minsait

An Indra company

INFORME DE MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN

Implementación de Sistema Oblysis en EDAR Tamaraceite

Julio 2021

emalsa

Toda la información contenida en el presente documento y sus anexos, tiene carácter confidencial, y sólo puede ser utilizada con el fin de ser evaluada por el destinatario (sea cliente, proveedor, colaborador, *partner*, etc.) de la misma y a los solos efectos de conducir los tratos comerciales, o de otra naturaleza, que motivan el envío del documento (en lo sucesivo, el "Propósito").

La información aquí presentada es propiedad de la sociedad del grupo controlado por Indra Holding TI, S.L.U. que suscribe el presente documento (en lo sucesivo, "Minsait"), y es constitutiva de secreto empresarial (también denominado en determinadas jurisdicciones, secreto comercial), y además, puede estar protegida por derechos de autor, derechos afines, patente, modelo de utilidad y/o diseño industrial por lo que queda terminantemente prohibida su divulgación y/o transmisión a terceros sin el permiso previo, expreso y por escrito de Minsait.

Se limitará al máximo el acceso a la información confidencial por parte del personal del destinatario de la misma, o del personal de aquellos terceros a los que Minsait haya autorizado a acceder a la información confidencial, limitándose únicamente a aquellas personas cuyo acceso resulte estrictamente necesario, y debiendo el destinatario de la información confidencial garantizar que informa a dichas personas del carácter confidencial y propietario de la información así como del Propósito, asegurando que dicho personal trata la información confidencial única y exclusivamente para el Propósito, y absteniéndose de toda divulgación. Una vez finalizado o concluido el Propósito, el cliente debe restituir a Minsait toda la información confidencial sin conservar ninguna copia de la misma, no pudiendo utilizar de ninguna manera, ni para ningún fin la información confidencial y/o propietaria facilitada por Minsait salvo que haya sido autorizado para ello previa y expresamente por escrito por Minsait.

El destinatario de la información confidencial, después de finalizado el Propósito, no podrá utilizar de ninguna manera ni para ningún fin la información confidencial y/o propietaria facilitada por Minsait.

Copyright © 2020 Minsait. Todos los derechos reservados. España

Contenido

1 Introducción 5
2 Resumen ejecutivo 5
3 Glosario 8
4 Descripción del proyecto 9
5 Descripción de la instalación 9
6 INTENCIÓN DE LA MME 11
6.1 Descripción de la Medida de Mejora de Eficiencia (MME) 11
6.2 Propósito de Ahorro de Energía y Reducción de la Producción de Fangos 12
6.3 Inventario de Equipos Afectados 12
6.4 Ahorros Esperados 12
6.5 OPCIÓN DEL IPMVP Y FRONTERA DE MEDICIÓN 14
7 DEFINICIÓN DE LINEA BASE 14
7.1 Identificación del Periodo de Línea Base Energía 14
7.1.1 Datos de Consumo de Energía de Línea Base 14
7.1.2 Datos de Variables Influyentes en el Consumo de Energía 15
7.2 Datos de Producción de Fangos de Línea Base 16
7.2.1 Cálculo de Materia Seca 16
7.3 Condiciones de Operación y Factores Estáticos 18
7.3.1 Infraestructura Volumétrica 18
7.3.2 Condiciones de Operación 18
7.3.3 Dispositivos de Suministro de Aire 18
7.3.4 Deshidratación de Lodos 19
7.4 Efectos Interactivos 19
8 PERIODO DE REPORTE 19
9 BASES DE AJUSTE 19
10 METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y ANÁLISIS DE AHORROS 19
10.1 Procedimiento y Metodología 19
10.1.1 Modelos De Regresión Lineal 19
10.1.2 Verificación de Validez del Modelo de Línea Base 20
10.2 Línea Base de Energía 22
10.3 Determinación del Modelo de Línea Base 22
10.4 Consideraciones de Validez del Modelo de Línea Base 24
10.5 Ajustes Rutinarios 24
10.6 Ajustes No Rutinarios 25
10.7 Cálculo de Ahorros o Consumo de Energía Evitado 25

11 TARIFA ELÉCTRICA Y PRECIOS APLICABLES 25
12 EVALUACIÓN DE RESULTADOS 26
12.1 Definición del Periodo de Reporte 26
12.2 Datos de Consumo de Energía 27
12.3 Datos de Producción de fango 28
12.4 Datos de Variables Independientes 29
12.5 Inspección de Factores Estáticos 30
12.6 Cálculo y Verificación de Ahorros 30
13 MEDICIÓN Y VERFICIACIÓN DE PARÁMETRO DEL EFLUENTE 33
13.1 DBO5 33
13.2 Nitratos ..... **¡Error! Marcador no definido.**
13.3 Conductividad 35
13.4 DQO 34
13.5 Amonio 35

1 Introducción

El presente documento ha sido desarrollado para informar sobre el desempeño a nivel energético, a nivel de producción de fango y a nivel operativo, resultante de la implementación del Sistema Oblysis, un sistema para la optimización del tratamiento biológico de aguas residuales basado en el proceso de transformación de lodos activos en lodos granulares, en la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Tamaraceite en Las Palmas de Gran Canaria, España.

Se ha tomado como referencia los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación, IPMVP por sus siglas en Ingles, sin embargo, no reemplaza el desarrollo del Plan de M&V o los Reportes de M&V establecidos por dicho protocolo.

El sistema Oblysis fue instalado en la EDAR de Tamaraceite el mes de abril de 2021, realizándose la instalación en dos días. El proyecto tiene una fase inicial, ya finalizada, de 3 meses, siendo la duración completa de este de 5 años en total.

Se detallará a lo largo del informe todos los aspectos relevantes respecto a la caracterización de los principales elementos para la verificación del correcto funcionamiento del sistema Oblysis, es decir, ahorros energéticos, ahorros de fangos y mejora operativa.

2 Resumen ejecutivo

El proyecto parte de los datos proporcionados por el equipo de EMALSA en la EDAR de Tamaraceite, España. Los datos aportados fueron la base para la caracterización de la línea base de acuerdo con los estándares y protocolos internacionales.

El proyecto se realizó en una EDAR de pequeñas dimensiones, siendo estas instalaciones de Tamaraceite un lugar adecuado para la solución Oblysis, es decir, un sistema de tratamiento de aguas residuales empleando fangos activos en el que se puede instalar en una de las líneas en el equipamiento.

A continuación se detallan detalladamente los cálculos expuestos a lo largo del presente documento.

De acuerdo con la información histórica compilada del consumo de energía mensual se define un modelo de línea base, considerando como variables independientes el número de días del mes y el volumen de agua tratada en metros cúbicos. El modelo de línea base permite determinar el consumo de energía que se hubiera tenido si es que no se hubiera implementado el sistema Oblysis y está definido por la siguiente formula:

$$Consumo\ (kWh) \ = \ 139 \times Días \ + \ 2.281 \times Volumen\ (m3)$$

De la evaluación realizada para el periodo de reporte posterior a la implementación del sistema Oblysis se determina que el ahorro conseguido por la mejora energética es de 14.7% en promedio,

Mes	Energía de Línea Base Ajustada (kWh)	Energía del Periodo de Reporte (kWh)	Consumo de Energía Evitado (kWh)	Consumo de Energía Evitado (%)
Abril 2021	294.895	266.200	28.695	9,7%
Mayo 2021	336.407	285.968	50.439	15,0%
Junio 2021*	320.419	274.808	45.611	14,2%

Así mismo, considerando las tarifas aplicables de la empresa proveedora de energía y los costos por distribución, se determina el ahorro monetario equivalente para el consumo de energía evitado, con ello tenemos que el ahorro promedio es de € 2.067 mensual y en lo que va de la implementación del sistema Oblysis se ha podido capturar un total de € 5.566 de abril a junio 2021.

Mes	Consumo Evitado (kWh)	Coste Evitado (€)
Abril-21	28.695	€ 1.432
Mayo-21	50.439	€ 2.171
Junio-21*	45.611	€ 1.963

De acuerdo con la información histórica compilada sobre la producción de Fango eliminado, se determina la Línea Base de Producción de Materia Seca:

Donde el **Ratio de materia seca producida**, periodo base 2020:

$$Ratio\ de\ materia\ seca\ producida\ 2020(kg/m3)\ =\ \frac{Materia\ Seca\ producida\ 2020}{Caudal\ Anual\ (m3)}$$

Y

$$Materia\ Seca\ producida\ 2020(kg)\ =\ Lodo\ eliminado\ 2020\ (kg)\ x\ \%\ Materia\ Seca$$

Tomando de referencia el periodo sep20-nov20 donde las prensas han trabajado de forma regular:

MES	PROD n (kg)	CONC (%)	SECO	CAUDAL (m3/dia)	RATIO producido
sep-20	205.080	16,07	32.963	135.975,00	0,24
oct-20	259.840	15,96	41.458	138.367,00	0,30
nov-20	335.360	14,72	49.370	132.447,00	0,37
Promedio	**266.760**	**16**	41.570	**135.596**	**0,31**

$$\boldsymbol{Ratio\ de\ materia\ seca\ producida\ 2020(kg/m3)\ =\ 0,31}$$

Se tomarán como base para calcular la línea base asociada a la gestión de fango del periodo comprendido entre el 09/09/2020 y el 27/11/2020, periodo considerado de condiciones normales de operación de las deshidratadoras, considerando como radio medio de producción de fango seco 0,311 kg MS/m³ agua tratada.

Donde la producción promedio de fango equivale a:

MES	PROD n (kg)
sep-20	205.080
oct-20	259.840

nov-20	335.360
Promedio mensual	**266.760**
Promedio diario	**8.892**

Considerando el promedio diario 8.892 (Kg), el gasto de Gestión de Fango Expresado en €/año equivale a:

Producción de fango	**8,794**	Tonelada / día
Tarifa Promedio de fango	63,15	€ / T
Gasto de Fango Anual	202.700€	€ / año

Así mismo, considerando las tarifas aplicables de gestión de fangos, se determina el ahorro monetario equivalente a la producción de fango evitado, con ello tenemos que el ahorro de 248.621T, equivalente a 15.883 € entre el periodo 10/04/21 y 13/07/2021.

