.



IMPORTANCIA:

- Presencia de materia orgánica
- Formación de biofilms

Validación de métodos de ensayo



Eurachem (2005)

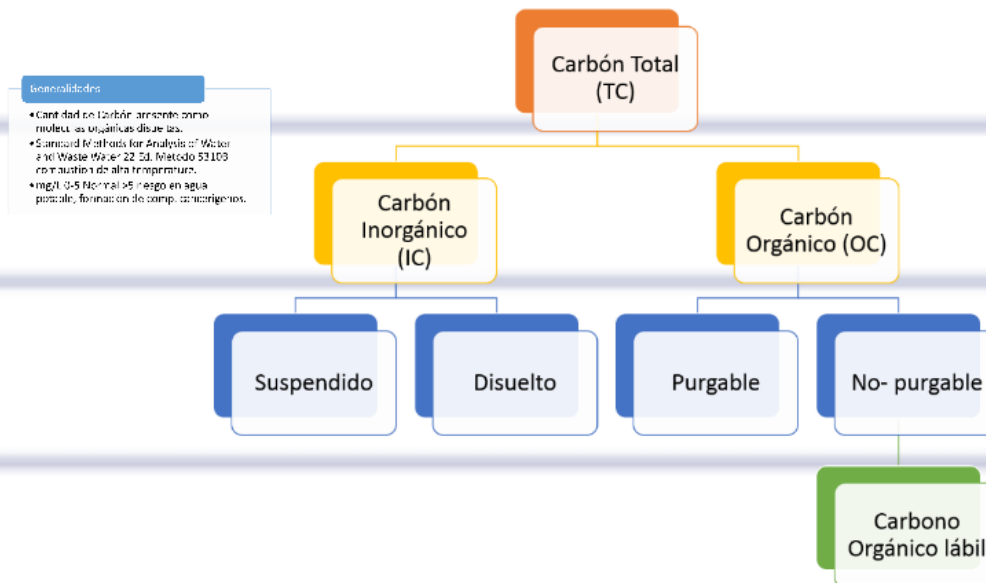
CICAM-EPN - RUMIÑAHUI (2009)

Análisis físico-químico y microbiológico

OAE--> SAE

INEN ISO/IEC: 17025 "Competencia técnica de laboratorios"

Carbón Orgánico Total/disuelto

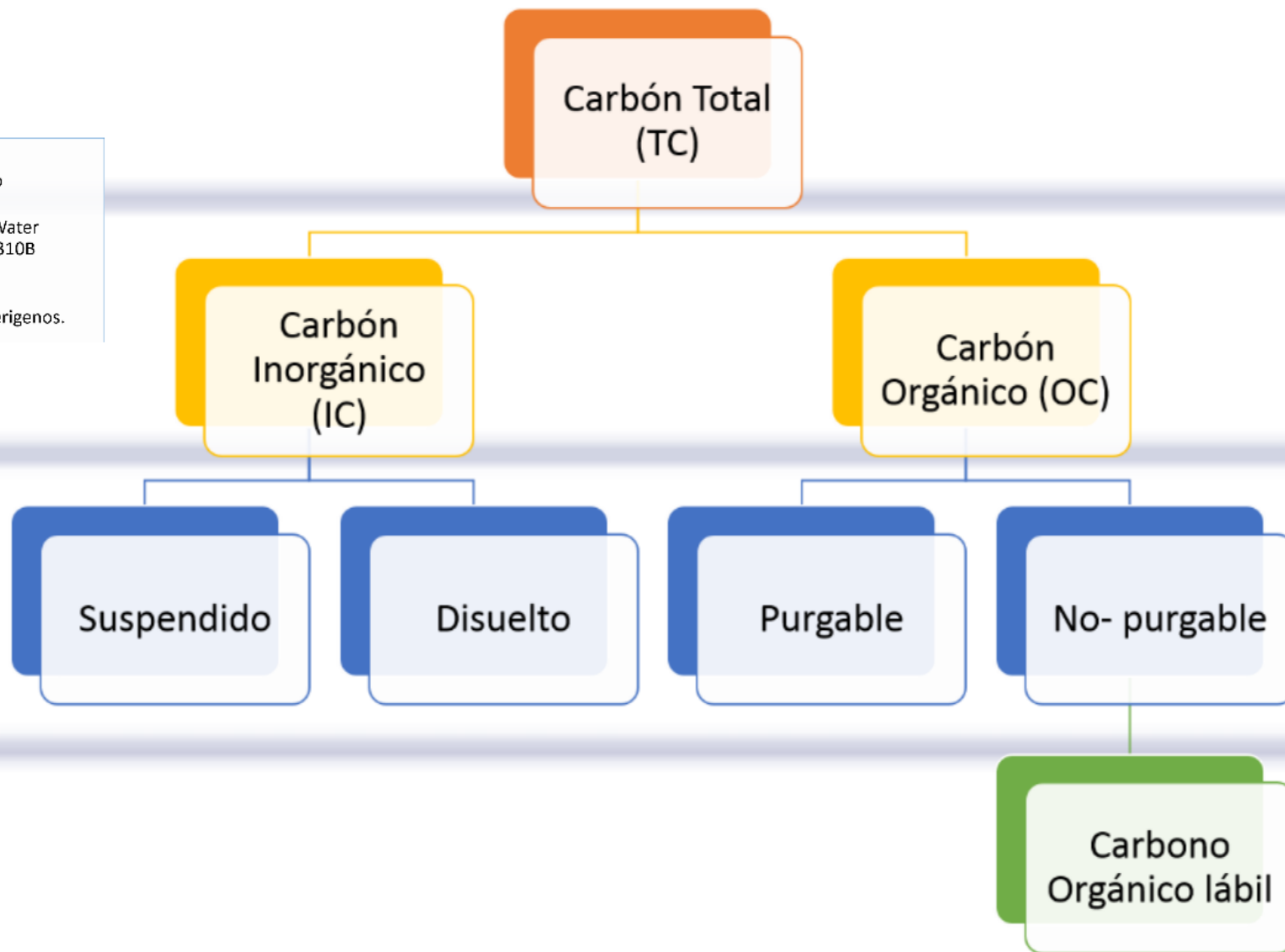


IMPORTANCIA:

- Presencia de materia orgánica
- Formación de biofilms
- Crecimiento de micro-organismos
- Detrimiento de calidad del agua
- Proceso de cloración
- Interacciones con cloro
- Reducción de la efectividad del proceso

Carbono Orgánico Total/Disu

Propiedades
Cantidad de Carbono presente como moléculas orgánicas disueltas.
Standard Methods for Analysis of Water and Wastewater 22 Ed. Metodo 5310B Oxidation de alta temperature.
0-5 Normal >5 riesgo en agua potable, formación de comp. cancerígenos.



