



RECEPCIONADO
OFICINA DE PARTES 1 FIA
FECHA: 26-09-22
HORA: 12:50
N° INGRESO 74035

Informe Técnico Final

Proyectos de Emprendimiento Innovador

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre del proyecto | Sensorización en línea de DQO para indicar niveles de contaminación en efluentes. |
| Código del proyecto | PYT-2020-0986 |
| N° de informe | Final |
| Período informado (considerar todo el periodo de ejecución) | Desde el 13/11/2020 hasta el 30/06/2022 |
| Fecha de entrega | 07/07/2022 |

INSTRUCCIONES PARA COMPLETAR Y PRESENTAR EL INFORME

I. Todas las secciones del informe deben ser contestadas, utilizando caracteres tipo Arial, tamaño 11.

II. Sobre la información presentada en el informe

- Debe completar todas las secciones del documento según corresponda.
- Debe estar basada en la última versión del Plan Operativo aprobada por FIA.
- Debe ser resumida y precisa. Si bien no se establecen números de caracteres por sección, no debe incluirse información en exceso, sino solo aquella información que realmente aporte a lo que se solicita informar.
- Debe ser totalmente consistente en las distintas secciones y se deben evitar repeticiones entre ellas.
- Debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero y ser totalmente consistente con ella.

III. Sobre los anexos adjuntos al informe

- Deben enumerar y nombrar los documentos adjuntados en la tabla de la sección 15 del informe.
- Deben incluir toda la información que complemente y/o respalde la información presentada en el informe, especialmente a nivel de los resultados alcanzados.
- Se deben incluir materiales de difusión, como diapositivas, publicaciones, manuales, folletos, fichas técnicas, entre otros.
- También se deben incluir cuadros, gráficos y fotografías, pero presentando una descripción y/o conclusiones de los elementos señalados, lo cual facilite la interpretación de la información.

IV. Sobre la presentación a FIA del informe

- La presentación de los informes técnicos se realizará mediante la entrega de 2 copias digitales idénticas y sus anexos, en la siguiente forma:
 - a) Un documento "Informe técnico final", en formato word.
 - b) Un documento "Informe técnico final en formato pdf.
 - c) Los anexos identificando el número y nombre, en formato que corresponda.
- La entrega de los documentos antes mencionados debe hacerse mediante correo electrónico dirigido al correo electrónico de la Oficina de Partes de FIA (oficina.partes@fia.cl). La fecha válida de ingreso corresponderá al día, mes y año en que es recepcionado el correo electrónico en Oficina de partes de FIA. Es responsabilidad del Ejecutor asegurarse que FIA haya recepcionado oportunamente los informes presentados.

- Para facilitar los procesos administrativos, se sugiere indicar en el "Asunto" del correo de envío: **"Presentación de Informe Técnico Final Proyecto Código PYT-XXXX-YYYY"**.
- La fecha de presentación debe ser la establecida en la sección detalle administrativo del Plan Operativo del proyecto o en el contrato de ejecución respectivo.
- El retraso en la fecha de presentación del informe generará una multa por cada día hábil de atraso equivalente al 0,2% del último aporte cancelado.

CONTENIDOS

| | | |
|-----|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. | ANTECEDENTES GENERALES | 5 |
| 2. | RESUMEN DEL PERÍODO INFORMADO | 5 |
| 3. | OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO..... | 6 |
| 4. | OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)..... | 7 |
| 5. | RESULTADOS ESPERADOS (RE)..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 6. | CAMBIOS Y PROBLEMAS DEL PROYECTO..... | 8 |
| 7. | ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO..... | 14 |
| 8. | CAMBIOS EN EL ENTORNO..... | 18 |
| 9. | DIFUSIÓN..... | 18 |
| 11. | CONCLUSIONES | 21 |
| 12. | RECOMENDACIONES | 21 |
| 13. | ANEXOS..... | 22 |
| 14. | BIBLIOGRAFIA CONSULTADA | 22 |

1. ANTECEDENTES GENERALES

| | | |
|------------------------------------|------------------------------------------------|--|
| Nombre Ejecutor: | Gonzalo Javier Rosende Salazar | |
| Nombre(s) Asociado(s): | Agrícola Sutil S.A. y Cala Morritos Power SpA. | |
| Coordinador Principal: | Gonzalo Javier Rosende Salazar | |
| Coordinar Alterno: | Daniel Andrés Valenzuela Albornoz | |
| Región(es) de ejecución: | Región de Coquimbo | |
| Fecha de inicio iniciativa: | 13/11/2020 | |
| Fecha término iniciativa: | 30/06/2022 | |

2. RESUMEN DEL PROYECTO

Entregar de manera **resumida**¹ las principales actividades realizadas y resultados obtenidos durante todo el periodo de ejecución del proyecto, fundamentando con datos cuantitativos y cualitativos que respalden los resultados.

Se realizó la construcción de la sonda de medición de DQO en línea, dentro de las características principales esta que no usa reactivos químicos, ni genera contaminación, está provisto de luz UV 254 nm que por efecto de la absorción de este rango puede medir la carga orgánica, su carcasa es de acero inoxidable y con conexión eléctrica IP68, lo cual lo hace apto para ser sumergido. El protocolo de datos está en Modbus.

La placa controla el piloto y el sistema de transmisión de datos fueron probados en laboratorio dando los resultados esperados. El día 31 de agosto del año 2021 estaba pendiente la incorporación del sistema propio de alimentación de energía, con el fin de validar los parámetros necesarios para que el sistema sea autónomo y portable, lo que se terminó de hacer el día 10 de septiembre del mismo año.

Se desarrolló la interfaz a usuario piloto para que se pueda ver el parámetro deseado, lo que se terminó el 18 de octubre de 2021, pasando por varias versiones hasta llegar al entregable final en enero de 2022.

Fueron comprados medidores tradicionales para calibrar en laboratorio el sensor lo cual se desarrolló en Enero de 2022 y la fabricación de un gabinete de protección de la placa base, la que se hizo en febrero de 2022. Con ello se realizaron pruebas en terreno de calibración en Agrícola Sutil S.A. y en el pozo de Mantos de Hornillos (Ambos en la región de Coquimbo) en Marzo de 2022. Lo anterior permitió preparar el material audiovisual para RR.SS. y cerrar las negociaciones con nuestro primer cliente de pago, Viña

¹ Esta síntesis se debe limitar a citar las ideas más importantes, es decir, excluye datos irrelevantes y no brinda espacio a interpretaciones subjetivas.

MalPaso, quien nos entregó su información de análisis de laboratorio de años anteriores para comparar con las lecturas realizadas.

3. RESUMEN DEL PERIODO NO INFORMADO

Entregar de manera **resumida**² las principales actividades realizadas y resultados obtenidos durante el periodo comprendido entre el último informe técnico de avance y el informe final, fundamentando con datos cuantitativos y cualitativos que respalden los resultados.

Creación del sistema de energía autónomo del sensor, necesarios para que el sistema sea portable (septiembre de 2021). Desarrolló la interfaz a usuario piloto para que se pueda ver los parámetros deseado de DQO en línea.

Calibración del sensor en laboratorio y en campo, en el pozo de Mantos de Hornillos y Agrícola Sutil S.A., que no tenían una carga muy alta como para probar el sensor, por lo que se agregó más trabajo de laboratorio con muestras reales de RILes de plantas de tratamiento de la región metropolitana.

Creación del material audiovisual para RR.SS., cierre con primer cliente e instalación del sensor en Viña MalPaso.

² Esta síntesis se debe limitar a citar las ideas más importantes, es decir, excluye datos irrelevantes y no brinda espacio a interpretaciones subjetivas.



4. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

Desarrollar un equipo de medición de Demanda química de Oxígeno (DQO), que permita saber la carga orgánica de un flujo de agua, con uso de espectrofotometría en sistemas de aguas, para monitorizar los niveles de carga orgánica (contaminantes) en línea, para la reutilización del agua vinculadas al sector silvoagropecuario en la Región de Coquimbo.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (OE)

El porcentaje de avance de cada objetivo específico se calcula promediando el grado de avance de los resultados asociados a éstos. El cumplimiento de un 100% de un objetivo específico se logra cuando el 100% de los resultados asociados son alcanzados.

| Nº OE | Objetivo específico (OE) | % de avance al término del proyecto |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Prototipar 3 placas electrónicas, diseñadas para recibir la información de los sensores y pasarla a un lenguaje de firmware leíble por un software de usuario básico. | 100% |
| 2 | Optimizar los resultados obtenidos en el prototipaje del sensor, en análisis de laboratorios con muestras reales. | 100% |
| 3 | Validar en terreno los análisis y resultados de las etapas anteriores y compararlos con los análisis de DQO de laboratorios certificados. | 90% |
| 4 | Validar el modelo de negocios a través de la venta de los servicios ofrecidos y la difusión exitosa del proyecto en RR.SS., prensa de la Región de Coquimbo y prensa virtual especializada. | 80% |
| | | |

6. RESULTADOS ESPERADOS (RE)

Cuantificar y describir el avance de los RE al término del proyecto.

| Nº OE | Nº RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | Medición de blancos de prueba para estandarización de software de medición. | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizaron las pruebas de calibración con los equipos tradicionales en laboratorio, para el cliente mal paso se calibro para su proceso el sensor, ante a la alta fluctuación de datos que existen. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde ³ el avance del resultado esperado. | | | |
| Anexo 8 informe técnico de resultados en terreno. | | | |

| Nº OE | Nº RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------|------------------------|
| 1 | 2 | Fabricación de placas (diseño y fabricación). | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizaron varias simulaciones, con configuraciones y prototipajes según lo que se requiere para el proyecto, para lo cual se realiza un informe de la electrónica y cuáles son los prototipos fabricados y testeados en laboratorio. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| El respaldo está en el Anexo 1 Electrónica del Informe 2 | | | |

³ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el grado de avance descrito para este resultado.

| Nº OE | Nº RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------|------------------------|
| 1 | 3 | Diseño de software y firmware básicos. | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se utilizará el lenguaje de programación Python, por tener una amplia versatilidad para poder seguir escalando con el diseño. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde ⁴ el avance del resultado esperado. | | | |
| El respaldo está en el Anexo 1 Electrónica del Informe 2 | | | |
| Nº OE | Nº RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
| 1 | 4 | Desarrollo de prototipo | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Ya se fabricó el sensor de espectrofotometría VIS/UV y también se desarrolló el prototipo de la placa electrónica. Actualmente se está trabajando en las pruebas de laboratorio. La idea es trabajar pronto con el piloto en terreno. Hay que recordar que este ítem incluye un sistema para incorporar las mediciones de pruebas con viales químicos en terreno. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| El respaldo está en el Anexo 2 Técnico del Informe 2 y Anexo 5 del informe 3 informe técnico de calibración y comparación de muestras. | | | |

| Nº OE | Nº RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 2 | 1 | Pruebas con muestras reales que permitan comparar y calibrar el sensor de DQO desarrollado. | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizaron pruebas con muestras tomadas en Mal Paso y en Sutil, se calibro para poder realizar un muestreo real al proceso en Mal Paso y se tomaron muestras para comparar los niveles de DQO reales con los informados con el sensor | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| Anexo 8 informe técnico de resultados en terreno. | | | |

⁴ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el grado de avance descrito para este resultado.

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 3 | 1 | Pruebas en terreno que permitan validar en un ambiente real los resultados y conocer las variables externas que puedan afectar los resultados de la medición. | 90% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizaron las pruebas y se obtuvieron excelentes resultados, no excepto de problemas solo la posición del sensor por problemas naturales del proceso, como son la falta de flujo y acumulación de borra en el estanque que no permitía el análisis del espectrómetro UV. Se aprendió que es idea el sensor se instale en zonas donde flujo el agua para no saturar el lente con sólidos. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde ⁵ el avance del resultado esperado. | | | |
| Anexo 8 informe técnico de resultados en terreno. | | | |

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 3 | 2 | Calibración | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizo la calibración en terreno y con ello se realizó el análisis del cliente con datos reales | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| Anexo 8 informe técnico de resultados en terreno. | | | |

⁵ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el grado de avance descrito para este resultado.