MES	CONC (%)	SECO TEORICO	CAUDAL (m3/día)	RATIO producido	Real Producida	AHORRO	%AHORRO	TOTAL FANGO AHORRADO (T)	AHORRO € (63,156/T)
10/04/2021-30/04/21	15,54	27,714	90681,39	0,31	43191,28	15476,96	56%		
may-21	16,98	44,497	145.599,15	0,31	39.877,65	4.618,97	10%		
jun-21	16,10	43,836	143.430,28	0,31	27.214,55	16.621,04	38%		
1/07/2021-13/07/21	13,99	20,220	66.160,52	0,31	10.100,15	10.120,03	50%		
	16	136,267			120.384	15.883	11,7%	248.621,35	15.700.439

La línea base asociada al **consumo de aditivos** del año 2020, equivalente a 30.000€ / año, en el periodo no se ha dispuesto la mediciones de consumo por lo que para este periodo no se ha determinado % de ahorro, pero tiene como objetivo un 5%. de reducción.

La implementación de Oblysis ha contribuido a mantener los niveles adecuados para el cumplimiento de la normativa, incluso mejorando los valores calidad del efluente previas a la ejecución del proyecto.

En cuanto a los parámetros de calidad siguientes analizados:

- Reducción del DBO5 (mg/l) 97% de media con incremento de caudal hasta 5.500 m3/día y mejorando valores en el efluente a una media de **4,58 mg/l**
- Reducción del DQO (mg/l) 95 % de media con incremento de caudal hasta 5.500 m3/día y mejorando valores en el efluente a una media de **13,12 mg/l**
- Reducción de SS (mg/l) 98,77 % de media con incremento de caudal hasta 5.500 m3/día y mejorando valores en el efluente a una media de **3,90 mg/l**
- Reducción promediada del 25,78% en los valores de conductividad.

Así mismo, hubo reducción de los niveles de

- Amonio
- Nitratos

- El caudal hidráulico que trataba la planta previa a la implementación era de aproximadamente 4.500 metros cúbicos / día, a finalización de la fase de inicial de proyecto está en unos 5.500 m3/día y se espera llegar a la capacidad máxima de 9.000 m3/día.

3 Glosario

Ajuste No Rutinario - Cálculos individuales de ingeniería para considerar los efectos en la energía debido a cambios en los Factores Estáticos dentro de la Frontera de Medición.

Ajustes Rutinario - Cálculos individuales de ingeniería para considerar los efectos en el consumo de energía y la demanda debido a cambios en las Variables Independientes dentro de las Fronteras de Medición.

Efecto Interactivo - Impacto en el consumo de energía creado por una Medida de Mejora de la Eficiencia Energética que no puede ser medido dentro de la Frontera de Medición definida.

Factores Estáticos - Características de una instalación que afectan el Consumo de Energía y la Demanda dentro de la Frontera de Medición definida, que se espera que no cambien y que por lo tanto no fueron incluidas como Variables Independientes. Si estas cambian, Ajustes No Rutinarios deben ser calculados para considerar dichos cambios. Estas características pueden incluir características fijas, ambientales, operacionales o de mantenimiento.

Frontera de Medición - Frontera imaginaria delineada alrededor del equipo, el sistema o la instalación para segregar aquellos equipos que sean relevantes para la determinación de los ahorros de aquellos que no lo son. Todo Consumo de Energía y Demanda de los equipos o sistemas dentro de la frontera debe ser medido o estimado.

Línea Base - Se refiere a los sistemas, al periodo de tiempo, al uso de energía, o a las condiciones que proveen una referencia a la cual el desempeño de una Medida o Medidas de Mejora de la Eficiencia Energética pueda ser comparado.

Medición y Verificación (M&V) - Proceso de planear, medir, recolectar y analizar datos para el propósito de verificar y reportar ahorros de energía resultantes de la implementación de MMEEs en una instalación individual.

Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE) - Acción o conjunto de acciones diseñadas para mejorar la eficiencia o conservar energía o agua o gestionar la demanda.

Periodo de Línea Base - Periodo de tiempo definido escogido para representar la operación de una instalación o sistema antes de la implementación de una Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE).

Periodo Demostrativo de Ahorro - Periodo de tiempo definido escogido para el propósito de verificar los ahorros después de la implementación de una Medida de Mejora de Eficiencia Energética (MMEE).

Variable Independiente - Parámetro que se espera cambie rutinariamente y que tiene un impacto medible en el Consumo de Energía y/o en la Demanda de un sistema o de una instalación

DBO5 - Demanda Bioquímica de Oxígeno. es una estimación de la cantidad de oxígeno que requiere una población microbiana heterogénea para oxidar la materia orgánica de una muestra de agua en un periodo de 5 días

DQO - Demanda Química de Oxígeno. Determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

SS -Solidos en Suspensión. Se refieren a pequeñas partículas sólidas que permanecen en suspensión en agua como un coloide o debido al movimiento del agua. Se utiliza como un indicador de la calidad de agua.

Amonio - NH4+.El amonio es un compuesto inorgánico de nitrógeno que se forma en las depuradoras durante la degradación biológica de compuestos orgánicos de nitrógeno. En presencia de oxígeno el amonio se puede convertir en nitrato (nitrificación).

Nitratos - Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO3-). Estos deben ser eliminados antes de que el agua llegue al consumidor.

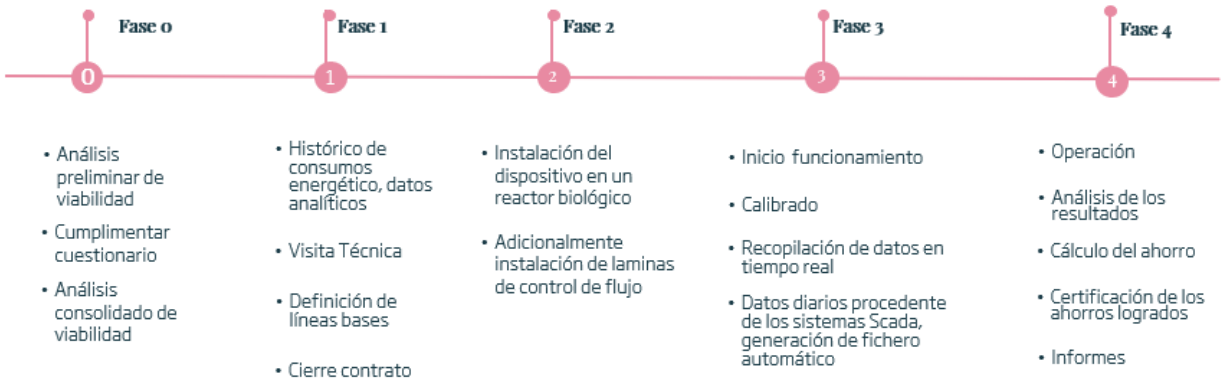
4 Descripción del proyecto

El proyecto se ejecutó en el mes de abril de 2021, realizándose la instalación del equipo, así como las labores de calibrado.

Todo ello de acuerdo a los protocolos establecidos en la operación y contando siempre con la colaboración del personal de la EDAR de Tamaraceite.

Para la adecuada consecución de la instalación y poder minimizar los tiempos para la puesta en marcha del sistema Oblysis, garantizando los correctos resultados, se realizan las siguientes fases de proyecto

Partiendo siempre desde un análisis de viabilidad hasta un análisis de los resultados. Las fases definidas son las siguientes:



Actualmente el proyecto de la EDAR de Tamaraceite está en Fase 4, ya finalizadas todas las anteriores y en operación. Tras la implantación y el calibrado del equipo, realizado en aproximadamente 1día la instalación y menos de una semana el calibrado, se ha realizado ya un análisis de los resultados que seguirá realizándose durante un mayor periodo de tiempo.

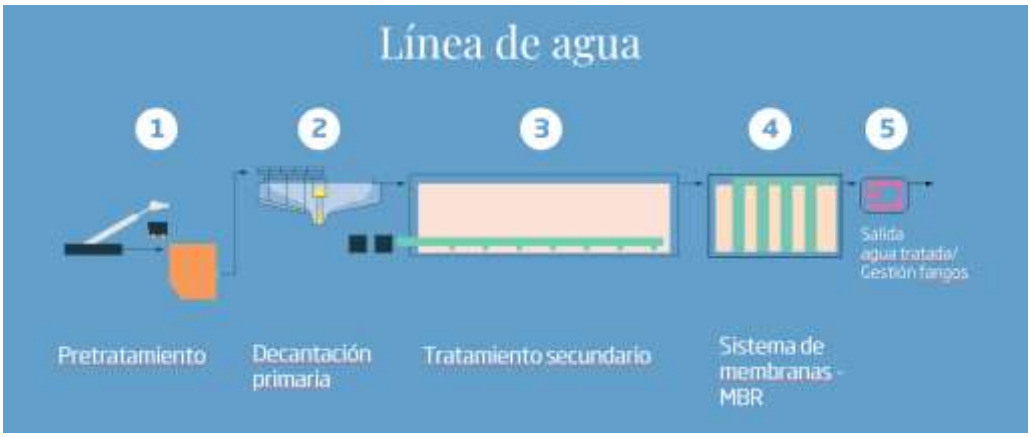
La duración completa del primer periodo, desde la fase 0 a la Fase 4, ha sido de 3 meses completos.

El proyecto perdurará durante **5 años** de operación rutinaria de la edad, estimándose la fecha de finalización en abril de 2026.

5 Descripción de la instalación

El proyecto se va a llevar a cabo en la estación depuradora de aguas residuales de Tamaraceite en la provincia de Las Palmas de Gran Canaria, que tiene una capacidad de tratamiento de diseño de 13.600 habitantes equivalente (h.e.) y una capacidad de operación actual de 5.191 h.e.

El sistema de la planta cuenta con un tanque de laminación, un reactor biológico y un sistema MBR para el tratamiento del agua.



El sistema de instalación es sencillo y poco intrusivo. Consiste en la colocación del equipo Oblysis, un cubo metálico de aproximadamente 2x2m.

El proceso de instalación únicamente necesita una grúa elevadora con capacidad de levantamiento de una tonelada y la longitud de pluma necesaria para la colocación del equipo.

A continuación, se muestran unas imágenes del equipo instalado en una de las líneas del reactor biológico.

Finalmente, tras la instalación el equipo queda dispuesto y funcional sin afectar a la normal operación de la planta de tratamiento.

El proceso de instalación tiene una duración aproximada de 1-2 días, así como la necesidad de pocos recursos para su implementación.

6 INTENCIÓN DE LA MME

6.1 Descripción de la Medida de Mejora de Eficiencia (MME)

El proyecto de mejora de eficiencia consiste en la implementación de la tecnología Oblysis la cual busca optimizar los procesos asociados al ciclo de depuración proporcionando mejoras en la eficiencia del consumo energético, producción de lodo, consumo de aditivos y mejoras en parámetros de operación.

Los ahorros asociados a los consumos energéticos vienen asociados de una mejora operativa sobre el reactor biológico, lo que repercute en la reducción del consumo eléctrico en diferente equipo soplantes, bombas de recirculación, agitadores y centrifugadoras.

