



Bioaumentación Remedia Carga Orgánica Pesada en Laguna Municipal de Oxidación en Drakenstein, Sudáfrica

Lugar: Municipalidad de Drakenstein, Provincia Cabo Occidental, Sudáfrica.

Contexto: La laguna afluyente principal se encuentra en una serie de siete lagunas de oxidación y maduración sirviendo a la municipalidad de Drakenstein, Sudáfrica. Este sistema se diseñó para permitir que la última laguna de maduración sea una laguna de depuración para la nitrificación y permitir que el efluente alcance una calidad apropiada para descargarse en el río. Sin embargo, debido a un alto nivel de orgánicos entrantes, las lagunas iniciales no son lo suficientemente efectivas para permitir que el sistema funcione según su diseño. La clave de este sistema es mejorar el tratamiento en la laguna afluyente inicial a un nivel que permita la efectividad del resto del sistema.

La municipalidad de Drakenstein se abordó durante mediados de octubre del 2009, con una propuesta para participar en una prueba experimental de biorremediación del efluente de aguas residuales. La municipalidad ofreció la Laguna #1 del sitio Gouda, laguna de oxidación y maduración. Este sitio se determinó como el ideal para la prueba, ya que las dos lagunas afluentes (Laguna #1 y Laguna #2), son prácticamente del mismo tamaño y condiciones. La Laguna #1, siendo la laguna afluyente primaria, tenía altos valores promedio de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendedos (SS).

Objetivo: Las condiciones del agua en la Laguna #1 se encontraron por arriba de los límites del "Departamento de Asuntos Hídricos" (DWAF), tanto en DQO como SS, para la "Descarga de agua residual hacia cuerpo de agua (1999)". La tabla de abajo muestra los parámetros promedio del agua de siete años y agosto del 2009, tomados del laboratorio de la municipalidad. Estos parámetros son el punto de partida para la remediación.

PARÁMETRO	PROMEDIO DE 7 AÑOS	AGOSTO 2009	LÍMITE DWAF
DQO	410	388	75
SS	78	177	25
pH	8.6	7.8	5.5 - 9.5

Figura 1: Data on organic loading in pond #1 prior to treatment.

El objetivo de la prueba experimental es reducir el pH, DQO y SS para que sean iguales a o menores que los límites del DWAF y/o la remediación del agua al punto en donde el agua es capaz de mantener la flora y fauna acuática natural asociada con una represa de asentamiento.

Para poder mantener el estudio de campo fiel a las condiciones que normalmente se encuentran en la arena sudafricana, no se utilizó equipo especial o patentado para la aplicación del producto de biorremediación. El producto se aplicó a mano de pie a la orilla de la represa. Ya que hubo disponibilidad del un barco para la inoculación inicial, el producto se vertió desde el barco conforme mientras este se desplazaba diagonalmente a lo largo de la represa.

Bioaugmentation Remediates Heavy Organic Loading in Municipal Oxidation Pond

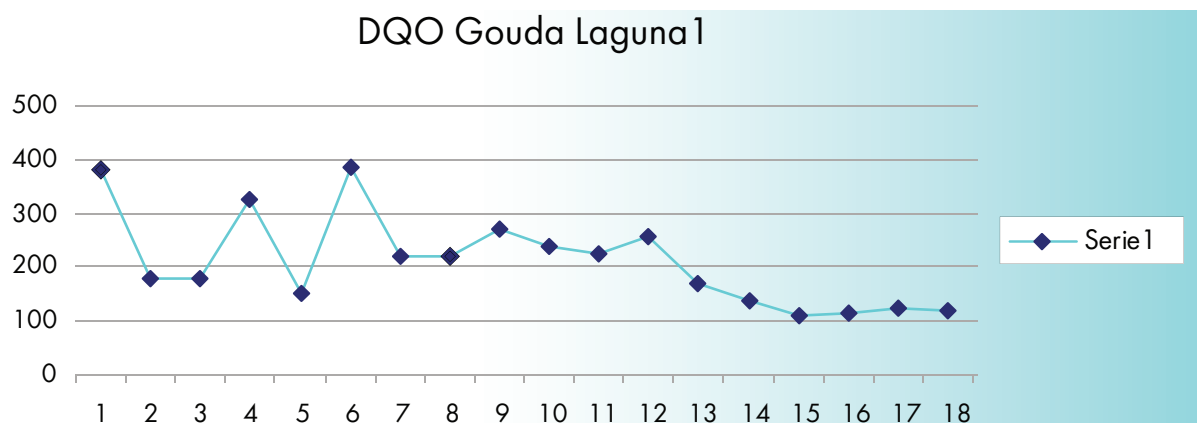
El programa de dosificación para los productos **MICROBE-LIFT®** se muestra en la tabla de abajo. La dosis está en galones. La formulación **MICROBE-LIFT®** se agregó a la dosis standard calculada para un volumen de efluente equivalente a 2000 m³.