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 4 | 1 | Realizar una venta de operación o monitoreo en línea de DQO a una Agroindustria de la Región de Coquimbo | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se realizó la venta, se instaló el sensor y se retiró, el cliente espera un informe con los resultados obtenidos para poder cerrar el ciclo de venta. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| En espera de respaldo de factura por venta | | | |

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|------------------------|
| 4 | 2 | Difusión en RR.SS. | 100% |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Se eligió para el cumplimiento de la meta Instagram, que permitía una exposición más comercial del sensor desarrollado. Se esperaba tener un alcance en redes sociales de 1.000 personas, independiente del número de reproducciones que siempre son más, lo que se logró ampliamente, alcanzando al momento de redacción de este informe 7.065 personas, lo cual hace que el porcentaje de cumplimiento real del objetivo propuesto sea de 706,5%. | | | |
| El video formato Reel tiene 7.804 reproducciones, 334 likes, 11 comentarios, fue compartido 152 veces y fue guardado por 5 usuarios. | | | |
| Pretendemos volver a potenciar el material en junto con reseñas de lo que se publique en prensa escrita, cosa de generar un efecto de validación comunicacional entre el mensaje comercial del video y la mayor profundidad que se puede alcanzar a través de una nota periodística. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde ⁶ el avance del resultado esperado. | | | |
| Anexo 7 Alcance RR.SS. | | | |

⁶ Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el grado de avance descrito para este resultado.

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 4 | 3 | Difusión en prensa escrita Regional | 0 |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Este objetivo específico está sujeto a la aprobación del informe final por parte de FIA, quienes nos ayudarán a lograr visibilizar nuestro trabajo en la prensa escrita, digital o física. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| No aplica. | | | |

| N° OE | N° RE | Resultado Esperado (RE) | % de avance a la fecha |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------|-------------------------------|
| 4 | 4 | Difusión en prensa virtual especializada | 0 |
| Descripción y justificación del avance de los resultados esperados a la fecha. | | | |
| Este objetivo específico está sujeto a la aprobación del informe final por parte de FIA, quienes nos ayudarán a lograr visibilizar nuestro trabajo en la prensa escrita, digital o física. | | | |
| Indique el número y nombre del anexo que respalde el avance del resultado esperado. | | | |
| No aplica. | | | |

7. CAMBIOS Y PROBLEMAS DEL PROYECTO

Especificar los cambios y problemas que se han generado durante el desarrollo del proyecto. Se debe considerar aspectos como: conformación del equipo técnico, problemas metodológicos, adaptaciones y/o modificaciones de actividades, cambios de resultados, gestión y administrativos, entre otros.

| Describir cambios y problemas | Consecuencias (positivas o negativas) para el cumplimiento de los objetivos general y específicos | Ajustes realizados al proyecto para abordar los cambios y problemas |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Falta de materiales para las placas que toman los datos del sensor y los envían a la nube | Se hicieron un total de 3 modelos de placas integradas para el sensor, sólo pudiendo usar una, porque para el funcionamiento de los números 1 y 2 no se encontraron ciertas piezas para ser terminadas. | Se tuvo que diseñar la placa final partiendo desde las piezas que teníamos disponibles, para dejar de depender de las importaciones y terminar el proyecto. La placa en funcionamiento es menos compacta, pero es más funcional para este momento. |
| No se realizaron pruebas de laboratorios certificadas con fondos de FIA | La calidad del agua de Agrícola Sutil S.A. era tan inocua que no servía para realizar las pruebas proyectadas. | Se realizan más pruebas y ajustes en laboratorio con RILes de plantas de tratamientos de la región Metropolitana. También se decide usar los datos de DQO del primer cliente y tratar de reitimar esos fondos destinados inicialmente al pago de laboratorio, dentro del proyecto para financiar cambios en la programación que requiere el primer Cliente (Viña MalPaso), lo que no es aceptado por FIA. |
| | | |

8. HITOS CRÍTICOS

| Hito Crítico (HC) | Resultado Esperado | Fecha de cumplimiento | Cumplimiento (SI/NO) | Documentación de respaldo (indique en qué n° de anexo se encuentra) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Diseño y modelación conceptual del sensor. | Entrega del CAD e informe. | Marzo de 2021 | SI | Anexo 1 |
| Programación y simulación del Firmware. | Entrega de copia de seguridad de la programación. | Mayo 2021 | SI | Anexo 1 |
| Construcción de los 2 prototipos de sensor para realizar las pruebas en laboratorio. | Entrega de los prototipos | Julio 2021 | SI | Anexo 5 |
| Realización de pruebas de diseño eléctrico del sensor. | Sensor calibrado. | Agosto 2021 | SI | Anexo 5 |
| Pruebas de laboratorio del sensor. | Datos comparados entre resultados del sensor y el colorímetro, con margen de error del 5% máximo. | Enero 2022 | SI | Anexo 8 |
| Pruebas en terreno del sensor | Datos comparados entre resultados del sensor, el colorímetro y el laboratorio, con margen de error del 5% máximo. | Marzo 2022 | SI | Anexo 8 |
| Difusión en redes sociales | Alcance de más de 1.000 personas. | Junio 2022 | SI | Anexo 7 |
| Presencia en prensa de la Región de Coquimbo, prensa digital especializada. | Presencia en prensa regional, digital y especializada. | Una vez aprobado el informe por parte de FIA | NO | No Aplica |
| Venta de un servicio de operación o monitoreo de | UNA venta de servicios | Junio 2022 | SI | No Aplica |

| | | | | |
|--------------------------------------------|--|--|--|--|
| sistemas de aguas con sensorización de DQO | | | | |
|--------------------------------------------|--|--|--|--|

9. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO

9.1. Actividades programadas en el plan operativo y realizadas durante el período de ejecución del proyecto. Enumere según carta Gantt y explique brevemente.

OE 1: Prototipar 3 placas electrónicas, diseñadas para recibir la información de los sensores y pasarla a un lenguaje de firmware leíble por un software de usuario básico.

- Medición de blancos de prueba para estandarización de software de medición. REALIZADO mes 10
- Fabricación de placas (diseño y fabricación). REALIZADO mes 7
- Diseño de software y firmware básicos. REALIZADO mes 9
- Desarrollo de prototipo. REALIZADO mes 10

OE 2: Optimizar los resultados obtenidos en el prototipaje del sensor, en análisis de laboratorios con muestras reales.

- Pruebas con muestras reales que permitan comparar y calibrar el sensor de DQO desarrollado. REALIZADO mes 16

OE 3: Validar en terreno los análisis y resultados de las etapas anteriores y compararlos con los análisis de DQO de laboratorios certificados.

- Pruebas en terreno que permitan validar en un ambiente real los resultados y conocer las variables externas que puedan afectar los resultados de la medición. REALIZADO mes 18.
- Calibración. REALIZADO mes 19.

OE 4: Validar el modelo de negocios a través de la venta de los servicios ofrecidos y la difusión exitosa del proyecto en RR.SS., prensa escrita de la Región de Coquimbo y prensa virtual especializada.

- Realizar una venta de operación o monitoreo en línea de DQO a una Agroindustria de la Región de Coquimbo. REALIZADO mes 20.
- Difusión en RR.SS. REALIZADO mes 20.
- Difusión en prensa escrita Regional. PENDIENTE CONTRA APROBACIÓN INFORME FINAL.
- Difusión en prensa virtual especializada. PENDIENTE CONTRA APROBACIÓN INFORME FINAL.

9.2. Actividades programadas en el plan operativo y no realizadas durante el período de ejecución del proyecto. Enumere según carta Gantt y explique brevemente.

OE 3: Validar en terreno los análisis y resultados de las etapas anteriores y compararlos con los análisis de DQO de laboratorios certificados.

No se realizó la comparación de los análisis con laboratorios certificados, porque el asociado Cala Morritos SpA no ha desarrollado el proyecto eléctrico que pretende construir en la Región de Coquimbo y Agrícola Sutil S.A. tenía agua con un DQO tan bajo que no servía para calibrar el sensor.

9.3. Analizar las brechas entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas durante el período de ejecución del proyecto.

Se utilizaron los datos de DQO de Viña MalPaso de años anteriores para comparar los resultados y se utilizaron medidores manuales similares a los de laboratorios certificados para analizar los RILes y calibrar el sensor.

10. CAMBIOS EN EL ENTORNO

Indique si existieron cambios en el entorno que afectaron la ejecución del proyecto en los ámbitos tecnológico, de mercado, normativo, entre otros, y las medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

| |
|--|
| |
|--|

11. DIFUSIÓN

Describa las actividades de difusión realizadas durante la ejecución del proyecto:

| Fecha | Lugar | Tipo de Actividad | Nº participantes ⁷ | Documentación generada ⁸ |
|------------|---------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Junio 2022 | RR.SS. Instagram | Publicación de contenido | 7.065 | Anexo 7 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

⁷ Debe adjuntar en anexos las listas de participantes.

⁸ Debe adjuntar en anexos el material de difusión generado.

12. CONSIDERACIONES GENERALES

12.1. ¿Considera que los resultados obtenidos permitieron alcanzar el objetivo general del proyecto?

El sensor funciona. Es particularmente útil en rangos medios de DQO (entre 0 a 500 Mg/L), lo que es útil para clientes agroindustriales y permite que usuarios no calificados puedan saber más acerca de sus procesos y tomar mejores decisiones o proponer mejoras sustanciales.

Eso es un nuevo paradigma dentro del tratamiento de aguas a nivel nacional. El objetivo general del proyecto, pese a todos los problemas que hubo en el desarrollo del proyecto está cumplido y con creces.

Este sensor y otro que estamos desarrollando con fondos propios, cambiarán el tratamiento de agua para siempre.

12.2. ¿Cómo fue el funcionamiento del equipo técnico del proyecto y la relación con los asociados, si los hubiere?

Debemos distinguir:

Con Cala Morritos SpA, la relación sigue siendo muy cordial, pese a que el proyecto que desarrollaremos con ellos aún no comienza, por lo que no podemos evaluarlos.

En el caso de Agrícola Sutil S.A., ellos tienen la mejor disposición para hacer innovaciones, en particular con respecto al agua, pero al no tener plantas de tratamiento en la Región de Coquimbo, el valor que pudimos entregarles es muy bajo.

12.3. Mencione otros aspectos que considere relevante informar, (si los hubiere).

12.4. Complete el siguiente cuadro de resultados de proyecto, marcando con una x en la respuesta correcta:

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---|
| Indique el tipo de innovación desarrollada: | Producto/Servicio | X |
| | Proceso | |
| Para el caso de innovación en producto y/o servicio, ¿realizó la primera venta del nuevo producto y/o servicio al término del proyecto? | Si | X |
| | No | |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|
| Para el caso de innovación en proceso, ¿Implementó el nuevo proceso al término del proyecto? | Sí | |
| | No | |
| En el caso que su emprendimiento no estuviera formalizada al comienzo del proyecto, ¿logró constituir su empresa durante la ejecución del proyecto? | Sí | |
| | No | |
| Durante la ejecución del proyecto, ¿Recibió otros fondos del estado? | Sí | |
| | No | X |

13. CONCLUSIONES

Realice un análisis global de las principales conclusiones obtenidas luego de la ejecución del proyecto.

El desarrollo de tecnologías como la propuesta tiene un problema en su gestación. Creamos este proyecto y el sensor pensando que la agroindustria estaba preocupada de cumplir con la norma y evitar multas.