En cuanto a la reducción de la producción de lodos, viene asociada a la nueva estructura del fango producido, pasando de fango activo a fango granular, cuya granularidad reduce la volumetría de los fangos. Esta reducción de volúmenes de fangos reduce por lo tanto los costes de tratamiento, transporte y tratamiento en vertedero.

Se produce adicionalmente una reducción en los aditivos empleados en planta, principalmente el polielectrolito. La nueva estructura del fango facilita los procesos de decantación sin ser necesario emplear otros químicos adicionales.

En cuanto a los parámetros de operación, el proceso es estable y mantiene los requerimientos normativos del efluente cumpliendo la normativa vigente y mejorando los valores de los parámetros. Entre los parámetros analizados encontramos: DBO5, DQO, SS, NH4+, Nitratos, Conductividad.

Los objetivos principales de esta implementación es lograr una reducción del 15% en consumo de energía y producción de lodos. Así mismo, se espera mejorar el valor de los parámetros del efluente, garantizando como mínimo los valores actuales de operación.

6.2 Propósito de Ahorro de Energía y Reducción de la Producción de Fangos

La implementación del sistema Oblysis mejora el peso específico de los lodos, debido a su granularidad con una granulometría de entre 0,5 y 3 mm, por lo que se mejoran los procesos de decantación y sedimentación de los lodos. Además, la forma de granulo que se consigue beneficia también los procesos de nitrificación y desnitrificación, siendo posible la reducción del aire necesario en el proceso de tratamiento.

Adicionalmente, la transformación del fango activo a fango granular reduce la volumetría de los fangos debido a la nueva estructura granular. Esta reducción de volumen se traduce directamente en una reducción de los costes de tratamiento de fangos por parte de la EDAR, reduciendo tanto el coste promedio de transporte por tonelada como la tasa promedio de vertido por tonelada.

De esta manera se mejora también el proceso de aireación del reactor biológico, reduciendo los tiempos necesarios de inyección de los soplantes. Esta reducción de tiempos se traduce en una operación con mayor rendimiento, siendo posible adaptar la operación de los compresores y los soplantes, y por lo tanto, una reducción en el consumo energético de la EDAR.

En cuanto a la reducción de aditivos, el sistema Oblysis no precisa de químicos adicionales para la mejora en el proceso de decantación, por lo que se reduce la cantidad de aditivos empleados en la EDAR, como por ejemplo el polielectrolito.

6.3 Inventario de Equipos Afectados

Los equipos electromecánicos afectados por la implementación de Oblysis son principalmente:

- Compresores
- Soplantes
- Agitadores
- Bombas de recirculación
- Centrifugadoras

6.4 Ahorros Esperados

Se tomarán como base para calcular la línea o líneas base energéticas la media mensual de las facturas energéticas de electricidad del periodo comprendido entre el 01/09/2020 y el 28/02/2021, donde los consumos de energía total registrado por el proveedor de energía eléctrica durante este periodo han sido:

Año	Mes	Consumo (kWh)
2020	Septiembre	312.983
2020	Octubre	326.007
2020	Noviembre	307.419
2020	Diciembre	316.053
2021	Enero	313.850
2021	Febrero	283.330
Medio mensual		**309.940**

Donde el Gasto Energético, expresados en € / año equivale a:

Consumo de Energía	3.719.284	kWh / año
Tarifa Promedio de Energía	0.0547	€ / kWh
Gasto Energético Anual	203.445	€ / año

Con el ahorro estimado del 15%, se espera lograr una reducción de costos de € 31.031 por año. La tabla siguiente resume dichas cifras.

Se tomarán como base para calcular la línea base asociada a la gestión de fango del periodo comprendido entre el 09/09/2020 y el 27/11/2020, periodo considerado de condiciones normales de operación de las deshidratadoras, considerando como radio medio de producción de fango seco 0,311 kg MS/m³ agua tratada.

Donde la producción promedio de fango equivale a:

MES	PROD n (kg)
sep-20	205.080
oct-20	259.840
nov-20	335.360
Promedio mensual	**266.760**
Promedio diario	**8.892**

Donde el Gasto en Gestión de Fango, expresados en € / año equivale a:

Producción de fango	**8,794**	Tonelada / día
Tarifa Promedio de fango	63,15	€ / T
Gasto de Fango Anual	202.700€	€ / año

Con el ahorro estimado del 15%, se espera lograr una reducción de costos de € 202.700 por año. La tabla siguiente resume dichas cifras.

6.5 OPCIÓN DEL IPMVP Y FRONTERA DE MEDICIÓN

Se utilizará la Opción C del IPMVP: Toda la Instalación, de acuerdo con los Conceptos Básicos del IPMVP 2016. La frontera de medición estará definida por el medidor de la empresa proveedora de energía eléctrica en el punto de suministro y el medidor de caudal en el punto de ingreso principal de la EDAR Tamaraceite.

Para efectos del seguimiento diario o semanal del consumo de energía, podrá utilizarse el medidor de energía eléctrica ubicado en el tablero de distribución principal de la estación depuradora, sin embargo, los reportes de medición y verificación finales deberán ser ajustado al consumo registrado por la empresa proveedora de energía eléctrica.

7 DEFINICIÓN DE LINEA BASE

El período de la línea base para consumo energético se ha definido para permitir el desarrollo de un modelo con baja incertidumbre, que relaciona el consumo de energía con el caudal tratado en la estación depuradora de Tamaraceite, lo que proporciona una mayor precisión para determinar el ahorro de energía. Si bien los medidores de caudal y energía propios de la estación Tamaraceite tiene una medición continua, dado que la frontera de medición se ha definido utilizando el medidor de la empresa proveedora de energía, el intervalo de registro para la línea base será de forma mensualizada.

La línea base para producción de fango se ha definido basado en los datos históricos de un periodo de operación regular tanto a nivel de caudal como de operación de la prensa, permitiendo determinar la ratio de producción de materia seca en función del caudal tratado. Tamaraceite tiene la medición diaria de caudal tratado, del fango enviado a prensa y la medición de % de humedad determinada en laboratorio, permitiendo el cálculo para la línea base de forma mensualizada.

7.1 Identificación del Periodo de Línea Base Energía

Para la evaluación del periodo de línea base se considera la información histórica de los años 2019, 2020 y 2021, información que ha sido provista por los registros internos de la estación Tamaraceite.

Para efectos de la evaluación del modelo de línea base se ha excluido los meses de enero a mayo del 2019, debido a que presentan una operación atípica de la estación depuradora, por lo tanto, el periodo de línea base quedaría definido por:

- Inicio del Periodo de Línea Base: junio 2019
- Fin del Periodo de Línea Base: febrero 2021
- Numero de Registros (meses): 21 meses

7.1.1 Datos de Consumo de Energía de Línea Base

La siguiente tabla muestra los datos de consumo de energía total registrado por el proveedor de energía eléctrica durante los periodos de junio 2019 a febrero 2021.

Año	Mes	Consumo (kWh)
2019	Junio	206.391
2019	Julio	213.284

Año	Mes	Consumo (kWh)
2020	Mayo	223.114
2020	Junio	208.006

2019	Agosto	214.085	2020	Julio	216.080
2019	Septiembre	208.653	2020	Agosto	231.203
2019	Octubre	208.562	2020	Setiembre	312.983
2019	Noviembre	210.049	2020	Octubre	326.007
2019	Diciembre	208.785	2020	Noviembre	307.419
2020	Enero	205.807	2020	Diciembre	316.053
2020	Febrero	205.829	2021	Enero	313.850
2020	Marzo	220.001	2021	Febrero	283.330
2020	Abril	216.086			

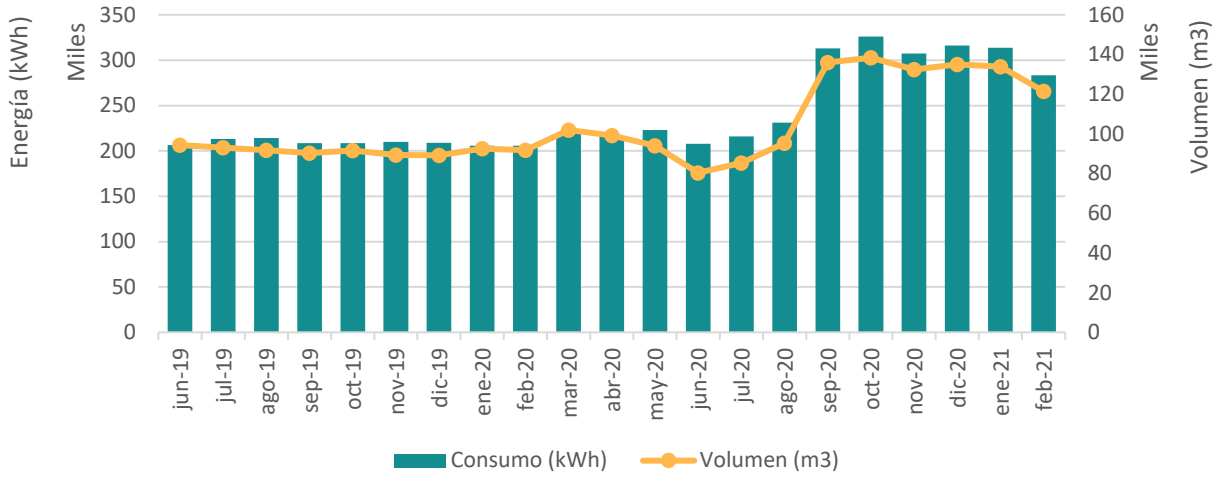
7.1.2 Datos de Variables Influyentes en el Consumo de Energía

De acuerdo con el registro histórico podemos ver que el caudal de agua tratada (volumen mensual) explica en gran medida la variación de consumo de energía por lo que ha sido definida como una variable independiente en la evaluación de la línea base.

Así mismo, dado que el registro de consumos de energía del proveedor se da en meses completos, del primer día al último día del mes, se considera como una variable independiente adicional la cantidad de días registrados en cada mes.

Año	Mes	Nro. Días	Volumen (m3)	Año	Mes	Nro. Días	Volumen (m3)
2019	Junio	30	94.424	2020	Mayo	31	94.083
2019	Julio	31	93.149	2020	Junio	30	80.404
2019	Agosto	31	91.792	2020	Julio	31	85.314
2019	Septiembre	30	90.262	2020	Agosto	31	95.278
2019	Octubre	31	91.547	2020	Setiembre	30	135.975
2019	Noviembre	30	89.289	2020	Octubre	31	138.367
2019	Diciembre	31	89.228	2020	Noviembre	30	132.447
2020	Enero	31	92.525	2020	Diciembre	31	134.974
2020	Febrero	29	91.861	2021	Enero	31	133.877
2020	Marzo	31	102.012	2021	Febrero	28	121.432
2020	Abril	30	99.183				

El siguiente gráfico presenta la variación del consumo de energía versus la variación mensual del volumen de agua tratada.