PRODUCTO	SEMANA 1	SEMANAS 2 - 5	SEMANAS 6 - 27	ADICIONAL
	Inoculation 10/12/2009	por semana	por semana	por 2 semanas 02/05/2010
MICROBE-LIFT® #1	16	8	2	
MICROBE-LIFT® #2				3

Figura2: Esta tabla representa el programa de dosificación para la prueba experimental en campo. Durante la prueba se decidió agregar otro producto **MICROBE-LIFT®** por dos semanas para ayudar con la degradación de sólidos del fondo.

Se tomaron muestras de las mismas áreas donde se tomaron las muestras para la municipalidad. Esta área de muestreo en el costado sur de la represa, a 10 m de la esquina sureste, tienen una pequeña plataforma de concreto donde se pueden tomar muestras a mano. Se tomaron muestras dobles cada semana, o más frecuente en caso necesario. Las muestras se recolectaron en botellas estériles de 1 litro con tapas herméticas. Una vez tomada la muestra, la tapa se selló herméticamente y empacó en una hielera de poliuretano para mantener estable la temperatura de la muestra. Las muestras selladas se entregaron al laboratorio para su análisis.

Resultados Obtenidos: La siguiente gráfica muestra los datos de DQO (demanda química de oxígeno) en la Laguna #1 durante las 18 semanas de la prueba experimental:

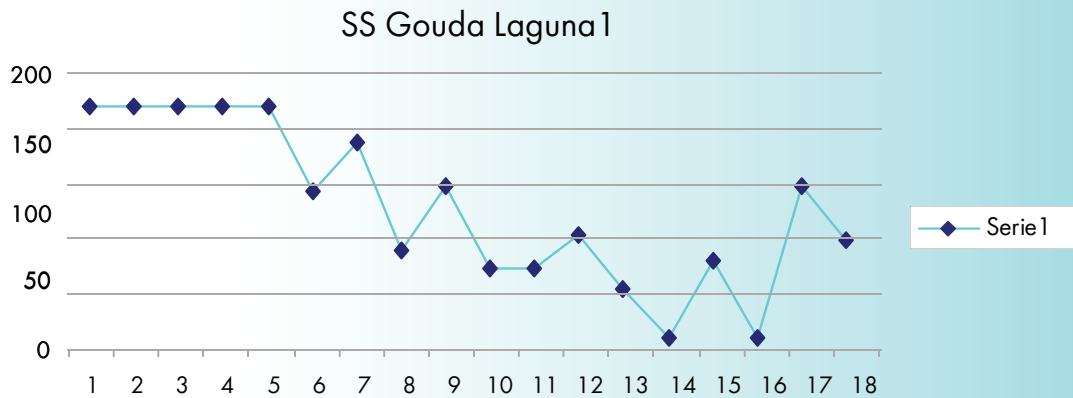


Los resultados muestran la tendencia en descenso de los valores de DQO y SS, siendo estos los principales indicadores de calidad del agua. El valor del pH medido estaba dentro de los límites durante toda la prueba experimental.

Bioaumentación Remedia Carga Orgánica Pesada en Laguna Municipal de Oxidación en Drakenstein, Sudáfrica

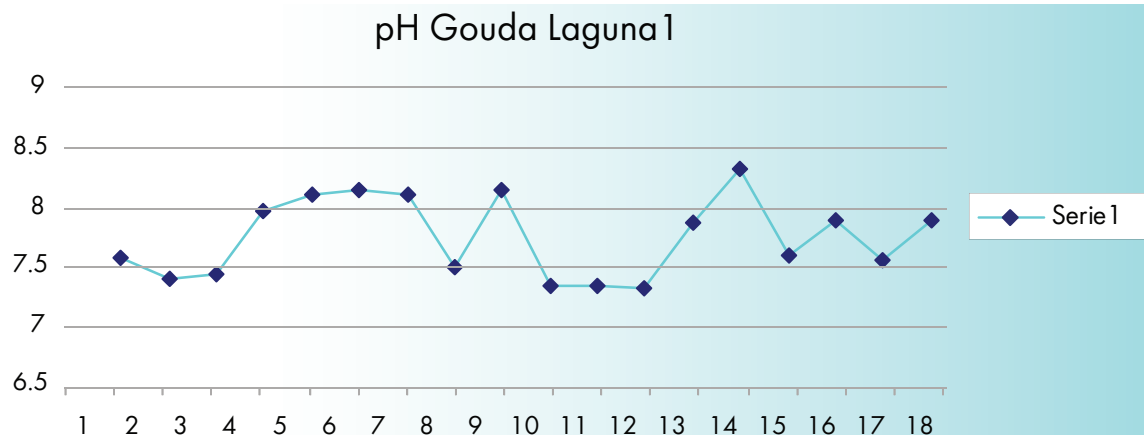
La tendencia descendente general del DQO se debe a la oxidación continua de orgánicos e inorgánicos presentes en el agua, además se solubilizaron los sólidos suspendidos de la descarga como los sólidos de la capa bentónica de lodo. Esta tendencia continuará hasta que se elimine la capa bentónica de lodo y se logre una estabilidad entre el afluente y efluente en la laguna. Se estima que este valor alcanzará los límites del DWAF en la semana 22 y se pueden acelerar con la aplicación de un segundo producto **MICROBE-LIFT®**, en caso necesario. Los repuntes observados en la semana 4 y 6 se deben a la descarga de orgánicos solubles de la capa bentónica de lodo, debido a un aumento en la población de bacterias.