Generalidades

- Cantidad de Carbón presente como moléculas orgánicas disueltas.
- Standard Methods for Analysis of Water and Waste Water 22 Ed. Metodo 5310B combustion de alta temperature.
- mg/L 0-5 Normal >5 riesgo en agua potable, formación de comp. cancerigenos.

IMPORTANCIA:

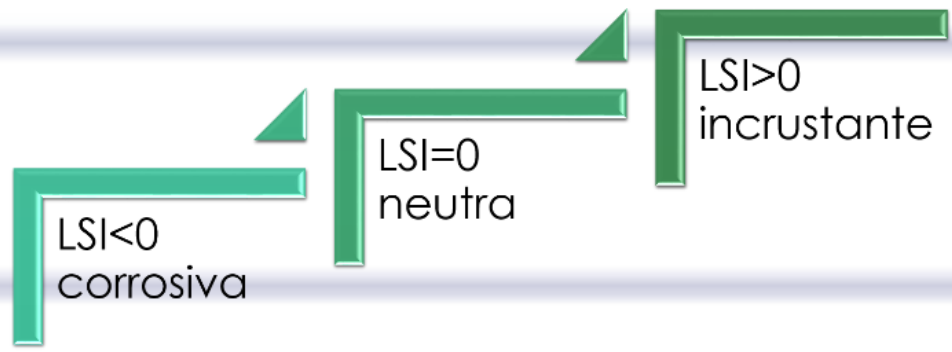
- Presencia de materia orgánica
- Formación de biofilms
- Crecimiento de micro-organismos
- Detrimento de calidad del agua
- Proceso de cloración
- Interacciones con cloro
- Reducción de la efectividad del proceso

Conductividad electrolítica

-Índice de saturación de Langelier



- Generalidades
- Facilidad para conducir corriente eléctrica, iones presentes.
 - Standard Methods for Analysis of Water and Waste Water 22 Ed. Metodo 2510B (Medición directa conductivimétrica).
 - $\mu\text{S/cm}$ mS/cm 0-100 Normal >400 gran cantidad de iones (ca-bonatos, b-carbonatos, otros).



Generalidades

- Facilidad para conducir corriente eléctrica, iones presentes.
- Standard Methods for Analysis of Water and Waste Water 22 Ed. Metodo 2510B Medición directa conductivimétrica.
- $\mu\text{S}/\text{cm}$ mS/cm 0-100 Normal >400 gran cantidad de iones (carbonatos, bicarbonatos, otros).



Objetivos

Alcanzar la puesta a punto de los equipos y desarrollar un manual de uso de equipos y un procedimiento específico de ensayo, tanto del equipo medidor de conductividad HACH SensION 5, como del Analizador de carbono orgánico total Shimadzu TOC 5050A.

Desarrollar un procedimiento para la preparación de estándares para calibración del analizador de carbono orgánico total.

Validar e implementar un método de medición de carbono orgánico disuelto y conductividad para el control de calidad de agua para el centro de investigaciones y control ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.

Realizar ensayos, analizar estadísticamente los datos y determinar los resultados de la validación se encuentren dentro de valores razonables (inferiores al 35% en cuanto a incertidumbre, CVr, CVR, reproducibilidad, repetitividad, precisión y exactitud) para su posterior acreditación ante la OAE.

Evaluar muestras reales de agua potable del cantón Rumiñahui

Validar e implementar un método de medición de carbono orgánico disuelto y conductividad para el control de calidad de agua para el centro de investigaciones y control ambiental de la Escuela Politécnica Nacional.

Alcanzar la puesta a punto de los equipos y desarrollar un manual de uso de equipos y un procedimiento específico de ensayo, tanto del equipo medidor de conductividad HACH SensION 5, como del Analizador de carbono orgánico total Shimadzu TOC 5050A.

Validar e implementar
de medición de co
disuelto y conduc
control de calidad
centro de investiga

Desarrollar un procedimiento para la preparación de estándares para calibración del analizador de carbono orgánico total.

mentar un método
carbono orgánico
tividad para el
de agua para el



Prezi

diseno y conductiva
control de calidad de
centro de investigacio
ambiental de la Escue
Nacional.

Realizar ensayos, analizar estadísticamente los datos y determinar los resultados de la validación se encuentren dentro de valores razonables (inferiores al 35% en cuanto a incertidumbre, CVr, CVR, reproducibilidad, repetitividad, precisión y exactitud) para su posterior acreditación ante la OAE.

Eva
Run

y
en
a
d,
la

Evaluar muestras reales de agua potable del cantón
Rumiñahui

Materiales y métodos



Materiales y métodos

Instituciones participantes



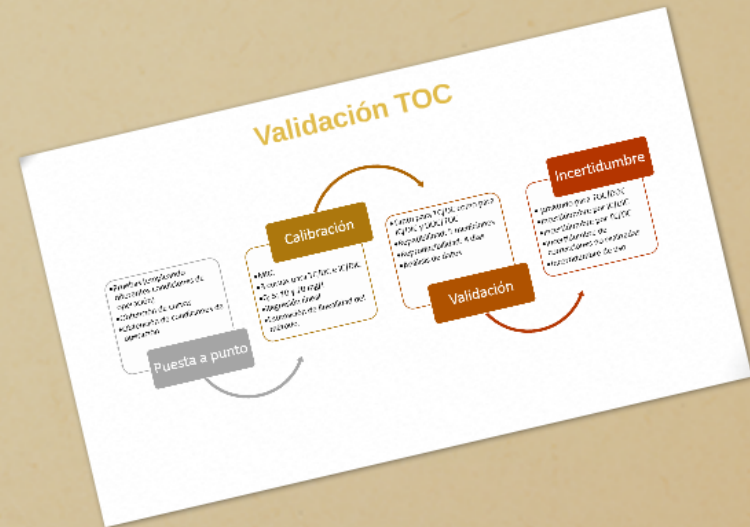
Colaboradores:

- Ing. Carlos Prieto
- Ing. David Valencia
- Ing. Edwin Rodríguez
- Ing. Rafael Vega Morales

Zona de estudio:

Laboratorio 


Campo 



Análisis de datos

Microsoft Excel

ANOVA



Ley de propagación de incertidumbres

$$u_{\text{método}} = \sqrt{u_{\text{cal}}^2 + u_R^2}$$


Instituciones participantes



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



Colaboradores:

Ing. Carola Fierro

• CICAM-EPN

Ing. Cesar Yambay

• Colaborador Científico

Quim. Erika Murgueitio Mg.

• Directora

Ing. Rafael Vargas Verdesoto

• Codirector

Zona de estudio:

Laboratorio



Campo



Colaboradores:

Ing. Carola Fierro

- CICAM-EPN

Ing. Cesar Yambay

- Colaborador Científico

Quim. Erika Murgueitio Mg.