Nos encontramos al tratar de lograr una primera venta que esa necesidad está en las empresas, pero estas no tienen destinado un presupuesto para su solución, debido a que no es un problema que afecte directamente a la producción sino que se ocupa de los residuos de producción.

Por lo anterior pensamos que la mejor manera de encontrar un mercado al sensor desarrollado es a través de que el agua vuelva a tener un valor en la producción, que sea un recurso.

Esto pareciera tener buena acogida en la industria y tiene potencial en otras áreas del mundo agropecuario, debido a que se puede reutilizar el agua en el riego de ciertas plantas y consumo directo de la ganadería.

Supera ampliamente lo propuesto inicialmente en este proyecto, pero el futuro de la reutilización de RILes es buscar un "MATCH" que pueda utilizar la carga orgánica/Química de esta, sin gastar tantos recursos o tiempo en su tratamiento.

Si existe una especie de champiñón, planta o alga que pudiera aprovechar la carga del agua y esta tener un valor comercial, el proceso no requeriría de tanto tiempo o energía. Creemos que ese es el futuro. Dejar de mirar la carga orgánica como algo indeseable y en lo cual gastamos tiempo y dinero en purificar, para que pase a ser un recurso más.

Lo anterior es más fácil de realizar en aguas residuales domiciliarias, y podría ser de vital importancia en las pequeñas comunidades rurales, donde hay APRs que pueden postular a fondos estatales o privados que permitan tener un sistema de alcantarillado local que reutilice el agua en la producción de alfalfa hidropónica u otro producto que tiene una salida rápida y a buen precio en el mundo agrario.

Como grupo desconocemos si una iniciativa piloto de estas características puede buscar financiamiento de alguna manera en órganos nacionales o internacionales, pero la posibilidad de que la tan escasa agua de la región de Coquimbo, deje de tener un solo uso y se convierta un motor de desarrollo económico, social y cultural, puede marcar un antes y un después en la ruralidad de Chile y, porque no decirlo, del mundo.

14. RECOMENDACIONES

Indique las recomendaciones/sugerencias que se consideran relevantes en relación con lo trabajado durante la ejecución del proyecto.

- Buscar una mayor presencialidad en el acompañamiento: Se pudo avanzar mucho más eficientemente con el proyecto cuando existió un mayor contacto con nuestras ejecutivas, el que no fue fácil debido a que este fue un proyecto desarrollado 100% en pandemia.
- Fue muy difícil entender el sistema de rendiciones. Recomendamos encarecidamente considerar el solicitar ayuda en la incubadora Chrysalis y acercarse más a su sistema de rendiciones y flujos de dinero.

- Descentralización de los proyectos con las regiones: En algún momento se nos presentó la posibilidad de tener nuestra primera venta en la Región de O`Higgins, en mayo de 2022, lo que no pudimos aceptar, porque el convenio con FIA establecía que la primera venta debía ser en la Región de Coquimbo y no teníamos las capacidades logísticas de poder llevar a cabo los dos proyectos en simultáneo. Es una problemática a la que no podemos aportar una posible solución, pero la planteamos para que sea elevada si se encuentra que corresponde. En un mercado tan pequeño como el Chileno podría darse que la primera venta fuera en el extranjero.

15. ANEXOS

Proporcionar la información necesaria que complemente y respalde los resultados indicados en el informe; especialmente la que permita verificar el nivel de cumplimiento de los resultados alcanzados durante toda la ejecución del proyecto. Se debe considerar como información de respaldo: gráficos, tablas, esquemas y figuras, fotos, protocolos, entre otros, que permitan visualizar claramente los antecedentes que sustentan el % de cumplimiento descrito para cada resultado.

1. Anexo 1 “Informe Electrónica”
2. Anexo 2 “Calibración y comparación de muestras”
3. Anexo 3 “Factura y transferencia de pago”
4. Anexo 4 “Alcance RR.SS.”
5. Anexo 5 “Informe en terreno sensor”

16. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0030402619305728>

FIA

Informe Respuestas a informe final

ephi.cl



EPHI

INTRODUCCIÓN

Este informe tiene por objetivo mostrar los puntos consultados en relación a los trabajos realizados durante la ejecución del proyecto.

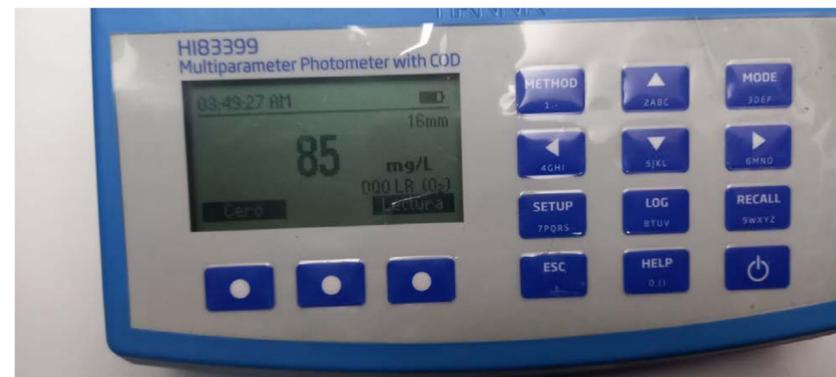
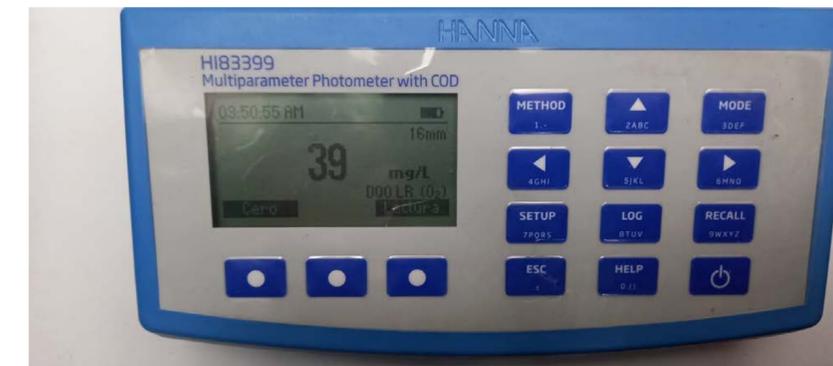
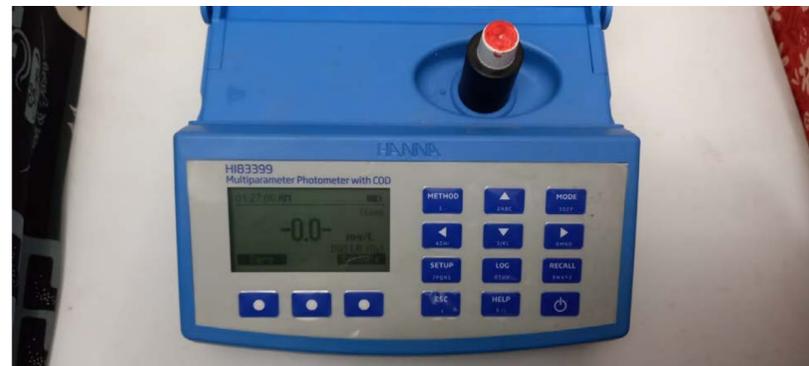
Para aclarar y dejar clara la información es que se responderá con lo solicitado punto por punto.



Imagen 1: Equipamiento proyecto y calibración

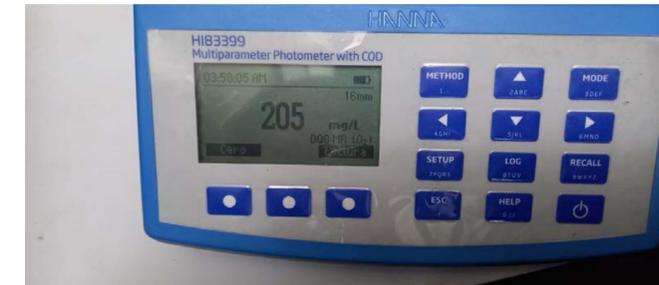
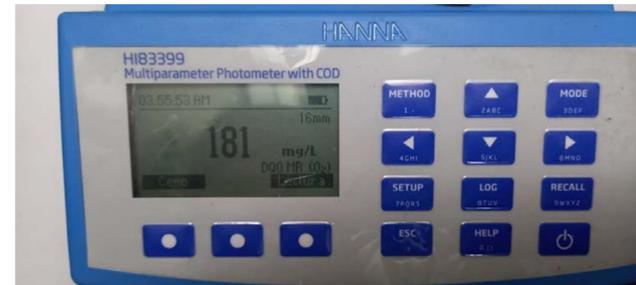
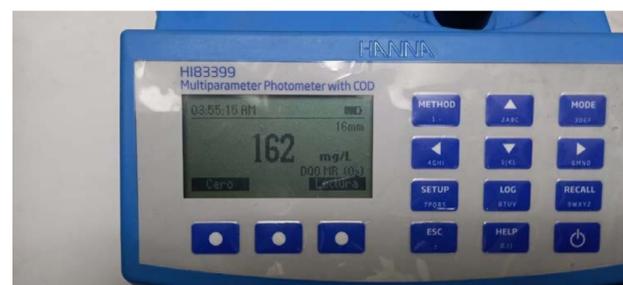
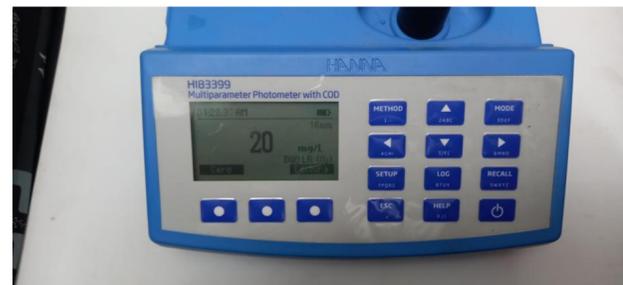
RE N°1.1 - Medición de blancos de prueba para estandarización de software de medición, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-100 mg por litro.

Respuesta: Se adjuntan las fotos probatorias de los blancos de prueba para la serie 0-100 mg/l con que se calibro el sensor en laboratorio.



RE N°2.1 - Pruebas con muestras reales que permitan comparar y calibrar el sensor de DQO desarrollado, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-250 mg por litro

Respuesta: Se adjuntan las fotos probatorias de los blancos de prueba para la serie 0-250 mg/l con que se calibro el sensor en laboratorio.