7.2 Datos de Producción de Fangos de Línea Base

De acuerdo con la información histórica compilada sobre la producción de Fango eliminado, se determina la Línea Base de Producción de Materia Seca:

7.2.1 Cálculo de Materia Seca

Donde el **Ratio de materia seca producida**, periodo base 2020:

$$Ratio\ de\ materia\ seca\ producida\ 2020(kg/m3)\ =\ \frac{Materia\ Seca\ producida\ 2020}{Caudal\ Anual\ (m3)}$$

Y

$$Materia\ Seca\ producida\ 2020(kg)\ =\ \ Lodo\ eliminado\ 2020\ (kg)\ x\ \%\ Materia\ Seca$$

Tomando de referencia el periodo sep20-nov20 donde las prensas han trabajado de forma regular:

MES	PROD n (kg)	CONC (%)	SECO	CAUDAL (m3/día)	RATIO producido
sep-20	205.080	16,07	32.963	135.975,00	0,24
oct-20	259.840	15,96	41.458	138.367,00	0,30
nov-20	335.360	14,72	49.370	132.447,00	0,37
Promedio	**266.760**	**16**	41.570	**135.596**	**0,31**

$$\boldsymbol{Ratio\ de\ materia\ seca\ producida\ 2020(kg/m3)\ =\ 0,31}$$

Para la validación del ratio de producción, se analizó el ratio de producción el reactor biológico, obteniendo 0,31 como ratio de producción de materia seca por m3 tratado:

Mes	Fecha	mg/l	VOLUME	SECO		RATIO 2020 en Reactor	
Mayo	04/05/2020	8200	2.760	22.632	-1.518	-0,02	0,30
	27/05/2020	8750	2.760	24.150			
Junio	01/06/2020	9100	2.760	25.116	5.658	0,07	0,26
Julio	01/07/2020	7600	2.760	20.976	-966	-0,01	0,53
	29/07/2020	7950	2.760	21.942			
Agosto	03/08/2020	7350	2.760	20.286	-414	0,00	0,23
	31/08/2020	7500	2.760	20.700			
Septiembre	02/09/2020	7900	2.760	21.804	3.726	0,03	0,22
	30/09/2020	6550	2.760	18.078			
Octubre	05/10/2020	7000	2.760	19.320	-6.900	-0,05	0,35
	28/10/2020	9500	2.760	26.220			
Noviembre	02/11/2020	10150	2.760	28.014	7.314	0,06	0,32
	30/11/2020	7500	2.760	20.700			
						RATIO PROMEDIO	0,31

Se tomarán como base para calcular la línea base asociada a la gestión de fango del periodo comprendido entre el 09/09/2020 y el 27/11/2020, periodo considerado de condiciones normales de operación de las deshidratadoras, considerando como radio medio de producción de fango seco 0,311 kg MS/m³ agua tratada.

Donde la producción promedio de fango equivale a:

MES	PROD n (kg)
sep-20	205.080
oct-20	259.840
nov-20	335.360
Promedio mensual	**266.760**
Promedio diario	**8.892**

Considerando el promedio diario 8.892 (Kg), el gasto de Gestión de Fango Expresado en €/año equivale a:

Producción de fango	**8,794**	Tonelada / día
Tarifa Promedio de fango	63,15	€ / T
Gasto de Fango Anual	202.700€	€ / año

Así mismo, considerando las tarifas aplicables de gestión de fangos, se determina el ahorro monetario equivalente a la producción de fango evitado, con ello tenemos que el ahorro de 248.621T, equivalente a 15.883€ entre el periodo 10/04/21 y 13/07/2021.

La línea base asociada al **consumo de aditivos** del año 2020, equivalente a 30.000€ / año

7.3 Condiciones de Operación y Factores Estáticos

A continuación, se detallan los factores estáticos que se deben monitorear durante el período de reporte para que se puedan hacer los ajustes de línea base que correspondan si estos factores cambian significativamente.

- *Caudal de entrada en planta*
- *Carga de los parámetros principales:*
  - DBO5
  - DQO
  - SS
  - Nitrógeno Total
  - Conductividad

7.3.1 Infraestructura Volumétrica

- Se considera un volumen total de 2.760 m3, de acuerdo a la siguiente tabla:

	Oxidación	Desnitrificación	MBR
Largo (m)	18	11,7	20
Ancho (m)	11	11	20
Alto (m)	6	6	2
Volumen (m3)	1188	772,2	800

7.3.2 Condiciones de Operación

- Alcance diario influente: 4.285,33 m3/día
- Concentración promedio de lodos de lodo aireado: 8,5 gr/l
- Mondo de operación: Funcionamiento continúo alternado
- Automatización de Oxígeno Disuelto y Redox
- Mando a distancia: Parcialmente

7.3.3 Dispositivos de Suministro de Aire

- Características de los ventiladores: 200 kW
- Numero de Compresores: Se tienen 3 equipos y se trabaja con una alternando.
- Insuflación de aire a través de difusores: SI
- Tipo de difusor: Burbuja fina membrana EPDM

- Desconexión parcial de la red de difusores dentro del tanque: SI

7.3.4 Deshidratación de Lodos

- Tipo de equipo de deshidratación de lodos. Prensa de tornillo ROTAMAT® HUBER ROS 3Q
- Horas de funcionamiento por día 24 horas
- Potencia comprometida 5,5 kW
- Cantidad de lodos eliminados anualmente (t / año) 13.278 t/año
- Concentración seca media (% seco) 16,25 %

7.4 Efectos Interactivos

Los efectos interactivos hacen referencia al consumo de energía de los sistemas o equipos que pudiera verse afectado por la implementación de la medida de eficiencia y que se encuentren fuera de la frontera de medición.

Dado que la opción seleccionada para la evaluación del desempeño de la medida de eficiencia energética es la Opción C de IPMVP no se consideran efectos interactivos ya que se considera el consumo de energía de toda la estación de Tamaraceite.

8 PERIODO DE REPORTE

El periodo de reporte se ejecutará de forma trimestral después de la implementación y verificación operativa de la MME. Se realizarán mediciones mensuales del consumo de energía en kilovatios-hora (kWh) y el volumen tratado en metros cúbicos (m3), así como del volumen de fangos y los parámetros de operación. Los ahorros se calcularán cada mes en base al modelo de línea base definido en el presente documento.

Debido a que la implementación, sintonización y verificación operativa del sistema Oblysis se da lugar en marzo del 2021, se considera como el primer periodo de reporte el trimestre entre abril y junio del 2021.

9 BASES DE AJUSTE

El consumo de energía de línea de base, así como la producción de fangos, debe ajustarse a las condiciones del período de reporte, caracterizando los ahorros como energía evitada. Este ajuste se realizará a través del modelo de línea base, considerando la variación de las variables independientes durante el periodo de reportes.

Para la estación Tamaraceite, se deberá considerar volumen de agua tratada y el número de días del cada mes durante el periodo de reporte para ajustar el modelo de línea base. No se espera que los factores estáticos descritos anteriormente varíen durante el período de reporte. Sin embargo, si llegaran a cambiar, su impacto en el ahorro se tendrá en cuenta a través de procedimientos de ajuste no rutinarios apropiados.

10 METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y ANÁLISIS DE AHORROS

10.1 Procedimiento y Metodología

10.1.1 Modelos De Regresión Lineal

El procedimiento utilizado para determinar la línea base energética es de acuerdo con lo indicado por en el Apéndice B del IPMVP, en el que se usan modelos de regresión lineal para obtener los coeficientes de cada una de las variables independientes que describan la fórmula aplicable.

Para tal efecto, se utilizará un modelo de regresión de la siguiente forma:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_pX_p + e$$

Donde:

Y es la variable dependiente, normalmente el consumo de energía durante un periodo de tiempo concreto (1 mes, 1 semana, 1 día, 1 h, etc.).

X_i representa las varibles independientes (clima, produccion, ocupacion, etc).

b_i representa los coeficientas derivados de cada variables independiente, ademas de un coeficiente fijo b_0 no relacionado con las variables independientes.

e representa los errores residuales que sigan sin explicacion despues de contabilizar el impacto de cada variable independiente.

Es asi que, el objetivo de un analisis de regresion lineal, es encontrar un conjunto de valores b_i que consiga que la suma de los errores residuales al cuadrado sea lo mas cercano posible a cero.

De otra forma, la proyeccion de la variabe dependiente, como el consumo de energia, estaria determinado por:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \cdots + b_pX_p$$

Mientras que el error residual del modelo, se calcularia como:

$$e = \hat{Y} - Y$$

En donde:

Y es el valor real de la variable dependiente,

$\hat{Y}$ es el valor proyectado de acuerdo al modelo matemático.

Para efectos de una evaluación energética, al valor proyectado de consumo de energía de acuerdo con el modelo matemático, se le denomina Consumo de Línea Base y deberá ser expresado utilizando las variables independientes que mejor describan el comportamiento del establecimiento.

10.1.2 Verificación de Validez del Modelo de Línea Base

El Apéndice B del Protocolo Internacional de Medición y Verificación, especifica ciertos criterios para confirmar la validez de un modelo de regresión lineal para la definición de línea base. Estos criterios, además de confirmar la validez del modelo final, nos permiten identificar las consideraciones a tener en cuenta para realizar las regresiones necesarias antes de determinar el modelo de regresión óptimo.

Condición 1: Sesgo del Modelo

El error de sesgo está definido como la diferencia entre sumatoria de los valores predichos menos los valores reales del modelo. Se expresa en forma de porcentaje dividiéndolo por la sumatoria de valores reales.

El error de sesgo ($e_{\%}$) está definido por:

$$e_{\%} = \frac{\sum \hat{Y} - \sum Y}{\sum Y}$$

Condición 1: El error de Sesgo deber ser menor a 0.005%

$$e_{\%} < 0.005\%$$

Condición 2: Coeficiente de Determinación R2

El coeficiente de determinación o también llamado coeficiente de correlación refleja la medida en que un modelo de regresión explica las variaciones observadas en la variable dependiente respecto a su valor medio. Un valor de R2 cercano a uno (100%) quiere decir que el modelo predice el 100% de las variaciones observadas en la variable dependiente.