- Directora

Ing. Rafael Vargas Verdesoto

- Codirector

Zona de estudio:

Laboratorio



Campo



Validación TOC



- Pruebas (empleando diferentes condiciones de operación)
- Obtención de curvas
- Obtención de condiciones de operación

Puesta a punto

Calibración

- MRC
- 3 curvas para TC/DC e IC/DIC
- 0; 5; 10 y 20 mg/L
- Regresión lineal
- Estimación de linealidad del método.

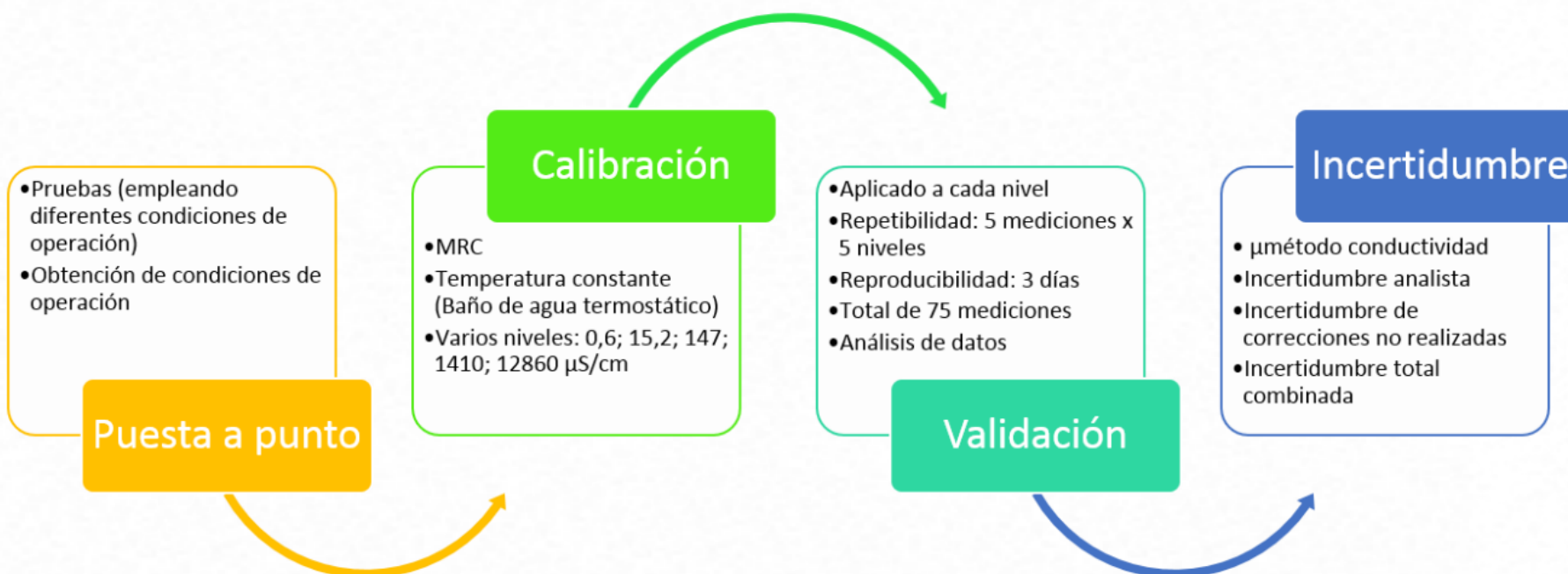
- Tanto para TC/DC como para IC/DIC y DOC/TOC
- Repetibilidad: 5 mediciones
- Reproducibilidad: 4 días
- Análisis de datos

Validación

Incertidumbre

- μ método para TOC/DOC
- Incertidumbre por IC/DIC
- Incertidumbre por TC/DC
- Incertidumbre de correcciones no realizadas
- Incertidumbre de uso

Validación conductividad



Análisis de datos

Microsoft Excel

ANOVA

| Resumen de Estadísticas | | Intervalo de Confianza | |
|-------------------------|-------|--|---------------|
| Media | 60,00 | Intervalo de Confianza para la Media (Normal) | 58,00 - 62,00 |
| Desviación Estándar | 10,00 | Intervalo de Confianza para la Desviación Estándar | 8,00 - 12,00 |
| N | 10 | | |

Ley de propagación de incertidumbres

$$u_{\text{método}} = \sqrt{u_{\text{calEq}}^2 + u_R^2}$$

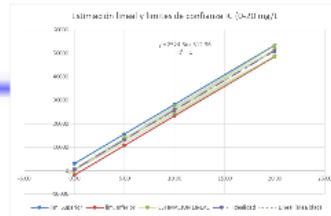
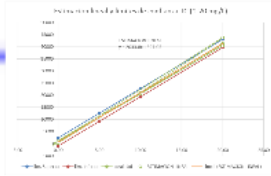


| Análisis simple de la varianza | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| Origen de la varianza | Grados de libertad (ν) | Sumas de diferencias cuadráticas (SDC) | Diferencias cuadráticas medias (DCM = SDC/ν) (varianzas) |
| Entre grupos (Between) | $\nu_1 = 5-1=4$ | $SDC_B = \sum_{i=1}^5 5(\bar{L}_i - \bar{L})^2$ | $DCM_B = \frac{SDC_B}{4}$ |
| Dentro del grupo (Within) | $\nu_2 = 20-4=16$ | $SDC_W = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^5 (L_{ij} - \bar{L}_i)^2$ | $DCM_W = \frac{SDC_W}{16}$ |
| Total | $\nu = 20-1=19$ | $SDC_T = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^4 (L_{ij} - \bar{L})^2$ $= (SDC_B + SDC_W)$ | $DCM_T = \frac{SDC_T}{19}$ |

Resultados y discusión



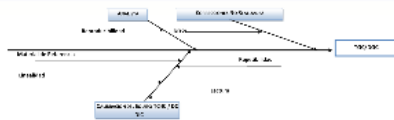
Validación TOC/DOC



| TC | | DC | |
|---|------------|---|-------------|
| ESTIMACIÓN LINEAL | | ESTIMACIÓN LINEAL | |
| Pendiente (m)= | 2033.78 | Pendiente (m)= | 3524.55340 |
| Ordenada Lo (b)= | 887.85 | Ordenada Lo (b)= | 512.36 |
| R2= | 0.9761385 | R2= | 0.99823428 |
| INTERVALO DE CONFIANZA | | INTERVALO DE CONFIANZA | |
| Intervalo Superior= | 2305.58055 | Intervalo Superior= | 2854.180096 |
| Intervalo Inferior= | 280.88554 | Intervalo Inferior= | 1520.88885 |
| LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN | | LÍMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN | |
| Límite de detección (mg/L)= | 0.32117059 | Límite de detección (mg/L)= | 0.35585285 |
| Límite de cuantificación (mg/L)= | 0.82326175 | Límite de cuantificación (mg/L)= | 0.86707829 |