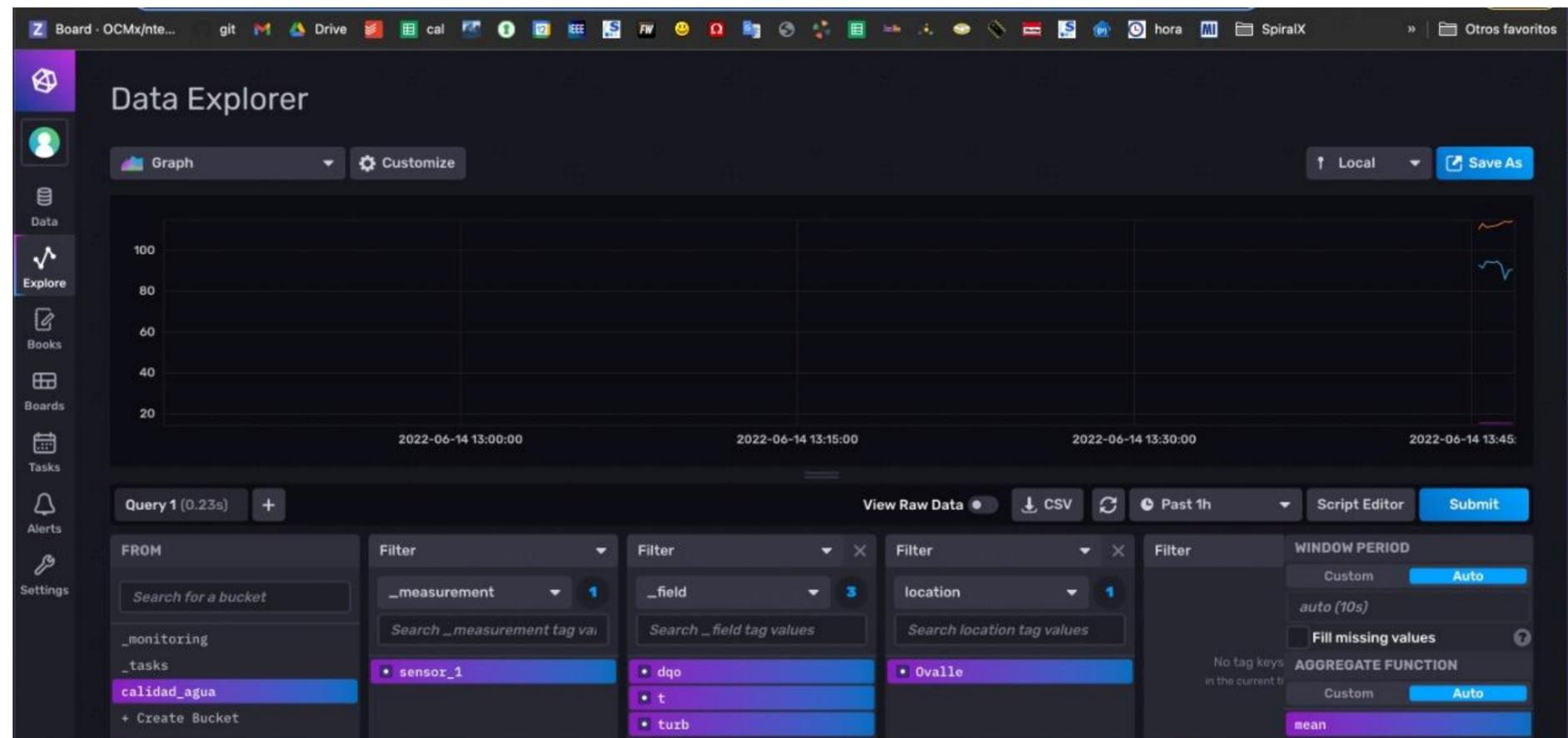
RE N°3.1 - Pruebas en terreno que permitan validar en un ambiente real los resultados y conocer las variables externas que puedan afectar los resultados de la medición, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-250 mg por litro. Además, sólo se declara un 90% de avance, sin detallar la justificación correspondiente.

Respuesta: Se adjuntan las fotos probatorias de trabajos realizados en una planta de tratamientos para validación en ambiente real. El 90% se refiere a que para que sea real debe ser en el cliente final, el cual ya se adjunto en el informe anterior los resultados.



RE N°3.2 - Calibración, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-250 mg por litro.

Con los datos tomados se sube un archivo csv al equipo para que registre el algoritmo lineal de cantidad de DQO vs UV ABSORVIDA, estas muestras de calibración son las mismas que se analizaron en el punto 2.1 de este informe. Acá muestra los primeros valores adquiridos.



RE N°4.1 - Realizar una venta de operación o monitoreo en línea de DQO a una Agroindustria de la Región de Coquimbo, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 1 venta.

Se acompaña factura y transferencia de MalPaso a i4phi SpA, empresa que prestó los servicios, como Anexo 2

2. *En relación con los siguientes anexos:*

a) *N°1- Respaldo electrónico: se solicita considerar toda la información generada en el marco de la iniciativa, dado que corresponde a la entrega final, esta entrega no permite determinar el 100% de cumplimiento de los resultados obtenidos, es decir, se indica “nos encontramos desarrollando una solución de medición de DQO”, por otra parte, no queda claro si el prototipo desarrollado permite cumplir con requerimientos como **(2.1) mecanismos de recolección de energía, (2.2) mecanismos para reportar datos hacia internet en zonas remotas, (2.3) asegurar que a pesar de la intermitencia en la conexión a internet los datos puedan ser respaldados temporalmente a la espera de la restitución de la conexión.** como los resultados de la evaluación completa del sistema en terreno, con generación de alerta cuando existan valores anómalos*

En la siguiente se dividió por cada punto para aclarar las consultas

2.1 Mecanismos de recolección de energía.

Acá se muestran los paneles solares que se probaron, los cuales no tienen la suficiente autonomía en distintas condiciones climáticas, las baterías se descargaban y dejaban de registrar, por lo que el técnico sugirió conectarse a la red. Por ser algo practico y que en cada toma de agua hay una bomba o motor es que se decidió dejar de usar los paneles. Cuando se conseguía un buen rendimiento cualquier suciedad o nubosidad provocaban un menor rendimiento del equipo completo



2.2 mecanismos para reportar datos hacia internet en zonas remotas.

Todos los datos fueron tomados por un router vía señal autónoma, el sistema también tiene una antena, pero el cliente no tenía la suficiente potencia por lo que se logró una mejora sustancial con este equipo.



2.3 Asegurar que a pesar de la intermitencia en la conexión a internet los datos puedan ser respaldados temporalmente a la espera de la restitución de la conexión.

El equipo cuenta con una memoria flash de 8 megas que funciona correctamente y no se perdió datos en ningún momento.



Además, de incluir respaldos de los informes emitidos al cliente, con su respectiva interpretación y recomendación. Por lo tanto, se solicita incluir información correspondiente.

Esto no será posible por confidencialidad de la información recolectada, solicitada por MalPaso.

No se incluyen anexos N°2, 3 y 4. Por lo tanto, se solicita incluir anexos correspondientes.

Son información que está contenida en el resto de anexos, por lo que volvimos a numerar todos los anexos, lo que no fue hecho anteriormente, para no cambiar el orden en que se envió con anterioridad.

N°5 – calibración y comparación de muestras: se solicita considerar toda la información generada en el marco de la iniciativa, dado que corresponde a la entrega final, esta entrega no permite determinar el 100% de cumplimiento de los resultados obtenidos , es decir, se indica “se está trabajando en el sistema de alimentación autónomo”, no se incorporan respaldos de los resultados finales asociados a la calibración del sistema en terreno.

Se trabajo en un sistema autónomo, se muestran las placas, se indica que no fue operacionalmente optimo para el proyecto, se muestran fotos de donde se calibro en terreno, se adjunta fotos con primeros datos obtenidos y el set de calibración. Con toda esta información trabajada fue donde el cliente y nos dimos cuenta los problemas del caso real. Todo esto consolida un ciclo de trabajo desde un diseño conceptual a una medición y venta con un cliente final, no existía experiencia previa en este sensor ya que es un caso de innovación.

N°6 – aclaraciones a carta UDP-A-N°1807, no queda clara la relación con el (los) resultado(s) esperado(s) correspondientes. Por lo tanto, se solicita aclarar este antecedente, considerando que esta carta se emitió en el marco de la revisión del Informe Técnico de Avance N°3.

Para calibrar en terreno se realizó en una planta de tratamiento que trabaja Ephi, donde los rangos de DQO varían de 0 a 250 mg/l, valores tradicionales. Según lo que indica el informe de avance 3 que se realizó anterior a ir a terreno se cumplió a cabalidad los resultados, ya que no tenía sentido aumentar el rango de calibración, cuando se fue a un cliente este cambió y se volvió a calibrar con los riles que entregó el cliente. Quedando super claro que lo propuesto se realizó según lo planificado, y aclarar que los datos conceptuales son eso, en terreno los datos, condiciones y requerimientos cambian.



N°7 – Alcance redes sociales, no se incorporan links de Instagram y Facebook. Por lo tanto, se solicita incluir información correspondiente.

Se hacen los ajustes al anexo correspondiente.

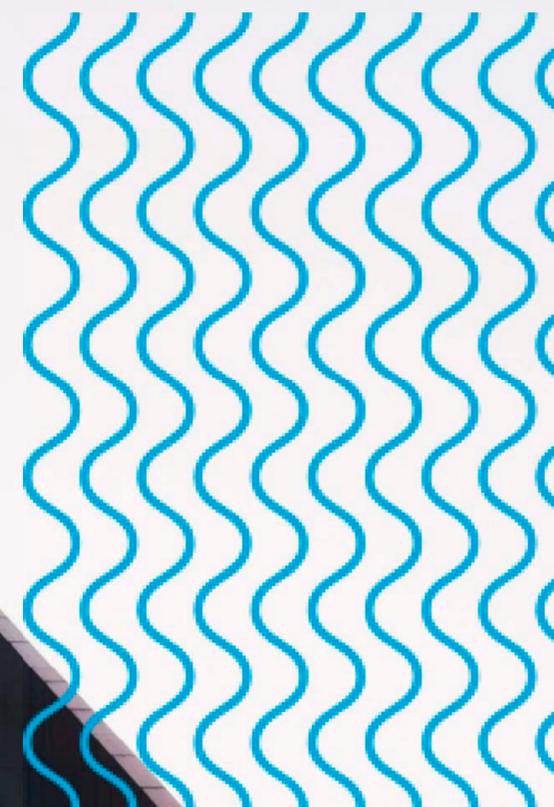
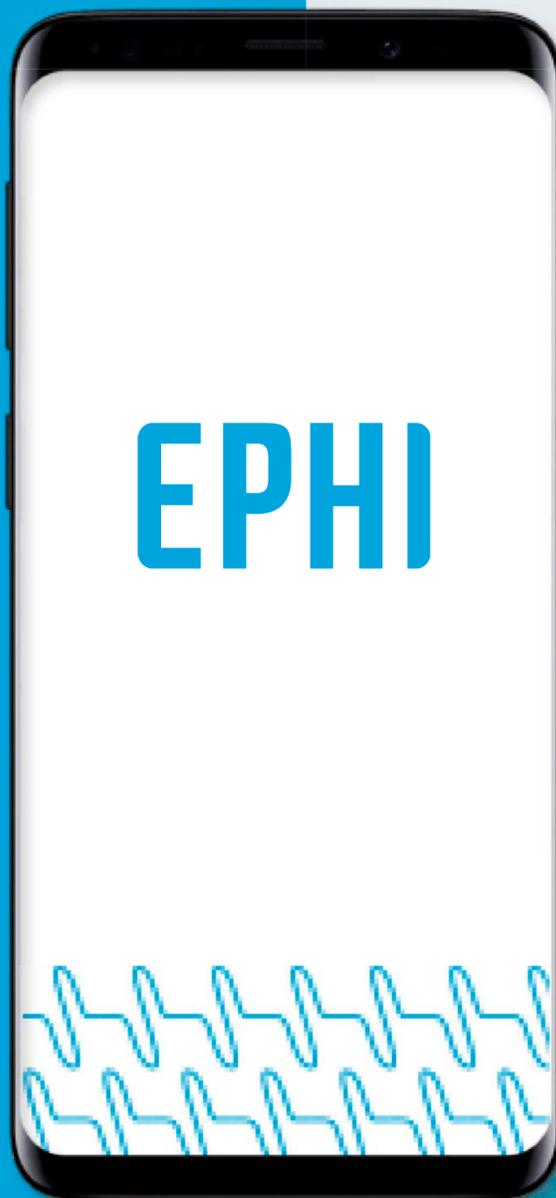
N°8 – Informe trabajo en terreno, se solicita considerar toda la información generada en el marco de la iniciativa, dado que corresponde a la entrega final, esta entrega no permite determinar el 100% de avance los resultados obtenidos, específicamente asociado a la meta (0-250 mg por litro) de los resultados esperados N°2.1 (Pruebas con muestras reales que permitan comparar y calibrar el sensor de DQO desarrollado), 3.1 (Pruebas en terreno que permitan validar en un ambiente real los resultados y conocer las variables externas que puedan afectar los resultados de la medición) y 3.2 (Calibración). Por lo tanto, se solicita incluir información correspondiente.