El coeficiente de determinación (R^2) está definido por:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}$$

Donde:

$\hat{Y}_i$: es el valor predicho por el modelo de regresión

Y_i: es el valor real de los valores medidos

$\bar{Y}$: es el valor medio de los valores medidos.

Condición 2: El coeficiente de determinación deber ser mayor a 0.75 o 75%.

$$R^2 > 0.75$$

Condición 3: Coeficiente de Variación del RMSE

El RMSE o Raíz Cuadrada del Error Cuadrático Medio representa el error estándar de la estimación o el modelo y está determinada por:

$$SE_{\hat{Y}} = \sqrt{\frac{\sum(\hat{Y}_i - Y_i)^2}{n - p - 1}}$$

Donde:

$\hat{Y}_i$: es el valor predicho por el modelo de regresión

Y_i: es el valor real de los valores medidos

p: es el número de variables independientes del modelo.

Al dividir el RMSE o error estándar del modelo por el valor medio de los valores reales se obtiene el coeficiente de variación del RMSE o CV_{RMSE}

$$CV_{RMSE} = \frac{SE_{\hat{Y}}}{\bar{Y}}$$

Condición 3: El coeficiente de variación deber ser menor a 0.2 o 20%

$$CV_{RMSE} < 0.2$$

Condición 4: Sensibilidad de Variables Independientes

La sensibilidad de cada variable independiente está definida por el valor estadístico-t, la sensibilidad nos permite determinar si el coeficiente calculado es estadísticamente significativo o si se trata simplemente de un cálculo aleatorio.

El valor estadístico t ($t_statistic_b$) está definido por:

$$t_statistic_b = \frac{b}{SE_b}$$

Donde:

b: es el coeficiente de la cada una de las variables independientes

SE_b: es el error estándar de cada coeficiente.

Condición 4: El valor estadístico t debe ser mayor a 2 para cada una de las variables.

$$t_statistic_b > 2$$

10.2 Línea Base de Energía

Con la información recopilada durante el periodo de línea base se obtienen los siguientes valores promedios y parámetros estadísticos para el modelo de línea base.

	Nro. Días	Consumo (kWh)	Volumen (m3)
Numero de Datos	21	21	21
Total	639	5.055.577	2.177.423
Promedio	30,4	240.742	103.687
Máximo	31	326.007	138.367
Mínimo	28	205.807	80.404
Desviación estándar	0,8106	45.824	19.608
CV	0,0266	0,1903	0,1891

10.3 Determinación del Modelo de Línea Base

Con los datos y la información recopilada previamente, se realiza la regresión matemática correspondiente para determinar el modelo de línea base, para ello se utiliza el software estadístico Minitab 19 ®, con lo cual se obtiene los siguientes resultados:

Regression Analysis: Consumo (kWh) versus Dias, Volumen (m3)

Regression Equation

Consumo (kWh) = 139 Dias + 2.281 Volumen (m3)

Coefficients

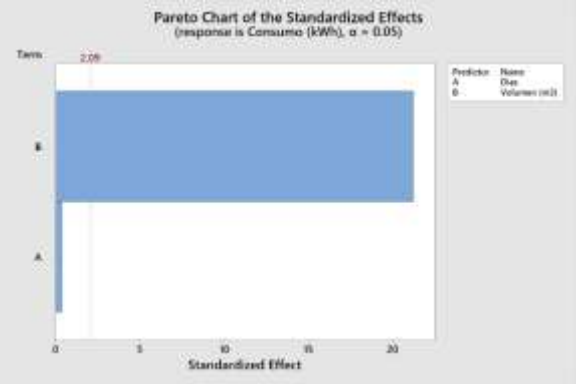
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Dias	139	372	0.37	0.714	29.12
Volumen (m3)	2.281	0.107	21.23	0.000	29.12

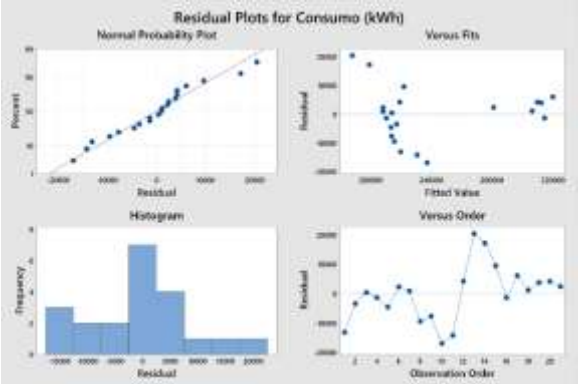
Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9622.36	99.86%	99.85%	99.83%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	1.25733E+12	6.28663E+11	6789.76	0.000
Dias	1	12851427	12851427	0.14	0.714
Volumen (m3)	1	41729391298	41729391298	450.69	0.000
Error	19	1759206775	92589830		
Total	21	1.25909E+12			





Por tanto, el modelo de línea base estaría definido por:

$$Consumo\ (kWh)\ =\ 139\ \times\ Días\ +\ 2.281\ \times\ Volumen\ (m3)$$

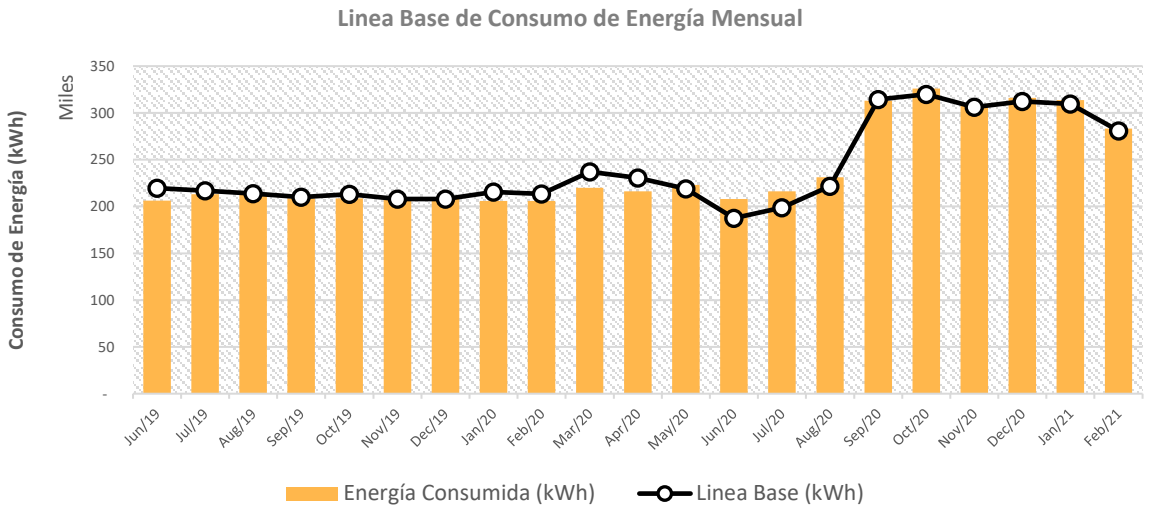
Donde:

$Consumo\ (kWh)$: es el consumo de energía del mes en kilovatios-hora

$Días$: es el número de días del mes

$Volumen\ (m3)$: es el volumen de agua tratada del mes en metros cúbicos

Este modelo permitirá determinar el consumo de energía que hubiera tenido la estación Tamaraceite si no se hubiera implementado el sistema de Oblysis, y de esa forma calcular el ahorro o consumo de energía evitado durante el periodo de reporte.



10.4 Consideraciones de Validez del Modelo de Línea Base

Las condiciones de validez del modelo de línea base, según las recomendaciones de IPMVP están indicados en el siguiente cuadro:

Parámetro	Descripción	Valor	Recomendación del IPMVP
Sesgo	(Suma proyección – Suma mediciones) / Suma mediciones	0,0009%	< 0,005%
R^2	Coeficiente de determinación	99,86%	>= 75%
CVrmse	Coeficiente de variación del error medio cuadrático	2,4%	<= 20%
Estad t	Estadística-t de variable Días	0,37	>= 2
Estad t	Estadístico-t de variable Volumen	21,23	>= 2

Si bien el valor de estadística-t para la variable de días es menor a 2, según la recomendación del IPMVP, puede considerarse aceptable debido a que el coeficiente de variación de esta variable es bastante pequeño (CV = 0,0266).

10.5 Ajustes Rutinarios

Los ajustes de rutina del consumo de energía de línea base a las condiciones del período de reporte se realizarán de acuerdo con el modelo definido previamente y su actualización será de forma mensual, considerando el numero de días y el volumen tratado en el mes evaluado.

Por tanto, las variables a considerar para el ajuste rutinario serán:

- $Consumo\ (kWh)$: es el consumo de energía del mes en kilovatios-hora
- $Días$: es el número de días del mes

10.6 Ajustes No Rutinarios

En caso de que uno o más de los factores estáticos o condiciones de operación definidos en las secciones anteriores del presente documento cambien significativamente, se realizará un ajuste de línea base a través de cálculos de ingeniería, y se respaldará con mediciones según sea necesario. El modelo de línea base presentado en el punto anterior se ajustará a las nuevas condiciones de operación.

Los ajustes se pueden definir como temporales (aplicables solo a una parte del período de reporte) o permanentes (permanecen vigentes durante el resto del periodo de reporte).

Las condiciones de operación y factores estáticos descritos en el presente documento no son limitantes, por lo que si existiera alguna condición futura no listada en el documento que impacte significativamente en el consumo de energía, deberá ser evaluada en común acuerdo entre las partes para determinar si inclusión y posterior ajuste en el modelo de línea base.

10.7 Cálculo de Ahorros o Consumo de Energía Evitado

El ahorro se calculará de acuerdo con la Ecuación 4 de los Conceptos Básicos del IPMVP 2016:

Consumo de Energía Evitado	=	Energía de Línea Base Ajustada	-	Energía del Periodo de Reporte	±	Ajustes No Rutinarios a las condiciones del Periodo de Reporte

o, en forma simplificada:

$$EE = ELBAj - EPR \pm AjNR$$

La energía de línea base ajustada representa el consumo que se hubiera tenido si no se hubiera implementado la MMEE y se obtiene realizando los ajustes rutinarios de las variables utilizadas en el modelo de línea base previamente definido. Cada variable independiente medida en el periodo de reporte es entonces insertada en el modelo de línea base para obtener la energía de line base ajustada.

La energía del periodo de reporte hace referencia al consumo de energía real registrado durante el periodo de reporte, después de haber implementado la MMEE y se obtiene de los medidores de energía eléctrica considerados en la definición de la frontera de medición.

Los ajustes no rutinarios, representa la variación del consumo de energía provocado por los cambios en los factores estáticos, y se determinan a través de cálculos de ingeniería o mediciones adicionales según sea necesario.