Análisis de Grupos

| FREP/GRUPO | TC | | | | DC | | | |
|------------|----|-------|------|--------|----|------|------|--------|
| | N | μ | σ | CV (%) | N | μ | σ | CV (%) |
| 1 | 1 | 147.2 | 4.21 | 2.86 | 1 | 14.3 | 14.3 | 100 |
| 2 | 1 | 147.2 | 4.21 | 2.86 | 1 | 14.3 | 14.3 | 100 |
| 3 | 1 | 147.2 | 4.21 | 2.86 | 1 | 14.3 | 14.3 | 100 |
| 4 | 1 | 147.2 | 4.21 | 2.86 | 1 | 14.3 | 14.3 | 100 |
| 5 | 1 | 147.2 | 4.21 | 2.86 | 1 | 14.3 | 14.3 | 100 |

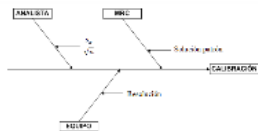


Resultado de la validación

| ESTACION | | Muestra | | Muestra | | Muestra | |
|----------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| ESTACION | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ESTACION | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ESTACION | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ESTACION | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| ESTACION | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Validación conductividad

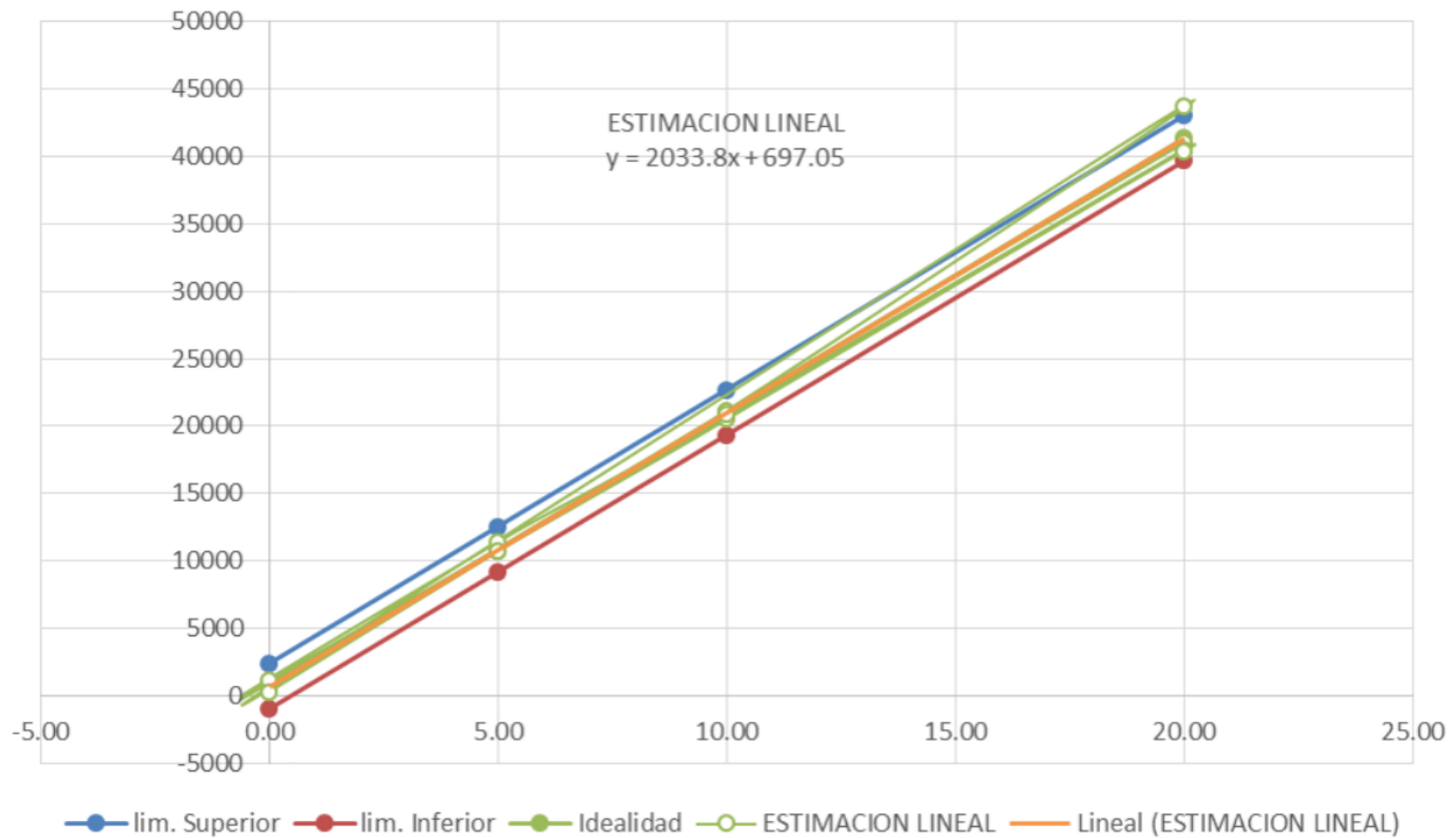
Aportes a la incertidumbre



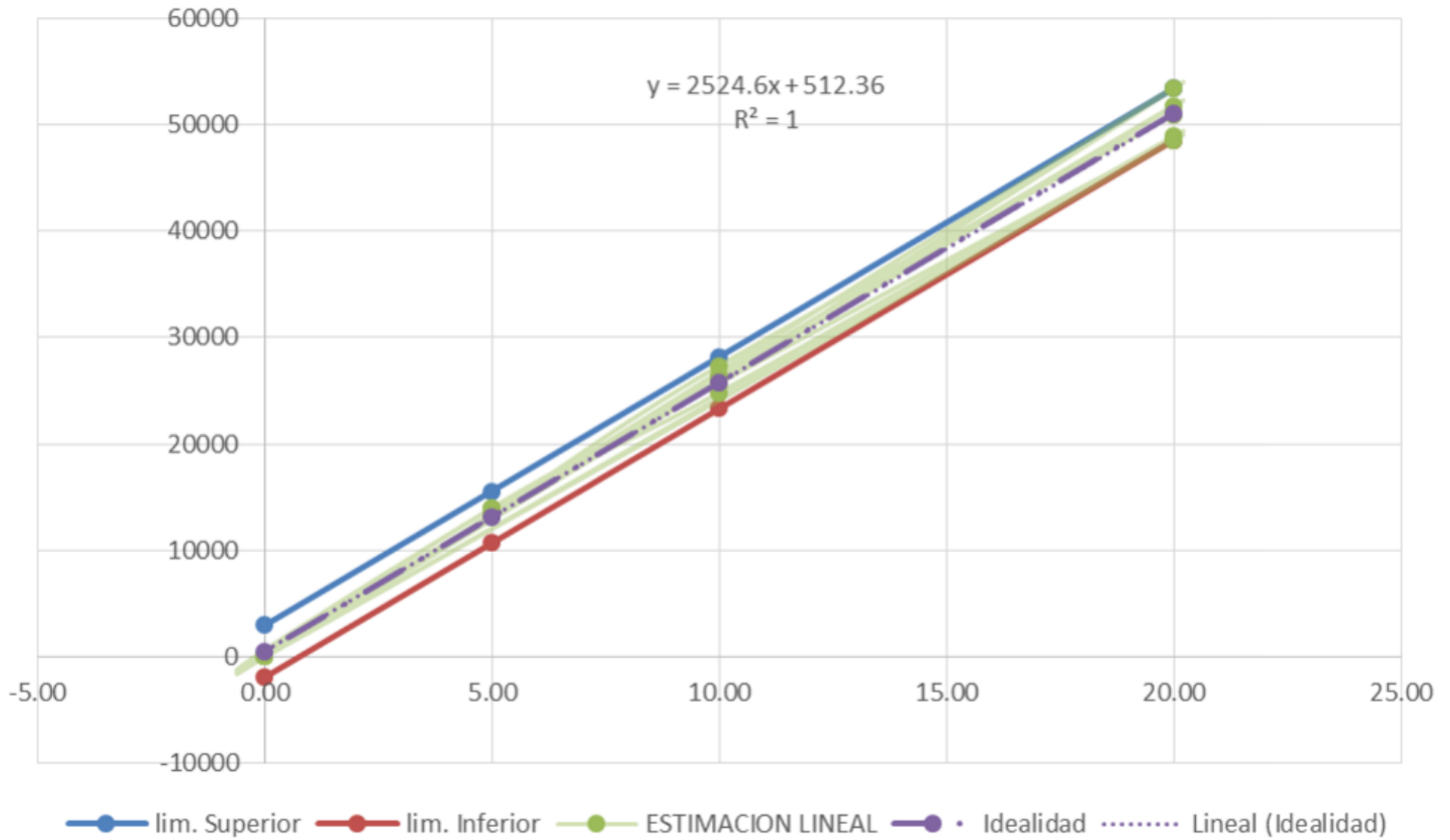
Resultados validación de conductividad

| No. de validación (grupos) | Repetibilidad | Aproximación | % de | | U (k=2) |
|----------------------------|---------------|--------------|------|-------|---------|
| | | | Sy | Sy/Sx | |
| 14 | 0.04 | 0.41 | 0.02 | 1.37 | 104.15 |
| 162 | 0.02 | 0.1 | 0.05 | 0.12 | 100.05 |
| 147 | 0.10 | 0.15 | 0.17 | 2.15 | 99.96 |
| 1389 | 1.15 | 0.18 | 2.24 | 0.18 | 2256 |
| 2287 | 2.22 | 0.12 | 0.14 | 0.13 | 88.4 |

Estimación lineal y límites de confianza TC (0-20 mg/L)



Estimación lineal y limites de confianza IC (0-20 mg/L)