Se respondió con anterioridad en este informe las consultas, se incluyo los respaldos y cumplieron los objetivos de manera exitosa lo que se propuso. La venta de este tipo de equipos, aun cuando es prueba es sumamente complejo porque no existen análisis similares en el mercado.

CONTACTO

ephi.cl

Gonzalo Rosende
Gerente General



FIA

Informe de respaldo electrónico

ephi.cl



EPHI

INTRODUCCIÓN

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que, de acuerdo con la literatura, es un indicador de la calidad del agua. La regulación vigente recomienda su medición en línea como medida de supervisión y de alerta temprana de contaminantes sobre el recurso hídrico. Si bien existen sensores que permiten la medición de DQO, la digitalización de la información provista por el sensor, así como también llevar esta información a servidores en la nube y en tiempo real, son tareas que se ven dificultadas por el hecho de que estas mediciones deben ocurrir típicamente en lugares remotos y de difícil acceso para un mantenimiento y rescate de datos periódico.

En Ephi se encuentra en desarrollo una solución de medición de DQO que permite contar con este dato en la nube y en tiempo real. Este proceso ocurre de forma autónoma, gracias a la automatización de los procesos de adquisición, procesamiento y envío de datos hacia servidores, a través de algoritmos codificados en un microcomputador. Adicionalmente, la solución extrae energía mediante paneles solares y la almacena en baterías, habilitando así su instalación en lugares remotos, situación común en lugares donde se utilizará la solución. La solución cuenta con un sistema de desagüe de datos mediante red de celular, compatible con redes 2G, 3G y 4G.

INTRODUCCIÓN

La solución posee un sistema de respaldo de memoria, que frente a intermitencias de conexión con internet, permite guardar los datos de forma local y reportarlos de forma retroactiva una vez que se reestablece la conexión. Par acasos extremos, la solución puede capturar información de forma local durante años, y ofrece el desagüe local de datos de forma manual.

En lo que resta del documento se detalla la evolución de la solución y su estado de avance. También se describe en términos generales el plan de trabajo actualizado, con actividades conducentes a la validación del prototipo en condiciones de terreno.

EVOLUCIÓN DE LA SOLUCIÓN Y ESTADO DE AVANCE DEL PROTOTIPO EPHI-DQO

A la fecha se han desarrollado tres prototipos para validar distintos aspectos de la solución de medición en línea de demanda química de oxígeno.

Prototipo Ephi V1.0

El primer prototipo desarrollo consistió en un sistema para validar tecnología de medición y de digitalización de variables analógicas, así como también para validar una plataforma de bajo costo para el procesamiento datos digitalizados, generación de información de valor y su envío mediante comunicación inalámbrica en un ámbito local menor a 100 metros (ver imagen 1). El prototipo se centra en el microcontrolador esp32, de la compañía Expressif, con capacidades de conectividad mediante WiFi y bluetooth low energy (BLE). Estas interfaces de comunicación inalámbricas permiten el desagüe de información en un ámbito local. Si bien este primer prototipo permite rescatar variables analógicas y reportarlas a Internet, la certificación de estos datos medidos no está garantizada. Contar con una medida certificada de la variable de DQO es importante para

asegurar que los datos capturados e información extraída de estos tenga una validez física y por tanto de valor científico y en consecuencia legal. Adicionalmente, este primer prototipo dejó en evidencia varios requerimientos funcionales, tales como

- i) La inexistencia de fuentes de alimentación cableada en los lugares de medición y por tanto la necesidad de contar con mecanismos de recolección de energía,
- ii) la necesidad de contar con mecanismos para poder reportar datos hacia internet en zonas remotas y
- iii) iii) asegurar que a pesar de intermitencia en la conexión a internet, los datos puedan ser respaldados temporalmente a la espera de la restitución de la conexión.

Este último punto es de especial importancia, considerando que la evolución temporal de eventos de contaminación de recursos hídricos puede manifestarse de forma esporádica y en espacios tiempo de relativa corta duración. Así, contar con un sistema de medición continua, robusto a intermitencias de fuentes de energía y de comunicaciones, es vital para la supervisión efectiva de la calidad del recurso hídrico.

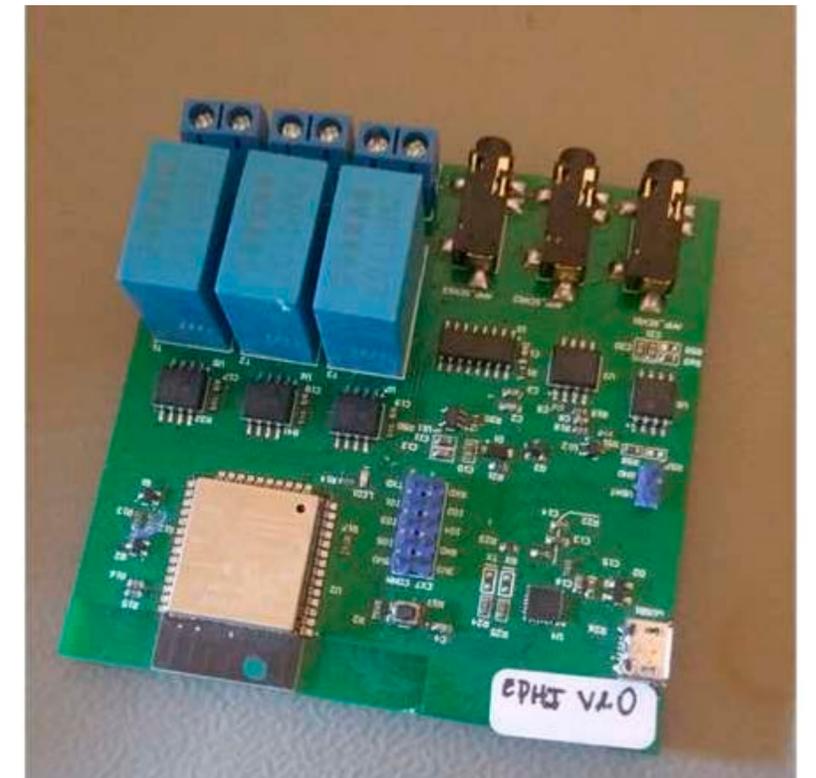


Imagen 1: Prototipo Ephi V1.0

Prototipo Ephi V1.2

El segundo prototipo desarrollado permitió ensayar un sistema de carga de baterías y regulación de energía a los distintos voltajes requeridos por la solución (ver imagen 2). Adicionalmente se revisaron distintas alternativas como lenguaje de programación para describir el firmware o programa que gobierna el funcionamiento del dispositivo.

En cuanto al sistema de carga de baterías, se puede mencionar que el sistema permite la carga de baterías recargables de tecnología litio – ion en formato 18650. El formato escogido para las baterías es ampliamente utilizado en diversos dispositivos y por tanto es de alta disponibilidad y bajo costo en el mercado nacional. Esta tecnología opera bien dentro de rangos de temperaturas de -5°C y 60°C , condiciones ambientales normales para los escenarios objetivos de la tecnología hídrico.

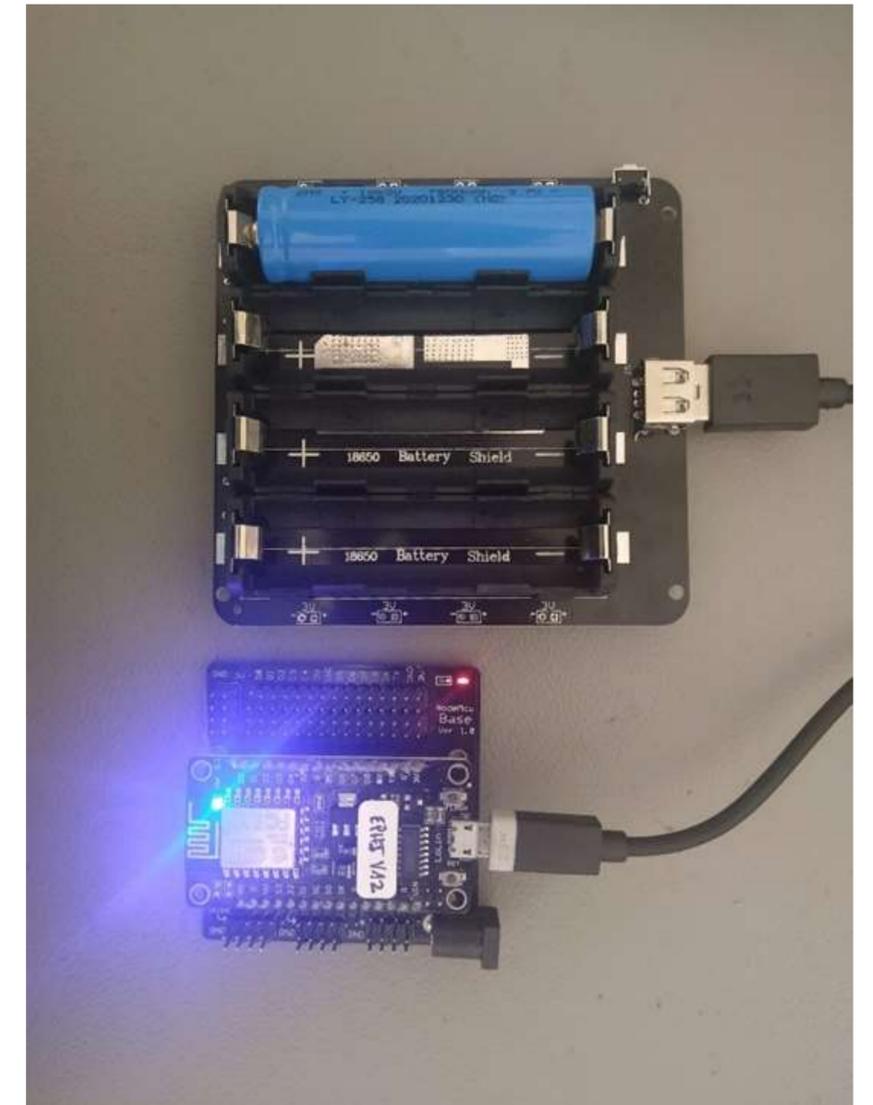


Imagen 2: Prototipo Ephi v2.0

El banco de baterías permite albergar energía por sobre los 30 Ah, que, de acuerdo con el nivel de demanda de energía de la solución, permitiría una operación de forma autonomía de entre 5 a 7 días sin entradas de energía adicional. Cabe destacar que el sistema de carga posee un puerto de entrada para conectar un panel solar u otro sistema de generación de energía y por tanto de haber entradas de energía, el sistema puede funcionar de forma autónoma de forma indefinida. Para la solución en desarrollo se determinó que un presupuesto de potencia promedio adecuado es de 1 Watt. Los paneles solares o fuente de energía externa deben proporcionar al menos 2W en promedio. Si bien, los ensayos sobre el sistema de carga se realizaron con fuentes de laboratorio como fuente de energía, paneles con capacidad de generación de 10W fueron ya adquiridos adquiridos y ya se encuentran en camino a Chile para su pronta integración y evaluación funcional en conjunto con el sistema completo.

Se revisaron dos lenguajes de programación de acuerdo con los siguientes criterios:

1) Facilidad y agilidad en el desarrollo: Es necesario prototipar las funcionalidades del sistema de forma rápida y económica. Si bien existen lenguajes de programación que ofrecen un mayor performance y eficiencia, el costo asociado a encontrar recursos humanos especializados en dichos lenguajes es elevado. Además, si bien es necesario realizar capturas en tiempo real, para la aplicación en cuestión, las constantes de tiempo de los fenómenos físicos a observar son del orden de segundos o incluso minutos para algunas variables

Puede parecer que estas constantes de tiempo son pequeñas, sin embargo, los microcomputadores y microcontroladores actuales operan a frecuencias por sobre 1 millón de ciclos por segundo, permitiendo por tanto cientos de miles de operaciones entre mediciones. En consecuencia, la eficiencia final del código no es tan importante, como si la velocidad y agilidad de programación, y desde un punto de vista económico, poder encontrar programadores a un relativo bajo costo que realizar mejoras continuas al sistema en el futuro.