11 TARIFA ELÉCTRICA Y PRECIOS APLICABLES

Debido a que para la evaluación de los ahorros de energía se esta utilizando la Opción C del Protocolo Internacional de Medición y Verificación en donde se considera el consumo de energía total de la estación Tamaraceite, se considerará exactamente las mismas tarifas aplicables de a cuerdo a la facturación de la empresa proveedora de energía.

Compañía Proveedora	ENDESA
Compañía de Distribución	E-Distribución
Tipo de Tarifa	6.1A
Contrato de Suministro	529455751
Código de Suministro (CUPS)	ES0031601302864001PG0F

Así mismo la facturación de energía en la tarifa 6.1A considera un registro horario del consumo divido en seis periodos de acuerdo a lo indicado en la siguiente tabla:

HORARIO	0h a 8h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
ENE	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
FEB	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2
MAR	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4
ABR	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
MAY	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
1-15 JUN	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
15-30 JUN	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JUL	P6	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2
AGO	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
SEP	P6	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4
OCT	P6	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5	P5
NOV	P6	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P4	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P4	P4	P4
DIC	P6	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2

Para la valoración económica de los ahorros obtenidos, deberá considerarse las tarifas aplicables al mes en evaluación en el periodo de reporte y para el modelo de línea base se considerará la misma proporción de consumo de energía registrado en el periodo de reporte, debido a que la operación de la estación es de forma continua durante las 24h del día, además que la MMEE es aplicable durante todo el tiempo de operación de la estación.

Debido al tipo de tarifa aplicable a la estación Tamaraceite, esta recibe dos facturas de energía eléctrica que corresponde a la generación y distribución de le energía o también llamados, tarifas de coste y tarifas de acceso:

- Tarifa de coste: esta tarifa incluye el coste de la electricidad acordado con el proveedor de energía de acuerdo con el contrato de suministro.
- Tarifa de acceso: cantidad que cubre los gastos del sistema variables y fijos, es decir, el valor que tiene el transporte de la energía hasta los puntos de suministro.

A modo de referencia, el siguiente cuadro describe las tarifas aplicables para cada uno de los periodos para el año 2020:

Tarifas de Coste (Endesa) - 2020

Tarifa	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
6.1A	0,064432	0,05596	0,058014	0,053887	0,053261	0,040898

Tarifas de Acceso (E-Distribución) - 2020

Tarifa	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
6.1A	0,026674	0,019921	0,010615	0,005283	0,003411	0,002137

Las tarifas antes indicadas se expresan en euros por kilovatio-hora (€/kWh).

12 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

12.1 Definición del Periodo de Reporte

Se define como el periodo de reporte los meses de abril a junio del 2021, posterior a la implementación de la MMEE.

- Inicio del Periodo de Reporte: 01 de abril 2021
- Fin del Periodo de Reporte: 29 de junio 2021

- Numero de Registros (meses): 3 meses
- Numero de Registros (días): 90 días

12.2 Datos de Consumo de Energía

La siguiente tabla muestra el consumo de energía registrado por día para el periodo de reporte.

Fecha	Consumo (kWh)	Fecha	Consumo (kWh)	Fecha	Consumo (kWh)	Fecha	Consumo (kWh)
1-Apr-21	9779	24-Apr-21	8090	17-May-21	9250	9-Jun-21	9748
2-Apr-21	10577	25-Apr-21	7977	18-May-21	9757	10-Jun-21	9924
3-Apr-21	10838	26-Apr-21	8808	19-May-21	8419	11-Jun-21	9026
4-Apr-21	10940	27-Apr-21	9447	20-May-21	8838	12-Jun-21	10231
5-Apr-21	9281	28-Apr-21	8224	21-May-21	8194	13-Jun-21	9960
6-Apr-21	6633	29-Apr-21	5516	22-May-21	8756	14-Jun-21	10001
7-Apr-21	9153	30-Apr-21	7970	23-May-21	9947	15-Jun-21	9241
8-Apr-21	10546	1-May-21	8932	24-May-21	8517	16-Jun-21	9833
9-Apr-21	9850	2-May-21	8636	25-May-21	9906	17-Jun-21	9133
10-Apr-21	8901	3-May-21	9442	26-May-21	9043	18-Jun-21	10722
11-Apr-21	8999	4-May-21	9694	27-May-21	9863	19-Jun-21	10756
12-Apr-21	8548	5-May-21	9034	28-May-21	9487	20-Jun-21	9607
13-Apr-21	9358	6-May-21	8649	29-May-21	9613	21-Jun-21	10260
14-Apr-21	7715	7-May-21	8259	30-May-21	10840	22-Jun-21	8813
15-Apr-21	8698	8-May-21	7996	31-May-21	11215	23-Jun-21	8825
16-Apr-21	9106	9-May-21	8948	1-Jun-21	9351	24-Jun-21	8928
17-Apr-21	8822	10-May-21	9166	2-Jun-21	7367	25-Jun-21	9638
18-Apr-21	9215	11-May-21	10127	3-Jun-21	8632	26-Jun-21	9325
19-Apr-21	9562	12-May-21	10232	4-Jun-21	9101	27-Jun-21	9998
20-Apr-21	7816	13-May-21	9517	5-Jun-21	8835	28-Jun-21	10248
21-Apr-21	7798	14-May-21	7846	6-Jun-21	10046	29-Jun-21	9279
22-Apr-21	8543	15-May-21	7997	7-Jun-21	9160		
23-Apr-21	9490	16-May-21	9848	8-Jun-21	8820		

Así mismo, el consumo mensual registrado durante el periodo de reporte se expresa en la siguiente tabla:

Mes	Consumo (kWh)
Abril 2021	266.200
Mayo 2021	285.968
Junio 2021*	274.808

12.3 Datos de Producción de fango

La siguiente tabla muestra el fango enviado a prensa registrado por día para el periodo de reporte.

FECHA	KG. ENVIADO A CA	%MS	Fango seco
3-abr.-21	21.160	16	3.386
5-abr.-21	19.660	15	3.001
7-abr.-21	21.280	17	3.615
9-abr.-21	22.060	16	3.530
12-abr.-21	23.740	16	3.798
13-abr.-21	22.140	14	3.155
14-abr.-21	22.280	16	3.565
16-abr.-21	20.760	16	3.322
19-abr.-21	21.820	16	3.549
20-abr.-21	40.980	15	6.234
22-abr.-21	19.440	15	2.972
24-abr.-21	20.860	16	3.338
26-abr.-21	22.100	16	3.470
28-abr.-21	22.660	17	3.742
30-abr.-21	19.120	16	3.059
3-may.-21	18.960	16	3.034
6-may.-21	21.560	17	3.640
10-may.-21	23.360	16	3.853
12-may.-21	21.640	17	3.645
14-may.-21	15.560	16	2.490
17-may.-21	20.800	16	3.328
20-may.-21	22.060	16	3.455
24-may.-21	22.000	16	3.540
25-may.-21	22.120	18	3.904
27-may.-21	23.000	19	4.423
31-may.-21	23.740	18	4.273
2-jun.-21	21.000	16	3.271
4-jun.-21	8.500	16	1.360
7-jun.-21	14.220	17	2.438
15-jun.-21	22.840	17	3.778
17-jun.-21	18.020	16	2.853
21-jun.-21	21.720	15	3.270
23-jun.-21	21.320	16	3.510
28-jun.-21	21.360	16	3.418
29-jun.-21	20.080	16	3.227

Así mismo, el ratio de produción registrado durante el periodo de reporte se expresa en la siguiente tabla:

MES	PROD n (kg)	CONC (%)	SECO	CAUDAL (m3/día	RATIO producido
10/04/2021-30/04/2	277.960	15,77	43.832	90.681,39	0,48
may-21	234.800	16,80	39.458	145.593,15	0,27
jun-21	169.060	16,08	27.178	143.430,28	0,19

12.4 Datos de Variables Independientes

Para la definición de línea base se consideró la variable de volumen de agua tratada como variable influyente en el consumo de energía, por tanto, la siguiente tabla muestra el registro de volumen tratado en la estación depuradora.

Fecha	Volumen (m3)	Fecha	Volumen (m3)	Fecha	Volumen (m3)	Fecha	Volumen (m3)
1-Apr-21	4099,1	24-Apr-21	4457,8	17-May-21	4556,0	9-Jun-21	5186,1
2-Apr-21	4007,2	25-Apr-21	4268,1	18-May-21	4688,5	10-Jun-21	5342,8
3-Apr-21	4299,4	26-Apr-21	4110,1	19-May-21	4495,0	11-Jun-21	4933,1
4-Apr-21	4182,0	27-Apr-21	4335,9	20-May-21	4656,6	12-Jun-21	5300,7
5-Apr-21	3887,8	28-Apr-21	4412,9	21-May-21	4749,2	13-Jun-21	5040,6
6-Apr-21	3232,6	29-Apr-21	2928,4	22-May-21	4545,1	14-Jun-21	4936,8
7-Apr-21	4094,4	30-Apr-21	4381,8	23-May-21	4681,7	15-Jun-21	4731,9
8-Apr-21	4655,5	1-May-21	4529,4	24-May-21	4674,6	16-Jun-21	4946,3
9-Apr-21	4315,6	2-May-21	4410,6	25-May-21	4523,8	17-Jun-21	4992,6
10-Apr-21	4510,6	3-May-21	4811,4	26-May-21	4599,0	18-Jun-21	5163,8
11-Apr-21	4408,0	4-May-21	4387,9	27-May-21	5576,2	19-Jun-21	5344,8
12-Apr-21	4622,7	5-May-21	4668,3	28-May-21	5127,5	20-Jun-21	5067,6
13-Apr-21	4816,5	6-May-21	4712,1	29-May-21	5152,6	21-Jun-21	4913,0
14-Apr-21	3738,6	7-May-21	4439,3	30-May-21	5121,8	22-Jun-21	3661,4
15-Apr-21	4527,1	8-May-21	4478,6	31-May-21	5786,2	23-Jun-21	4582,1
16-Apr-21	4487,0	9-May-21	4705,6	1-Jun-21	4739,6	24-Jun-21	4706,0
17-Apr-21	4652,3	10-May-21	4685,3	2-Jun-21	3005,9	25-Jun-21	4802,0
18-Apr-21	4454,4	11-May-21	4397,6	3-Jun-21	4580,6	26-Jun-21	4647,6
19-Apr-21	4576,9	12-May-21	4440,1	4-Jun-21	4846,2	27-Jun-21	4815,7
20-Apr-21	4168,6	13-May-21	4663,8	5-Jun-21	4911,3	28-Jun-21	4904,0
21-Apr-21	4064,4	14-May-21	4254,0	6-Jun-21	4817,8	29-Jun-21	4301,9
22-Apr-21	4096,1	15-May-21	4394,5	7-Jun-21	4639,9		
23-Apr-21	4663,2	16-May-21	4680,8	8-Jun-21	4843,4		

Así mismo, el volumen mensual registrado durante el periodo de reporte se expresa en la siguiente tabla:

Mes	Volumen (m3)
Abril 2021	127.455
Mayo 2021	145.593
Junio 2021*	138.706

12.5 Inspección de Factores Estáticos

Los factores estáticos definidos durante el periodo de línea base no han registrado una alteración significativa, por lo que no existe necesidad de realizar un ajuste no rutinario.