TC

ESTIMACIÓN LINEAL

Pendiente (m)= 2033.78

Ordenada Lo (b) = 697.05

R2= 0.99761385

INTERVALO DE CONFIANZA

Intervalo Superior= 2383.58595

Intervalo Inferior= -989.485954

LIMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

Límite de detección (mg/L)= 0.32117169

Límite de cuantificación (mg/L)= 0.82926175

IC

ESTIMACIÓN LINEAL

Pendiente (m)= 2524.553143

Ordenada Lo (b) = 512.36

R2= 0.996523426

INTERVALO DE CONFIANZA

Intervalo Superior= 2954.380046

Intervalo Inferior= -1929.66005

LIMITE DE DETECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN

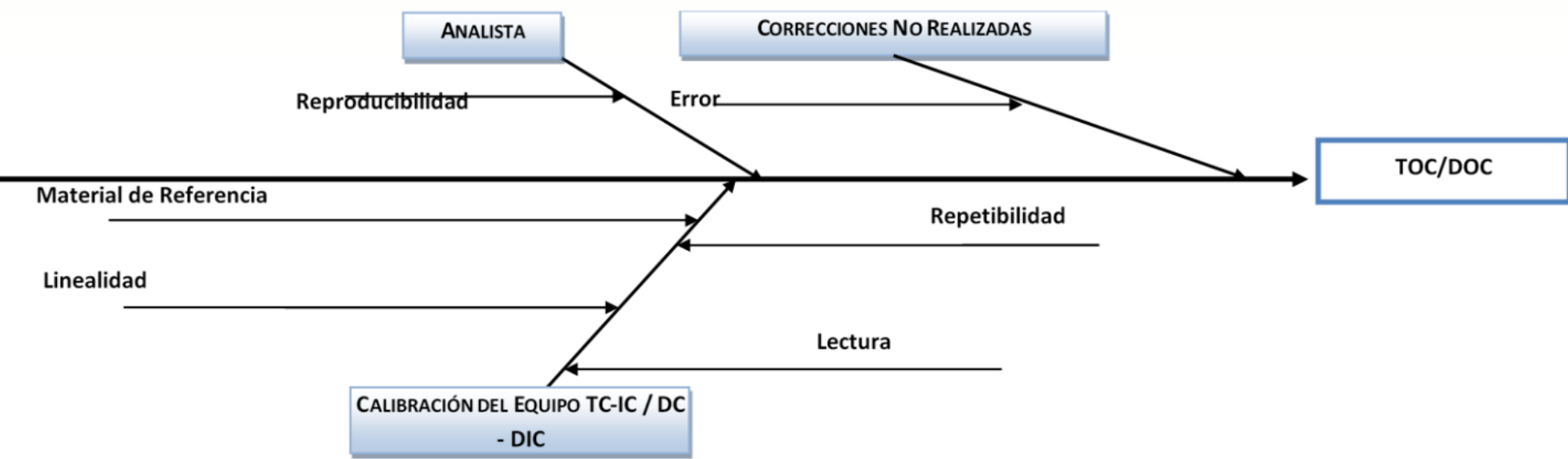
Límite de detección (mg/L)= 0.335085265

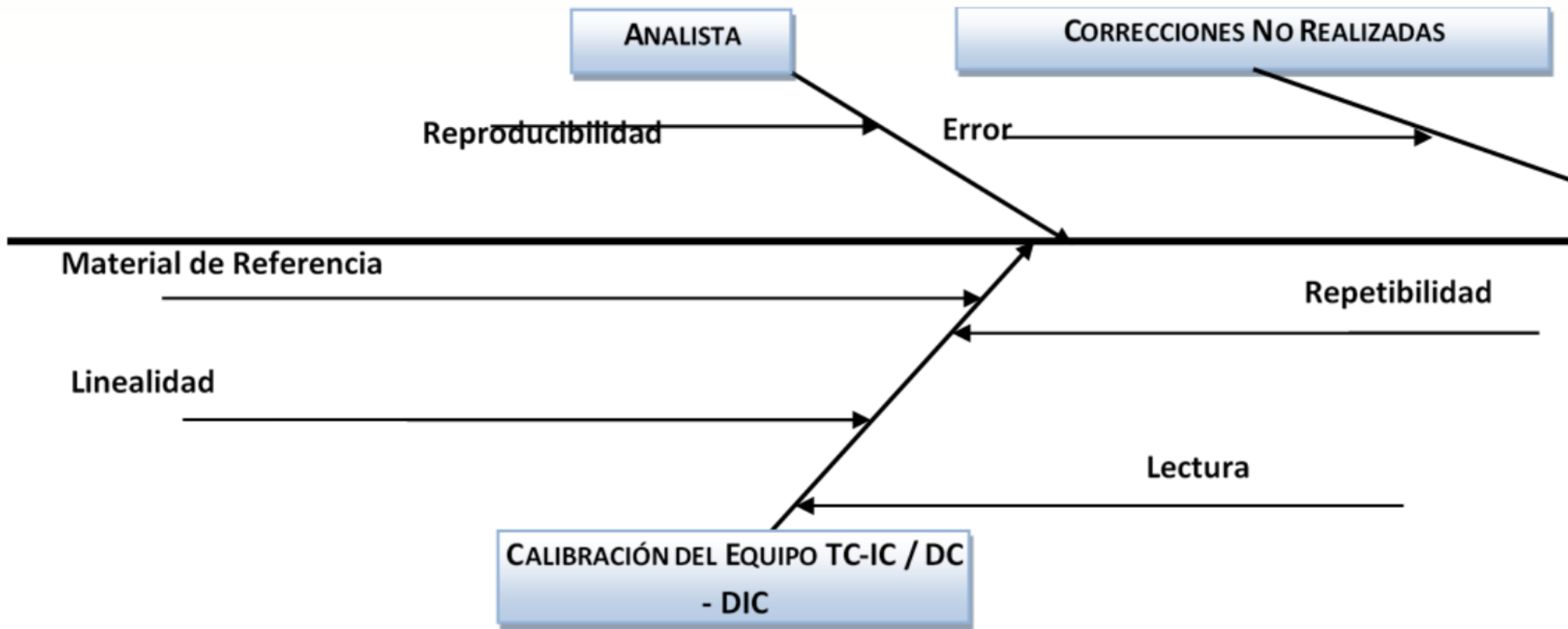
Límite de cuantificación (mg/L)= 0.967307839

Análisis de Grubs

| TC | NUEVA TABLA DE DATOS LUEGO DE GRUBBS | | | |
|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| REPETICION | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| 1 | 20.22 | 18.6 | 18.92 | 18.86 |
| 2 | | 18.32 | 19.21 | 19.17 |
| 3 | 19.74 | 18.84 | 19.04 | 19.23 |
| 4 | 20.08 | 19.43 | 19.23 | 18.95 |
| 5 | 19.69 | 19.45 | 19.05 | 19.22 |

| IC | NUEVA TABLA DE DATOS LUEGO DE GRUBBS | | | |
|------------|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| REPETICION | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| 1 | | 18.18 | 18.25 | 18.31 |
| 2 | | 18.18 | 18.32 | 18.32 |
| 3 | | 18.23 | 18.26 | 18.14 |
| 4 | | 18.56 | 18.49 | 18.03 |
| 5 | | 17.91 | 18.41 | 18.19 |