2) Popularidad de lenguaje de programación y respaldo de una comunidad activa de desarrolladores: En los últimos años, el desarrollo de software ha seguido una tendencia hacia la apertura de códigos fuentes, tendencia conocida como código libre. La comunidad de desarrolladores es hoy mucho más colaborativa y esto ha permitido acelerar el desarrollo de lenguajes de programación y aumentar sus potencialidades. Se recomienda privilegiar lenguajes de programación ampliamente utilizados por la comunidad de desarrolladores. Programar en microcomputadores, conocidos como sistemas embebidos, puede resultar complejo debido a la existencia de diversos problemas técnicos que requieren de soluciones particulares, muchas veces poco o mal documentadas. Por lo mismo es esencial contar con una comunidad, que probablemente ya haya enfrentado estos problemas con anterioridad y mediante foros hayan encontrado, no una, sino que varias alternativas de solución. Este conocimiento es clave para lograr alcanzar el desarrollo de soluciones tecnológicas a tiempo.

Se revisaron los siguientes lenguajes de programación:

- 1) Arduino:** Arduino es una plataforma de desarrollo completa, que considera un lenguaje de programación derivado de C++, y hardware o dispositivos basados en microcomputadores con periféricos, cuyos drivers han sido ya desarrollados y se encuentran disponibles mediante librerías de fácil integración y uso. Esto permite a los desarrolladores de aplicaciones basadas en esta plataforma, enfocar los esfuerzos en desarrollar funcionalidades de la aplicación, más que en resolver detalles técnicos de bajo nivel. Cuenta con una gran comunidad activa de desarrolladores y el lenguaje de programación ha sido diseñado para su fácil comprensión. Es una buena alternativa que equilibra bien un desarrollo rápido, ágil y puede correr en plataformas de bajo costo. Está bien para aplicaciones de relativa baja y mediana complejidad. Sin embargo, en la medida que es necesario ejecutar sistemas más complejos, con actividades concurrentes, se hace necesarios conocimientos específicos en C++, así como un manejo más eficiente de recurso de procesamiento, que es fundamentalmente reducido en dispositivos como microcontroladores. Estos requerimientos específicos tienen un costo creciente en el mercado de desarrolladores y por tanto implican un riesgo para un sistema que pueda requerir de soluciones más complejas en un futuro.

- 2) **Python:** Si bien Arduino se ha popularizado en microcontroladores, Python ha venido ganando popularidad en la comunidad de desarrolladores en general. Python es un lenguaje interprete, es decir, no requiere de compilación y por tanto los ciclos de validación son rápidos y adecuados para un rápido prototipado de soluciones de software. Es un lenguaje de programación en crecimiento y es utilizado para el desarrollo de paginas web, para programación de algoritmos y scripts de procesamiento de datos basados en inteligencia de máquina. Recientemente, ha sido adaptado para ser utilizado en microcontroladores, con capacidades de cómputo muy reducidas. Esta variante de Python se conoce como microPython y está adquiriendo popularidad en la comunidad de desarrolladores de Arduino, que ven en este nuevo lenguaje la flexibilidad y facilidad de lectura del código, que muchas veces se ve comprometida a la hora de desarrollar sistemas más complejos. Por otra parte, el mercado de oferta de programadores en Python es mucho más amplio que el de Arduino basado en C++.

3) Otros lenguajes: Se revisaron también otros lenguajes de programación para sistemas embebidos, tales como Lua, Verilog (para sistemas basados en FPGA). Si bien Lua posee una comunidad activa, su tamaño relativo es pequeño a la comparación con la comunidad de Python y Micropython. Respecto de Verilog, si bien permite la implementación de sistemas en tiempo real con constantes de tiempo por debajo de los milisegundos o microsegundos en algunos casos, la complejidad adicional para lograr las mismas funcionalidades que con lenguajes como Arduino o Python no se justifican para la aplicación en cuestión. Verilog es un lenguaje de descripción de hardware y puede tener cabida en otros desarrollos futuros en Ephi, como, por ejemplo, para el procesamiento en tiempo real de imágenes de agua y extracción de información en escalas de tiempo relativamente pequeñas, procesos que serían imposibles o tardarían de mucho tiempo en realizarse en un microcomputador.

Tras revisar las distintas alternativas y criterios de selección, se decidió utilizar Python como lenguaje de programación. Si bien Arduino extendido de C++ se presenta como una buena alternativa, se considera conveniente poner esfuerzos en una plataforma que permite hoy en día lograr los mismos resultados con menor esfuerzo y a un menor costo. Los niveles de eficiencia logrados con desarrollos en Python, si bien son inferiores a los potencialmente alcanzables con C++, son más que suficientes para la aplicación en desarrollo.

Prototipo Ephi V 2.0

El prototipo funcional Ephi v1.2 se extendió y mejoró para dar vida al prototipo Ephi v2.0. El prototipo Ephi v2.0 se encuentra actualmente en etapa de desarrollo y validación de algunas de sus funciones. El prototipo v2.0 implementa soluciones a las necesidades dos últimas necesidades descubiertas durante validaciones en primer prototipo Ephi v1.0, correspondientes a

- necesidad de posibilidad de reporte de datos hacia servidores Ephi desde zonas remotas y
- necesidad de robustez de la solución para asegurar que no ocurran pérdidas de datos durante periodos de intermitencia en las comunicaciones.

La solución planteada para el sistema de comunicaciones se basa en un módem Celular, compatible con las redes 2G, 3G y 4G, principales redes celulares disponibles en el país (ver imagen 3). Si bien el módem escogido posee un consumo energético relativamente bajo respecto de otros módems comerciales, su consumo sigue siendo alto respecto de otras partes de la solución. Por tanto, su utilización de forma continua comprometería la autonomía energética de la solución y haría necesario contar con un banco de baterías y paneles más grande, incrementando el costo de la solución.

Es importante destacar que si bien la captura de datos debe ocurrir en tiempo real y no es aceptable una pérdida de datos, no es estrictamente necesario que esta información esté disponible en el servidor de forma inmediata en la medida que no se detecten eventos anómalos. Solo es importante y crítico contar con esta información cuando se detecten dichos eventos. Como solución al requerimiento energético excesivo por parte del modem propuso un circuito de control basado en un Relé que permite habilitar o interrumpir la alimentación al modem. En operación normal el modem se encontrará apagado y el resto del sistema capturará datos, los procesará y los mantendrá en memoria. De forma periódica se armará un reporte para ser enviado típicamente cada 1 hora hacia servidores de Ephi. Solo en el momento de enviar información hacia el servidor se habilitará la energía en el módem y por tanto, en promedio, el consumo energético producto del modem se reduce de forma importante y el sistema completo puede seguir operando de forma indefinida. Ensayos preliminares muestran que el proceso de encendido, conexión del modem y envío de un reporte de tamaño típico ocurre en menos de 1 minuto. Luego el consumo promedio, considerando un reporte cada 1 hora, se reduce en un factor 60. Cuando el sistema de procesamiento detecte valores anómalos en los valores medidos se generará una alerta y se aumentará la frecuencia de reportes a 5 min.

El modem escogido requiere de un voltaje de alimentación de 12V. Dado que el sistema de carga y regulación de energía desarrollado solo regula a 5.0 y 3.3 Volts. Se incorporó un regulador elevador de tensión para generar este voltaje (bloque STEP UP 12V).

Todo el sistema es controlado por un micro-computador, que corre un sistema operativo Linux y permite su programación en Python. El micro-computador posee capacidades adecuadas para el desarrollo de la solución actual, así como también para la incorporación de mejoras en el mediano y largo plazo. Al computador se le incorporan cuatro módulos. Dos de ellos corresponden a adaptadores de interfaces para comunicarse con sensor de DQO (485 to uart adapter) y para comunicarse con el módem celular (SPI to ethernet adapter). Los dos módulos restantes corresponden a un reloj de tiempo real (RTC) y una memoria flash (flash memory). El módulo RTC lleva un registro del tiempo actual respaldado con batería propia, característica necesaria para no perder la noción del tiempo durante reinicios del sistema o bien debido a desconexión de internet. Cada medición realizada desde el sensor es acompañada por una marca o timestamp de tiempo, dimensión temporal necesaria para el estudio de los datos y su correlación con otros eventos capturados por otras fuentes de información que puedan explicar eventos de anomalías o contaminación del recurso hídrico bajo observación. Por su parte, la memoria flash permite el almacenamiento de datos capturados e información derivada de estos de forma temporal, permitiendo concentrar datos e información en un reporte único para ser enviado de forma periódica.

El resto de los bloques corresponde al sistema de captura de energía desde un panel solar (solar charger). Desde la batería se regulan voltajes de alimentación de 5V0 y 3V3, necesarios para los distintos bloques del sistema.

Cada bloque se implementa en una tarjeta independiente (imagen 4). Los módulos electrónicos implementan las funcionalidades de cada bloque. Estos bloques se interconectan mediante conductores para distribuir señales analógicas y digitales, así como también la energía necesaria para su operación. En conjunto los módulos conforman la solución electrónica para el tercer prototipo Ephi V2.0.

Junto con el diseño de la electrónica está contemplado y aún en desarrollo una solución de encapsulamiento mecánica con conectores de fácil manipulación e instalación y protección contra agua y polvo IP 67 (ver imagen 5). Los criterios de diseño del encapsulamiento y su implementación son los siguientes:

1. El encapsulamiento de la solución debe proteger a la electrónica de condiciones de humedad, lluvias, polvos y radiación solar encontradas en lugares de instalación (IP 67 o superior).
2. El factor de forma del encapsulamiento debe permitir su fácil instalación o sujeción a infraestructura ya existente, típicamente a través de pernos-
3. Tanto el sensor de DQO, así como también el panel solar deben conectarse a través de conectores de panel instalados en el encapsulamiento. Estos conectores deben ser también adecuados para las condiciones ambientales en lugar de instalación (IP 67 o superior).