12.6 Cálculo y Verificación de Ahorros

De acuerdo con el procedimiento establecido en la sección de Metodología de Cálculo y Análisis de Ahorros, se utiliza el modelo de línea base para determinar el ahorro de energía en base a la siguiente fórmula:

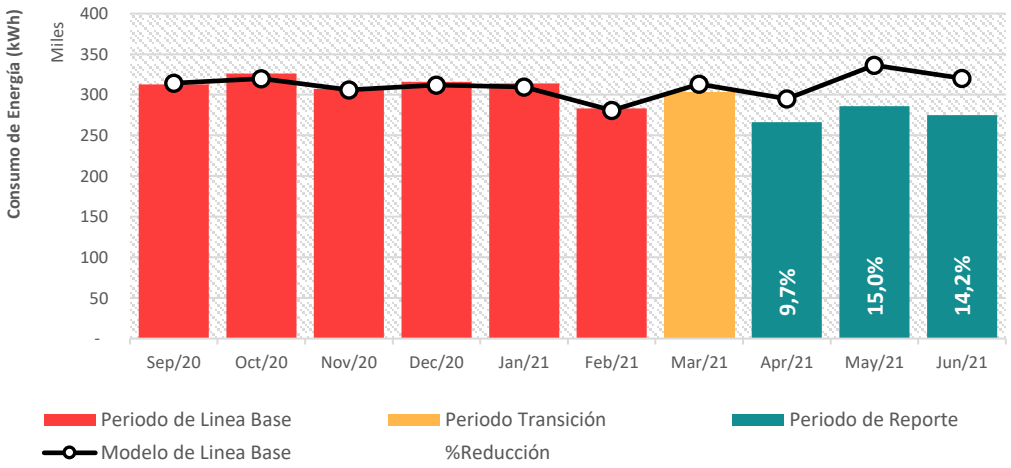
Consumo de Energía Evitado	=	Energía de Línea Base Ajustada	-	Energía del Periodo de Reporte	±	Ajustes No Rutinarios a las condiciones del Periodo de Reporte

En donde la Energía de Línea Base Ajustada quedara definida por el siguiente modelo:

$$Consumo\ (kWh) = 139 \times Días + 2.281 \times Volumen\ (m3)$$

Considerando las dos fórmulas anteriores, el siguiente cuadro detalla el cálculo de consumo de energía evitado para los tres meses del periodo de reporte de abril a junio del 2021.

Mes	Nro. Días	Volumen (m3)	Energía de Línea Base Ajustada (kWh)	Energía del Periodo de Reporte (kWh)	Ajustes No Rutinarios (kWh)	Consumo de Energía Evitado (kWh)	Consumo de Energía Evitado (%)
Abril 2021	30	127.455	294.895	266.200	Zero	28.695	9,7%
Mayo 2021	31	145.593	336.407	285.968	Zero	50.439	15,0%
Junio 2021*	29	138.706	320.419	274.808	Zero	45.611	14,2%



Así mismo, de acuerdo a lo establecido en la metodología de cálculo, para determinar el ahorro monetario del consumo de energía deberá considerarse la misma proporción de consumo para cada uno de los periodos, en base al consumo registrado por la factura de la compañía proveedora de energía:

Mes	Consumo Total (kWh)	Consumo P5 (kWh)	Consumo P6 (kWh)	Consumo P5 (%)	Consumo P6 (%)
Abril-21	272.327	136.786	135.541	50,2%	49,8%
Mayo-21	292.431		292.431	0.0%	100,0%
Junio-21*	-	-	-	-	100,0%

Debido a que a la fecha de realización del presente informe todavía no se recibía la factura correspondiente al mes de junio 2021, se considera la misma distribución por periodos que el mes anterior.

Considerando el porcentaje de distribución por periodo para cada uno de los meses para el consumo de energía evitado y las tarifas correspondientes a cada uno de los meses, según las facturas eléctricas obtenemos los siguiente:

Mes	Consumo Evitado Total (kWh)	Consumo Evitado P5 (kWh)	Consumo Evitado P6 (kWh)	Tarifa P5 (€/kWh)	Tarifa P6 (€/kWh)	Coste Evitado (€)
Abril-21	28.695	14.413	14.282	0,056680	0,043042	€ 1.432
Mayo-21	50.439	-	50.439	-	0,043042	€ 2.171
Junio-21*	45.611	-	45.611	-	0,043042	€ 1.963

Las tarifas consideradas incluyen las tarifas de coste de Endesa y las tarifas de acceso de E-Distribución.

De acuerdo con el procedimiento establecido en la sección de Metodología de Cálculo y Análisis de Ahorros, se utiliza el modelo de línea base para determinar el ahorro en la producción de fango en base a la siguiente fórmula:

Se determina la producción teórica de Materia Seca en el periodo de análisis:

MES	CONC (%)	SECO TEORICO	CAUDAL (m3/día)	RATIO producido
10/04/2021-30/04/21	15,75	27.714,32	90.681,39	0,31
may-21	16,80	44.496,62	145.593,15	0,31
jun-21	16,08	43.835,59	143.430,28	0,31
1/07/2021-13/07/21	14,49	20.220,18	66.160,52	0,31
	16	**136.267**		

MES	CONC (%)	SECO TEORICO	CAUDAL (m3/día)	RATIO producido
10/04/2021-30/04/21	15,54	27.714	90.681,39	0,31
may-21	16,98	44.497	145.593,15	0,31
jun-21	16,10	43.836	143.430,28	0,31
1/07/2021-13/07/21	13,99	20.220	66.160,52	0,31
	16	**136.267**		

Se calcula la producción real de Materia Seca en el periodo de análisis:

MES	Real Producida
10/04/2021-30/04/21	43.191,28
may-21	39.877,65
jun-21	27.214,55
1/07/2021-13/07/21	10.100,15
	120.384

Relacionando la producción teórica y la real, el ahorro estimado:

MES	SECO TEORICO	Real Producida	AHORRO	%AHORRO
10/04/2021-30/04/21	27.714	43.191,28	- 15.476,96	-56%
may-21	44.497	39.877,65	4.618,97	10%
jun-21	43.836	27.214,55	16.621,04	38%
1/07/2021-13/07/21	20.220	10.100,15	10.120,03	50%
	136.267	**120.384**	**15.883**	**11,7%**

Así mismo, considerando las tarifas aplicables de gestión de fangos, se determina el ahorro monetario equivalente a la producción de fango evitado, con ello tenemos que el ahorro de 248.621T, equivalente a 15.833€ entre el periodo 10/04/21 y 13/07/2021.

MES	SECO TEORICO	Real Producida	AHORRO	%AHORRO	TOTAL FANGO AHORRADO (KG)	AHORRO € (63,15€/T)
10/04/2021-30/04/21	27.714	43.191,28	- 15.476,96	-56%		
may-21	44.497	39.877,65	4.618,97	10%		
jun-21	43.836	27.214,55	16.621,04	38%		
1/07/2021-13/07/21	20.220	10.100,15	10.120,03	50%		
	136.267	**120.384**	**15.883**	**11,7%**	**248.621,35**	**15.700.439**

13 MEDICIÓN Y VERFICIACIÓN DE PARÁMETRO DEL EFLUENTE

Los parámetros de calidad en la EDAR de Tamaraceite deben cumplir como mínimo los niveles previstos en la normativa vigente.

Debido a esto se ha realizado una medición de cada uno de los parámetros seguidamente citados, comparando la carga del efluente tras la implementación del sistema con la carga previa:

- DBO5
- DQO
- SS
- Conductividad
- Amonio
- Nitratos

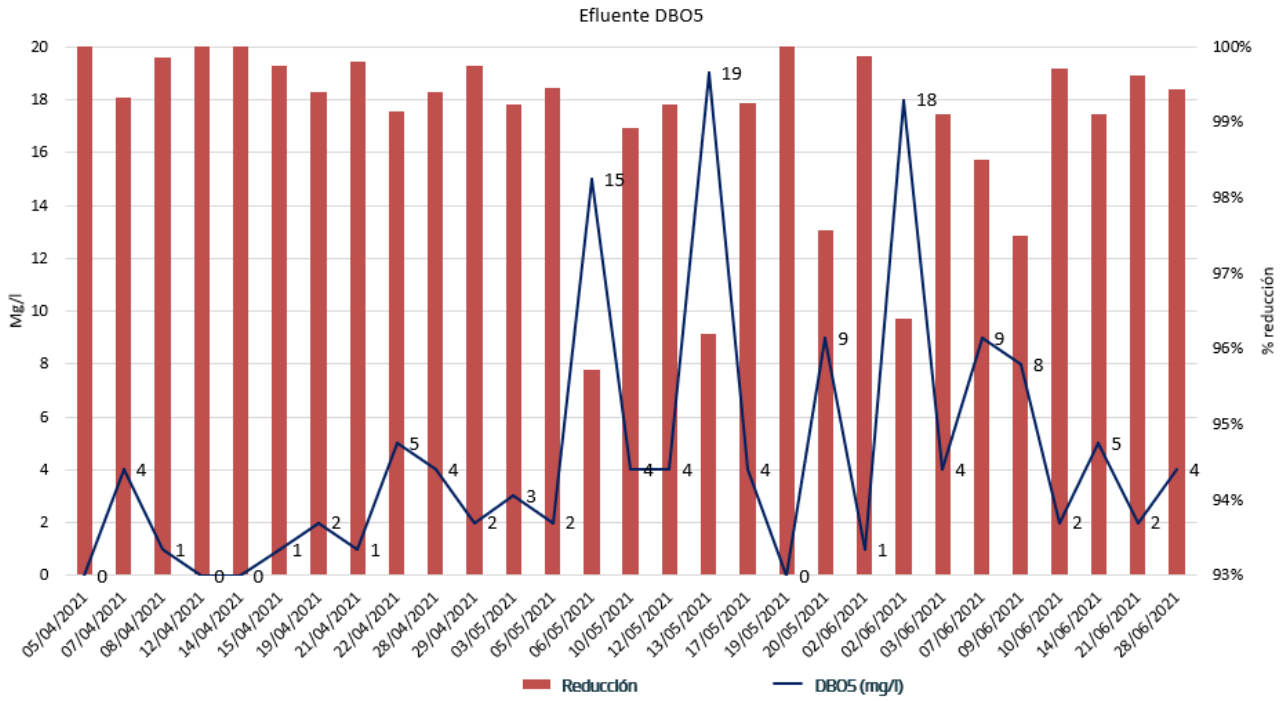
13.1 DBO5

El parámetro registró valores que siempre fueron inferiores a los límites de descarga, cumpliendo por tanto con la normativa vigente.