ANALISTA

CORRECCIONES NO RE

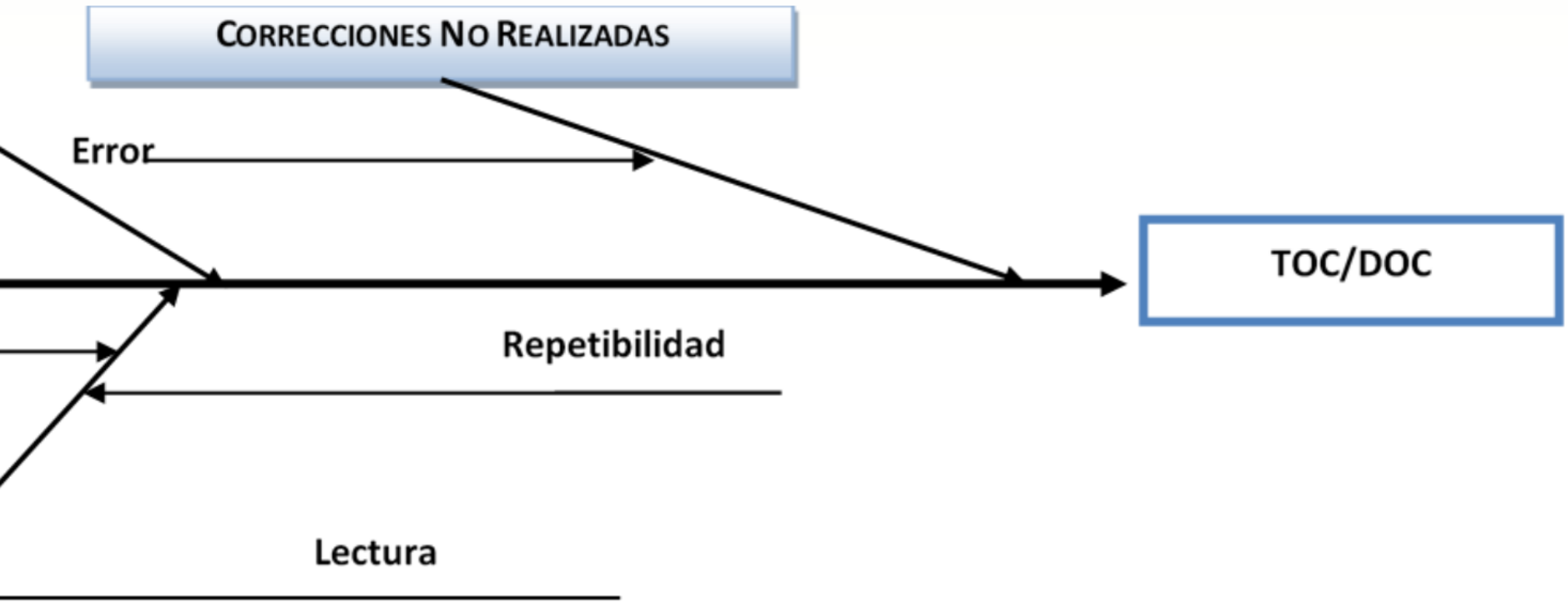
Reproducibilidad

Error

encia

Re

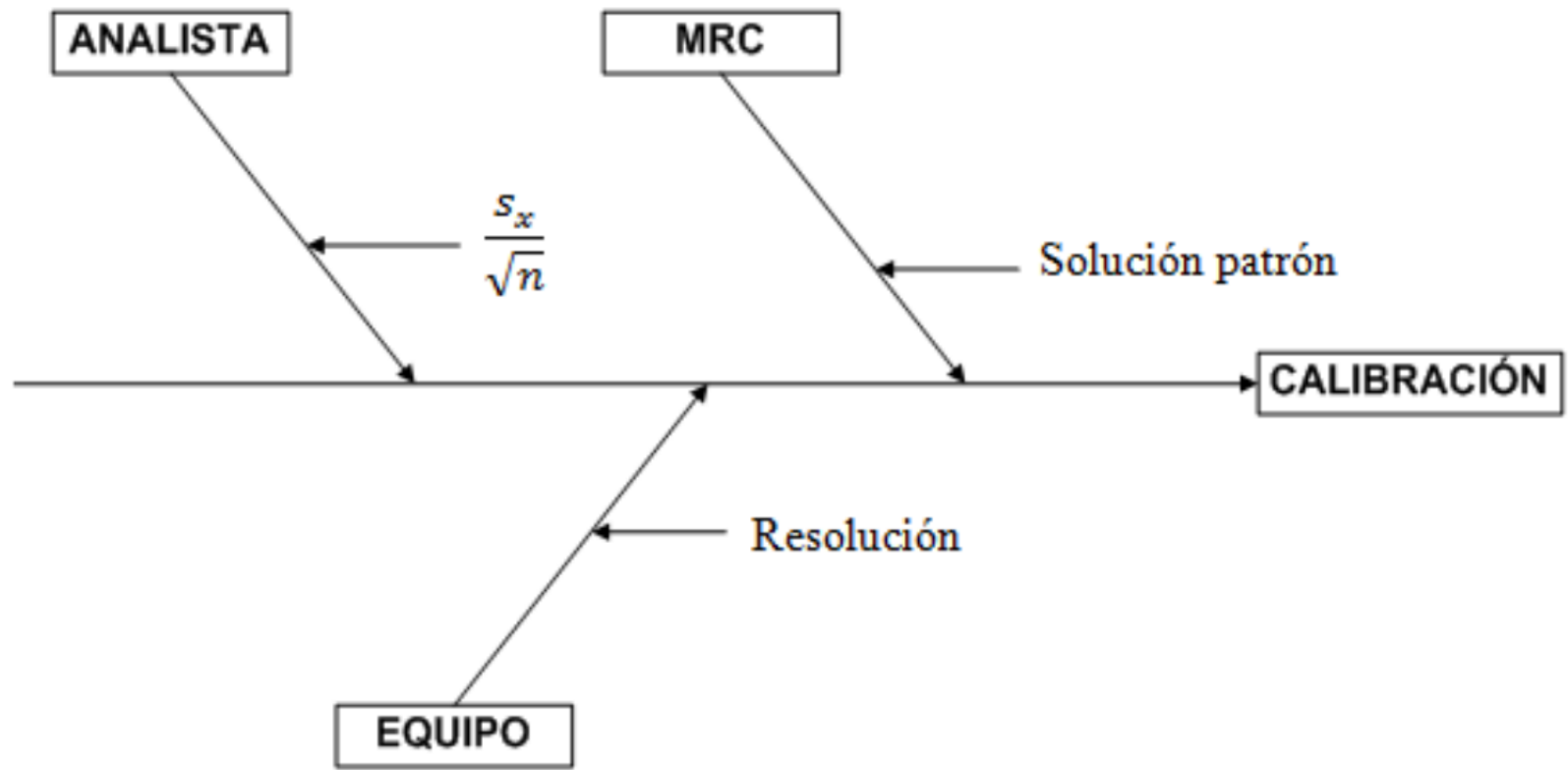
Lectura



Resultado de la validación

| CUANTITATIVO | | X | | Análito: Carbon orgánico total/disuelto (DOC) | | | | | |
|--|---------------|----------------------|---|---|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|
| CUALITATIVO | | Unidades: mg/l | | | | | | | |
| DE IDENTIFICACIÓN | | Matriz: Aguas claras | | | | | | | |
| FUNCIÓN DE RESPUESTA | | INSTRUMENTAL | | | | METODO | | | |
| | | TC | | IC | | N/A | | | |
| m | 2033.78 | | 2524.55 | | | | | | |
| S_m | 26.58 | | 35.15 | | | | | | |
| b | 697.05 | | 512.36 | | | | | | |
| S_b | 304.55 | | 402.65 | | | | | | |
| R^2 | 0.998 | | 0.99986 | | | | | | |
| PRECISIÓN, EXACTITUD, INCERTIDUMBRE | | | | | | | | | |
| METODO | Repetibilidad | | Reproducibilidad | | Exactitud, % recup. Promedio | Incertidumbre | | | |
| | Sr mg/l | %CVr | S _R mg/l | %CV _R | | u metodo, % | factor de cobertura, k | correcciones, cnr | U expandida %Uk+ cnr |
| TC | 0.305 | 1.600 | 0.500 | 2.625 | 95.173 | 2.768 | 2.06 | 0.084 | N/A |
| IC | 0.162 | 0.889 | 0.434 | 2.379 | 91.260 | 2.466 | | 0.105 | N/A |