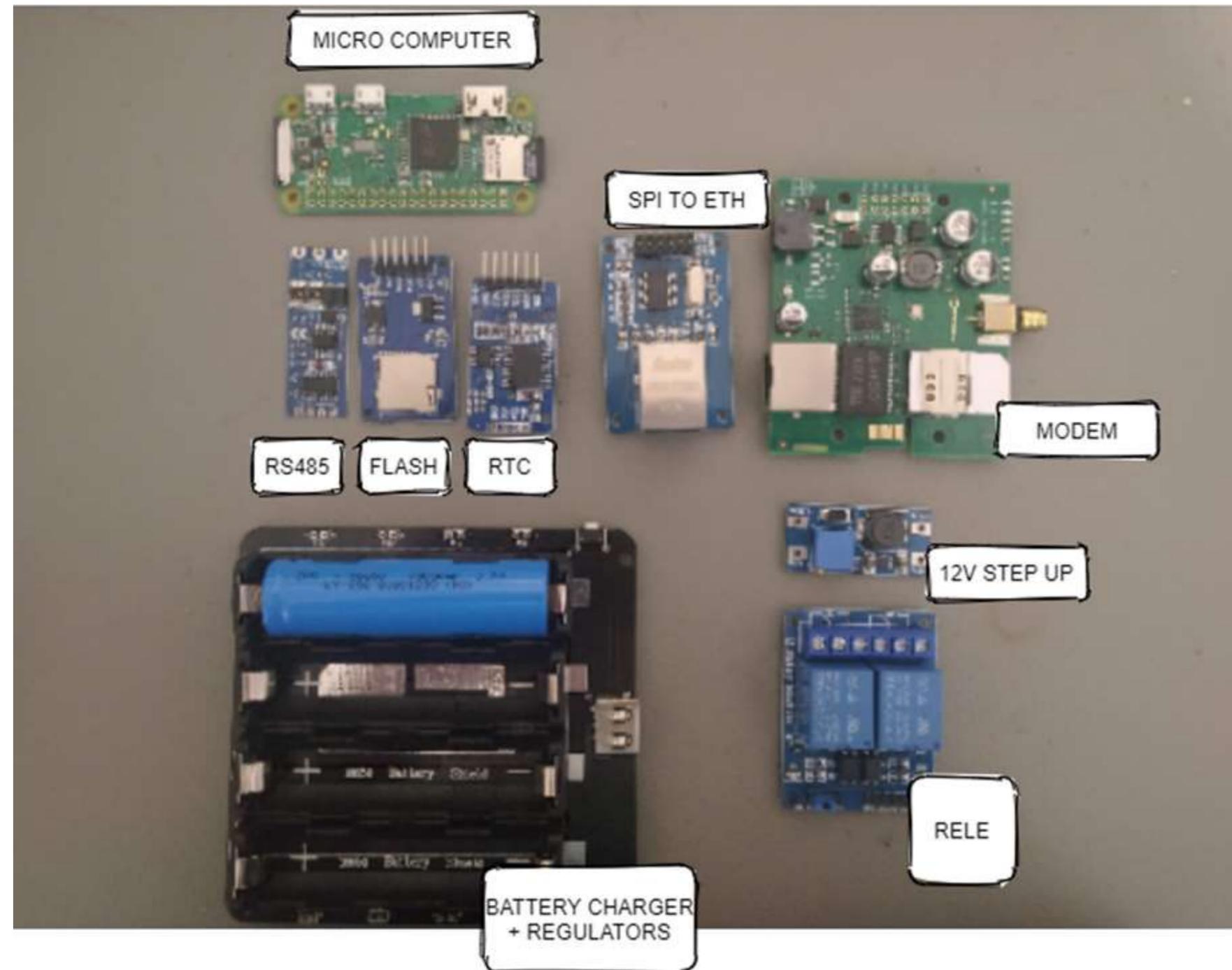


Imagen 4: Prototipo Ephi V2.0 - implementación del sistema

La información capturada en servidores de Ephi ubicada en la nube será presentada mediante gráficos que permitan conocer tanto el estado actual de las variables del sistema, así como también una visión histórica de la evolución de estos datos.



imagen 5: Prototipo Ephi V2.0 - conectores impermeables

2. *En relación con los siguientes anexos:*

a) *N°1- Respaldo electrónico: se solicita considerar toda la información generada en el marco de la iniciativa, dado que corresponde a la entrega final, esta entrega no permite determinar el 100% de cumplimiento de los resultados obtenidos, es decir, se indica “nos encontramos desarrollando una solución de medición de DQO”, por otra parte, no queda claro si el prototipo desarrollado permite cumplir con requerimientos como **(2.1) mecanismos de recolección de energía, (2.2) mecanismos para reportar datos hacia internet en zonas remotas, (2.3) asegurar que a pesar de la intermitencia en la conexión a internet los datos puedan ser respaldados temporalmente a la espera de la restitución de la conexión.** como los resultados de la evaluación completa del sistema en terreno, con generación de alerta cuando existan valores anómalos*

En la siguiente se dividió por cada punto para aclarar las consultas

2.1 Mecanismos de recolección de energía.

Acá se muestran los paneles solares que se probaron, los cuales no tienen la suficiente autonomía en distintas condiciones climáticas, las baterías se descargaban y dejaban de registrar, por lo que el técnico sugirió conectarse a la red. Por ser algo práctico y que en cada toma de agua hay una bomba o motor es que se decidió dejar de usar los paneles. Cuando se conseguía un buen rendimiento cualquier suciedad o nubosidad provocaban un menor rendimiento del equipo completo



2.2 mecanismos para reportar datos hacia internet en zonas remotas.

Todos los datos fueron tomados por un router vía señal autónoma, el sistema también tiene una antena, pero el cliente no tenía la suficiente potencia por lo que se logró una mejora sustancial con este equipo.



2.3 Asegurar que a pesar de la intermitencia en la conexión a internet los datos puedan ser respaldados temporalmente a la espera de la restitución de la conexión.

El equipo cuenta con una memoria flash de 8 megas que funciona correctamente y no se perdió datos en ningún momento.



Cómo comunicarte
con nosotros ?

CONTACTO

ephi.cl

Gonzalo Rosende
Gerente General

Gustavo Rosende
Gerente Comercial



FIA

Informe técnico de calibración, y comparación de muestras

ephi.cl



EPHI

INTRODUCCIÓN

Este informe técnico esta realizado como respaldo a la información solicitada por FIA para el proyecto de sensorizaciomm de DQO.

En la imagen adjunta se pueden visualizar el equipamiento necesario para realizar las pruebas en laboratorio y con ello calibrar con distintas muestras y distintos DQO el sensor digital diseñado y creado por EPHI.

Además se esta trabajando en el sistema de alimentación autónomo mediante placas solares las cuales no se ha logrado estabilizar por motivos de intermitencias en el sistema de almacenamiento desde la placa solar a el hardware del sensor.



Imagen 1: Equipamiento proyecto

EQUIPAMIENTO DE CALIBRACIÓN

En estas fotos queda el respaldo de la sonda que se fabrico, el fotómetro para comprar los datos y el tipo de viales que se están usando.

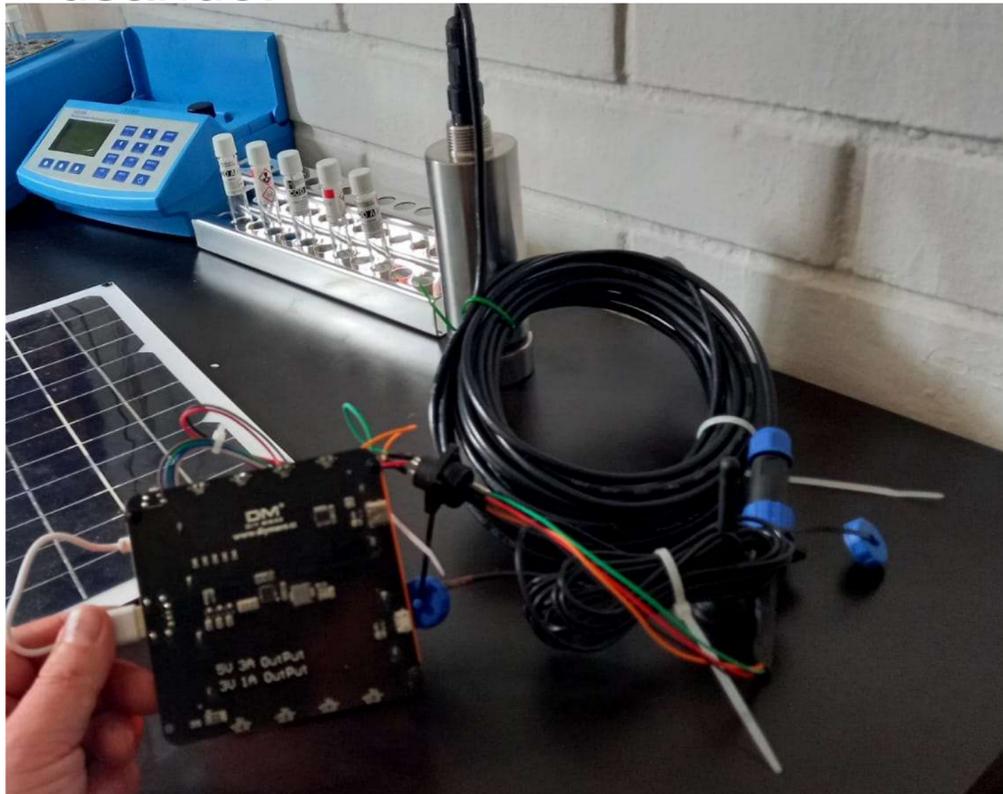


Imagen 2: Sonda y hardware



Imagen 3: Fotómetro de DQO

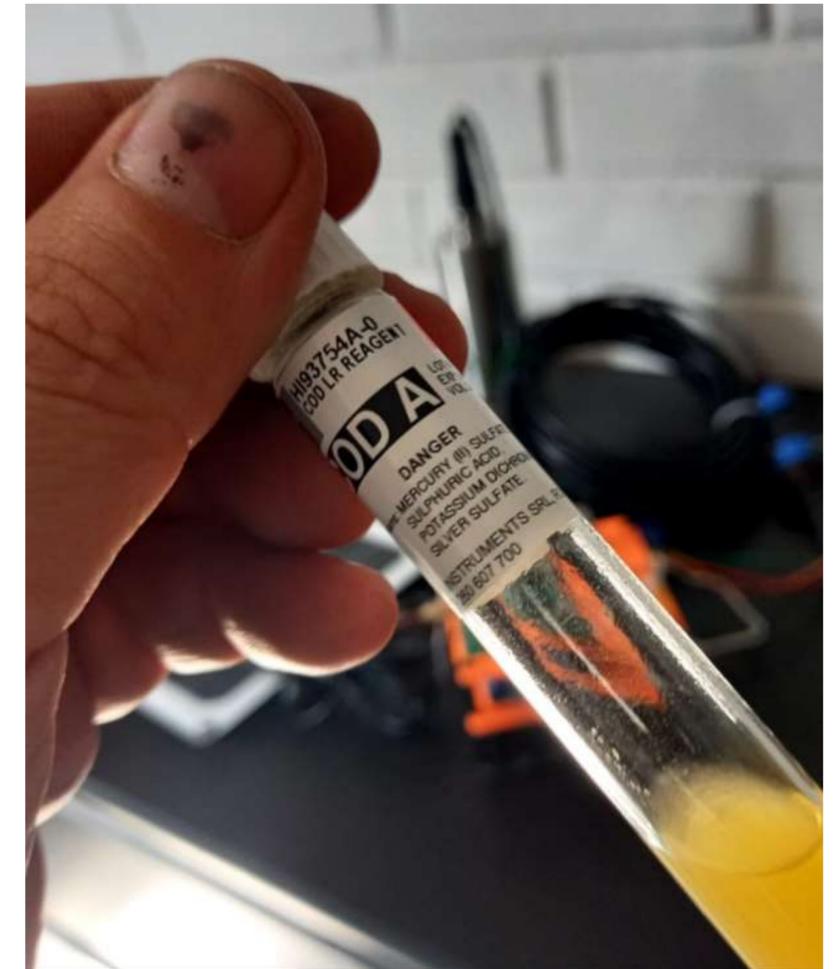
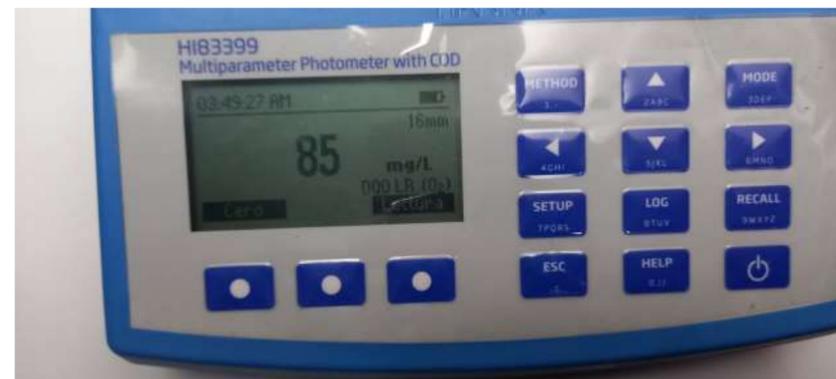
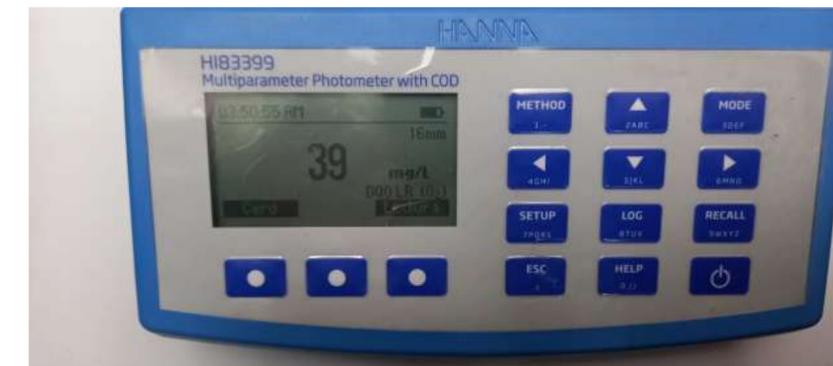
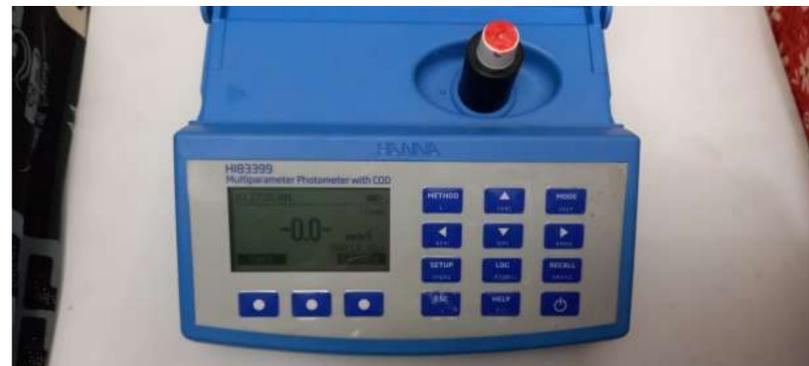