Se observó una estabilidad en la carga del efluente, manteniendo un promedio constante de los valores de salida.

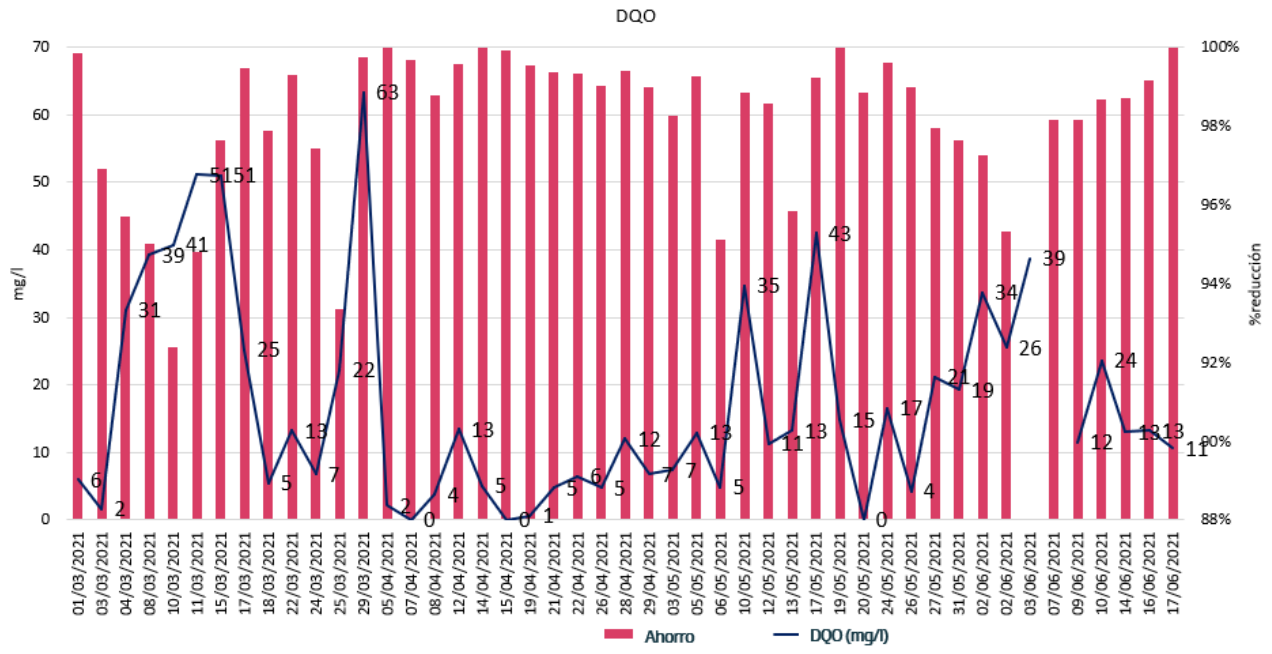
De acuerdo a los datos promediados del año 2020, la media de carga del efluente fue de 8,23mg/l de DBO5 mientras que en el periodo analizado tras la implantación de OBLYSIS la media fue de 4.58 mg/l de DBO5.

Consiguiéndose finalmente una reducción promediada del 97,09% con un incremento de caudal hasta 5.500 m3/día.



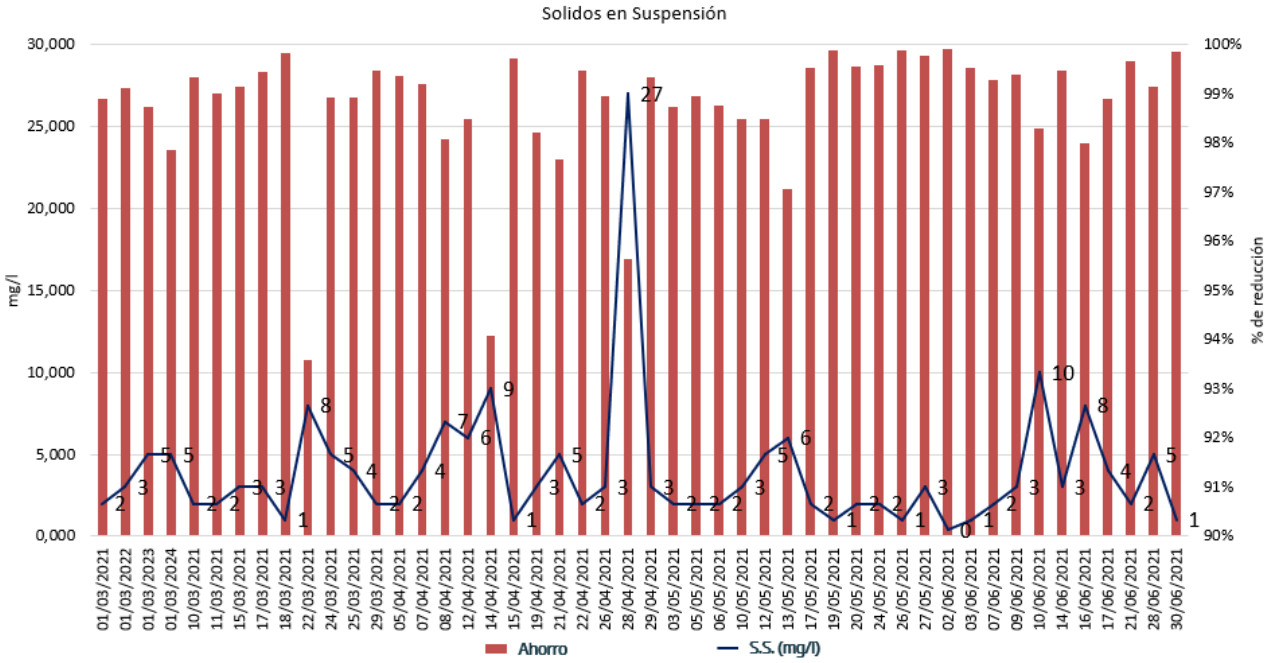
13.2 DQO

Con una media de Afluente de 1040mg/l en el periodo de la prueba, la reducción del DQO (mg/l) fue del **95 %** de media con incremento de caudal hasta 5.500 m3/día y mejorando valores en el efluente a una media de **13,12 mg/l**



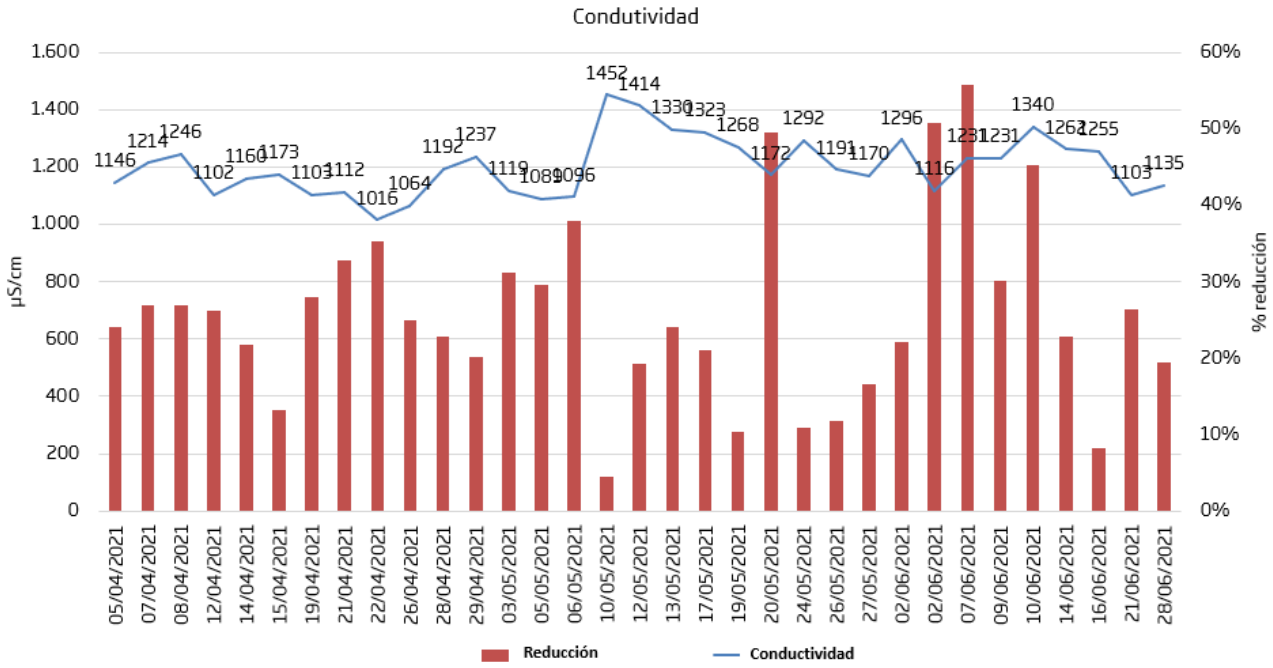
13.3 Solidos en Suspensión

- Reducción de SS (mg/l) 98,77 % de media con incremento de caudal hasta 5.500 m3/día y mejorando valores en el efluente a una media de **3,90 mg/l**



13.4 Conductividad

De acuerdo a los resultados hubo un aumento significativo en la reducción del parámetro, onsiguiéndose finalmente una reducción promediada del 25,78% en los valores de conductividad.



13.5 Capacidad de la Planta

El caudal hidráulico que trataba la planta previa a la implementación era de aproximadamente 4.500 metros cúbicos / día, a finalización de la fase de inicial de proyecto está en unos 5.500 m3/día y se espera llegar a la capacidad máxima de 9.000 m3/día.

minsait

An Indra company

Avda. de Bruselas 35
28108 Alcobendas,
Madrid, España
T +34 91 480 50 00
F +34 91 480 50 80

www.minsait.com