| TOC | 0.467 | 2.489 | 0.500 | 5.004 | 92.667 | 3.707 | | 0.189 | 26.486 |
| LIMITES | | | | | | METODO | | | |
| | | | | | | TC | IC | TOC/DOC | |
| LÍMITE DE DETECCIÓN (L.D.) | | | | | | 0.321 | 0.335 | 0.347 | |
| LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN (L.C.) | | | | | | 0.829 | 0.967 | 1.156 | |
| SELECTIVIDAD/ESPECIFICIDAD | | | | | | | | | |
| INTERFERENCIAS CONOCIDAS: | | | Bacterias descomponedoras, sustancias oxidantes y reductoras, pH Alcalino | | | | alta concentración de IC | | |
| TIPO DE INTRERFERENCIA | | | Negativa | | | | Negativa | | |
| CORRECCIÓN: | | | Preservación ácida a pH 2.0 con H ₃ PO ₄ , reduce niveles de IC/DIC | | | | acidificación | | |
| INTERVALO DE TRABAJO VALIDADO: 0 – 20 mg/L | | | TC | | IC | | TOC/DOC | | |
| | | | 0.829 - 20mg/L | | 0.967 - 20mg/L | | 1.156 - 20mg/L | | |
| CRITERIOS DE ACEPTACIÓN/RECHAZO: | | | | | | TERMINOLOGÍA | | | |
| EXACTITUD: 80% < %E < 120%, validación aceptada. | | | | | | IC=CARBON INORGANICO | | DOC=CARBON ORGANICO | |
| INCERTIDUMBRE: <= 35%, %; validación aceptada. | | | | | | TC=CARBON TOTAL | | DISUELTO | |
| %CVR <= 20%; validación aceptada | | | | | | DIC=CARBON INORGANICO | | | |