Imagen 4: Vial de DQO

RE N°1.1 - Medición de blancos de prueba para estandarización de software de medición, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-100 mg por litro.

Respuesta: Se adjuntan las fotos probatorias de los blancos de prueba para la serie 0-100 mg/l con que se calibro el sensor en laboratorio.



RE N°2.1 - Pruebas con muestras reales que permitan comparar y calibrar el sensor de DQO desarrollado, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-250 mg por litro

Respuesta: Se adjuntan las fotos probatorias de los blancos de prueba para la serie 0-250 mg/l con que se calibro el sensor en laboratorio.



Interfaz de monitoreo

Para medir las señales que el sensor esta registrando, se esta realizando online por un sistema estándar desde el protocolo de transmisión al una base de datos que almacena la información.

Estos son datos registrados por el sensor de Ephi y que se están calibrando, como se puede observar la función aun no esta terminada ya que el DQO parte en 40 mg/l, con distintos Riles que se recolectan se podrá ajustar a 0 mg/l a 1000 mg/l que son los valores mas tradicionales de medición de aguas.



Imagen 5: Monitor de señales

RE N°3.2 - Calibración, no existen respaldos asociados al cumplimiento de la meta 0-250 mg por litro.

Con los datos tomados se sube un archivo csv al equipo para que registre el algoritmo lineal de cantidad de DQO vs UV ABSORVIDA, estas muestras de calibración son las mismas que se analizaron en el punto 2.1 de este informe. Acá muestra los primeros valores adquiridos.

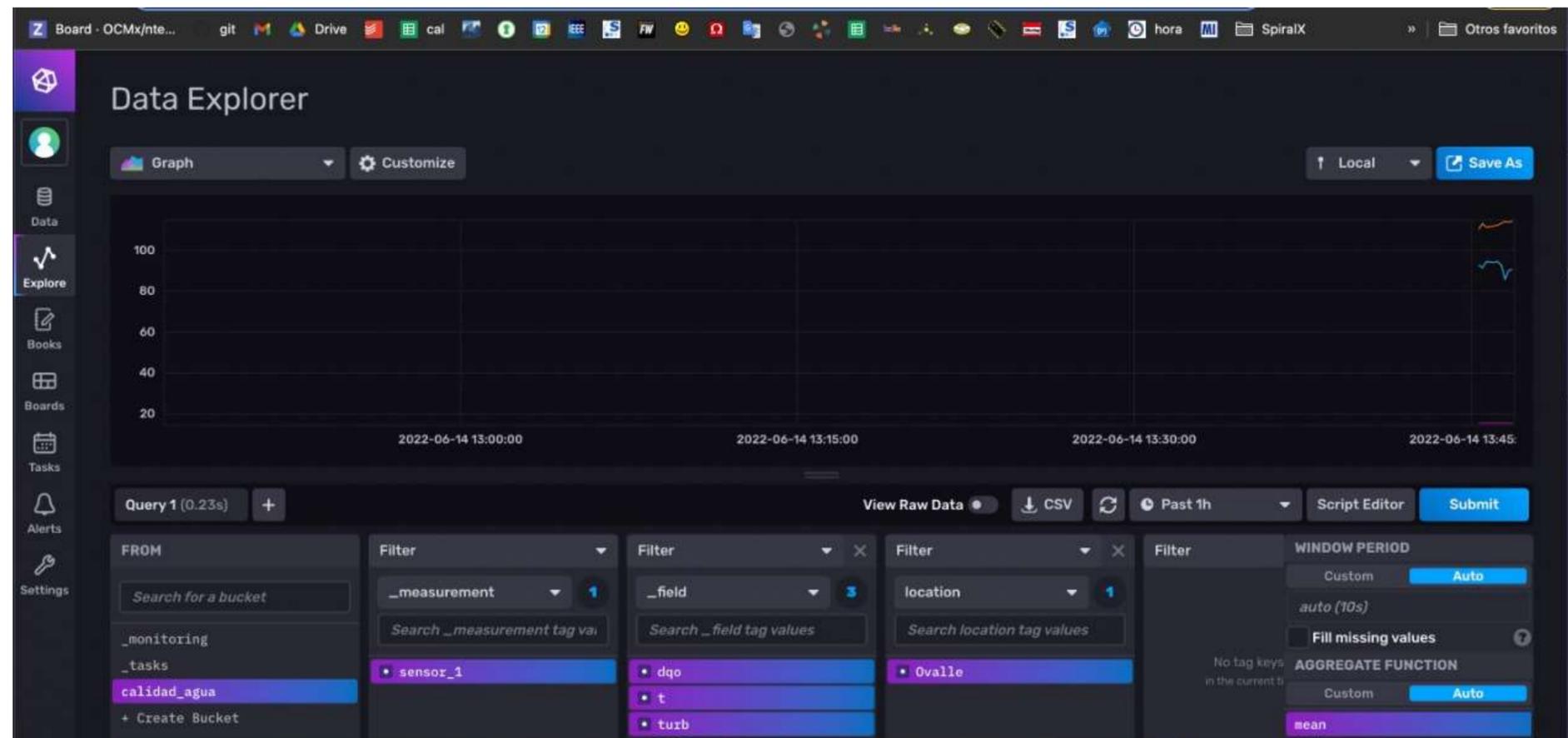
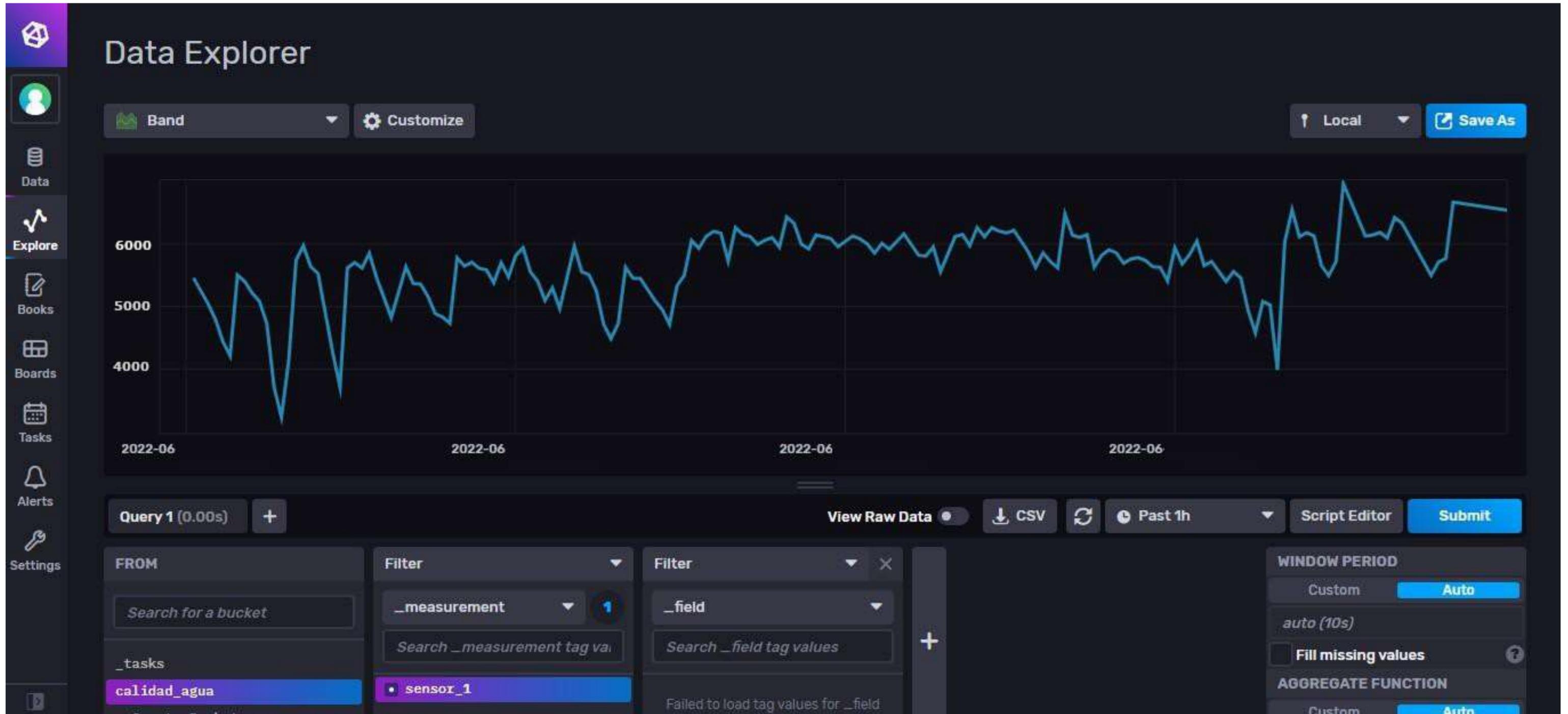


TABLA N°1 MONITOREO TOTAL DQO



CONCLUSIÓN

Se esta avanzado en la parte mas compleja técnicamente, que corresponde a poder ajustar todo el desarrollo teórico y la construcción de los prototipos , la elección de los mejores sistemas y interfaz a problemas prácticos, gracias a la expertiz de nuestro ingeniero electrónico que tiene un doctorado en sistemas electrónicos, es que pudimos incorporar la turbiedad y con ello se “piensa” que se podrán relacionar con ruido en las señales de espectrofotometría que se puedan capturar.

Una vez realizado las validaciones en laboratorio lo ideal seria terminar con la calibración en terreno, ya que el DQO va variado en el tiempo por descomposición de la materia orgánica y ese ajuste es lo que nos permite diferenciar en la medición en “tiempo real” con carácter puntual, ya que por efecto de la dilución no es necesario almacenar datos con diferencia de segundos.

Cómo comunicarte
con nosotros ?

CONTACTO

ephi.cl

Gonzalo Rosende
Gerente General

Gustavo Rosende
Gerente Comercial