Aportes a la incertidumbre



Resultados validación de conductividad

| Nivel: conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Repetibilidad | | Reproducibilidad | | % de | U (k=2) % |
|--|---------------|-------------|----------------------|------------------------|---------------|------------|
| | | | | | Recup. | |
| | Sr | %CVr | S_R | %CV_R | | |
| 0.6 | 0.04 | 6.42 | 0.05 | 7.49 | 101.78 | 106.56 |
| 15.2 | 0.02 | 0.1 | 0.02 | 0.12 | 100.09 | 3.15 |
| 147 | 0.18 | 0.12 | 0.17 | 0.12 | 99.99 | 3.46 |
| 1410 | 17.13 | 0.18 | 2.54 | 0.18 | 99.96 | 3.42 |
| 12860 | 2.55 | 0.13 | 17.09 | 0.13 | 99.9 | 2.59 |

Conclusiones



El parámetro conductividad electrolítica cumplió los objetivos de validación esto es: CV_r y CV_R inferiores al 20%, porcentaje de recuperabilidad entre 80 y 120% en todos los niveles desde 0,6 hasta 12860 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en cuanto a la incertidumbre los niveles entre 15,2 y 12860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ obtuvieron valores inferiores al 35%, sin embargo el nivel de 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuvo una incertidumbre de 106,56% impidiendo una estimación razonable de la incertidumbre en este nivel.

En el método de análisis de conductividad electrolítica el material de referencia empleado para la validación de 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuvo una incertidumbre superior al 50% de su valor, por lo tanto este valor interfirió en gran medida en los cálculos generando una incertidumbre del método poco razonable.

En el método de análisis de carbón orgánico disuelto cumplió con todos los objetivos de validación con: incertidumbre cercana al 27%, cuya mayor contribución se debió a las correcciones no realizadas con un 18% de contribución, exactitud menor al 20%, CV_R y CV_r menores al 15 y 20% respectivamente, y un R^2 superior a 0,99.

Se implementó satisfactoriamente el análisis de carbono orgánico disuelto al obtenerse una recuperabilidad del material de referencia por sobre el 90%.

El parámetro conductividad electrolítica cumplió los objetivos de validación esto es: CV_r y CV_R inferiores al 20%, porcentaje de recuperabilidad entre 80 y 120% en todos los niveles desde 0,6 hasta 12860 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en cuanto a la incertidumbre los niveles entre 15,2 y 12860 $\mu\text{S}/\text{cm}$ obtuvieron valores inferiores al 35%, sin embargo el nivel de 0,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tuvo una incertidumbre de 106,56% impidiendo una estimación razonable de la incertidumbre en este nivel.

En el método de análisis de conductividad electrolítica el material de referencia empleado para la validación de $0,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ tuvo una incertidumbre superior al 50% de su valor, por lo tanto este valor interfirió en gran medida en los cálculos generando una incertidumbre del método poco razonable.

En el método de análisis de carbón orgánico disuelto cumplió con todos los objetivos de validación con: incertidumbre cercana al 27%, cuya mayor contribución se debió a las correcciones no realizadas con un 18% de contribución, exactitud menor al 20%, CV_R y CV_r menores al 15 y 20% respectivamente, y un R^2 superior a 0,99.

Se implementó satisfactoriamente el análisis de carbono orgánico disuelto al obtenerse una recuperabilidad del material de referencia por sobre el 90%.

Recomendaciones





1 El CICAM deberá adquirir un material de referencia certificado semejante a $0,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ con un valor de incertidumbre más bajo con el fin de cumplir los objetivos de validación para alcanzar una incertidumbre menor al 35%.

2 Para el método de análisis de carbono orgánico disuelto desarrollar un protocolo de preservación de la muestra a fin de evitar pérdidas por bacterias descomponedoras.

3 Evaluar un mix de materiales de referencia tanto de DIC como de DC, con el fin de evaluar la recuperabilidad del carbono orgánico en una matriz con presencia de alto contenido de carbono inorgánico disuelto.

4 Para dar énfasis a la trazabilidad en las mediciones, se debe adquirir material de referencia certificado y trazable para la preparación de soluciones madre de carbono inorgánico.

5 Para cumplir los objetivos de validación de cada uno de los métodos en laboratorio se requiere material de referencia en vigencia y con valores de incertidumbre menores al 15% para asegurar que estos no influyan en el cálculo de incertidumbre final invalidando el método para los fines previstos.

1 El CICAM deberá adquirir un material de referencia certificado semejante a $0,6 \mu\text{S}/\text{cm}$ con un valor de incertidumbre más bajo con el fin de cumplir los objetivos de validación para alcanzar una incertidumbre menor al 35%.

2 Para análisis orgánicos de muestras de pérdida de peso...

- 2 Para el método de análisis de carbono orgánico disuelto desarrollar un protocolo de preservación de la muestra a fin de evitar pérdidas por bacterias descomponedoras.

3

Evaluar un mix de materiales de referencia tanto de DIC como de DC, con el fin de evaluar la recuperabilidad del carbono orgánico en una matriz con presencia de alto contenido de carbono inorgánico disuelto.

4

- 4 Para dar énfasis a la trazabilidad en las mediciones, se debe adquirir material de referencia certificado y trazable para la preparación de soluciones madre de carbono inorgánico.

la
s
be
de
ado y
de
co.

5

Para cumplir los objetivos de validación de cada uno de los métodos en laboratorio se requiere material de referencia en vigencia y con valores de incertidumbre menores al 15% para asegurar que estos no influyan en el cálculo de incertidumbre final invalidando el método para los fines previstos.

Resultados y discusión

Recomendaciones

Materiales y métodos

Marco teórico

Objetivos



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA
VALIDACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÉTODO DE MEDICIÓN DE CARBÓN ORGÁNICO DISUELTUO Y CONDUCTIVIDAD PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA.
Ramiro Rubén Calahorrano Paccha
Ing. Rafael Vargas Verdesoto Quim. Erika Murgueitio Mg.