El descenso de la semana 12 a la 18 se debe a que se agregaron 6 galones de **MICROBE-LIFT®** SA en las semanas 11, 13 y 16 para acelerar la disolución de la capa de lodo. Se requiere de una aplicación adicional del segundo producto para reducir los valores de DQO por debajo de 75 mg/l. Datos de los sólidos suspendidos (SS) durante el período de prueba:



En la tendencia descendente general del valor de SS se debe a la disolución continua de orgánicos presentes en capa bentónica de lodo y la descarga correspondiente de orgánicos solubles suspendidos en el agua. Los repuntes observados durante las semanas 7, 9, 12, 15 y 17 se deben a la descarga de orgánicos e inorgánicos solubles de la capa bentónica de lodo, debido a que se agregó **MICROBE-LIFT®** SA. Este producto está formulado específicamente para la oxidación biológica de sólidos orgánicos de degradación lenta. Una vez se alcanza una de oxidación constante entre el afluente y efluente, este valor permanecerá considerablemente por debajo del límite del DWAF de 25 mg/l.

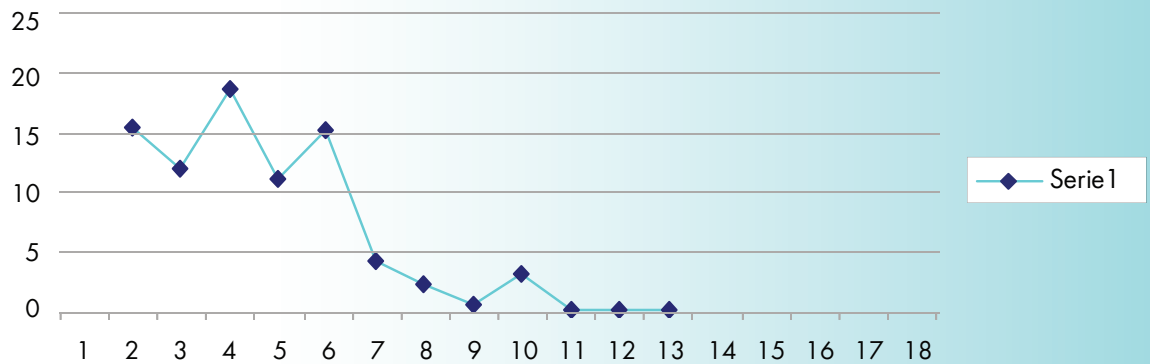
El pH permaneció entre 7.5 a 8.5 a lo largo de la prueba experimental cómo lo muestra la siguiente gráfica:



El pH ha permanecido entre los límites del DWAF durante las 18 semanas de esta prueba experimental. Este valor no se espera que cambie mucho en el futuro. Las pequeñas variaciones observadas usualmente se deben a la descomposición de ácidos orgánicos que disminuyen el pH. En las condiciones anaeróbicas de la zona bentónica es común que se formen estos ácidos orgánicos por medio de acetógenos.

Los niveles de DBO (Demanda biológica de oxígeno) son indicativos de la sección biodegradable de los desechos. La excelente reducción de DBO demuestra la eficacia del programa de bioaumentación.

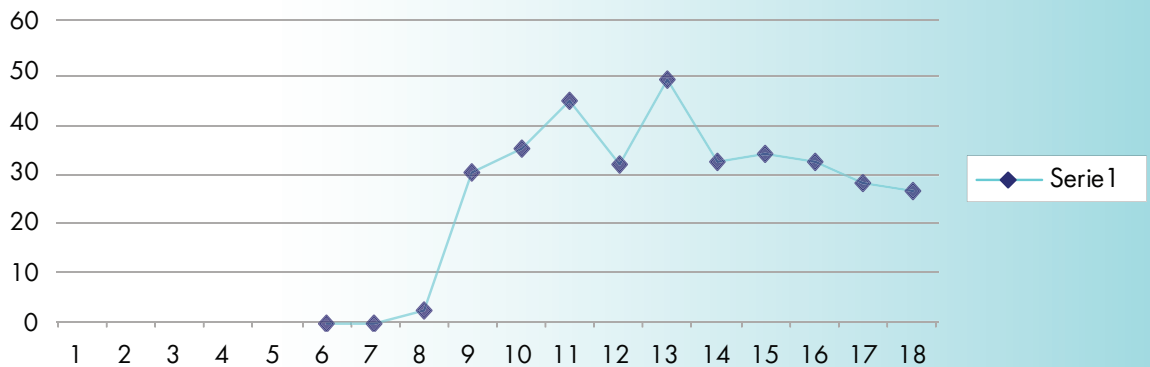
DBO Gouda Laguna 1



Como se puede ver en la gráfica, la mayoría de orgánicos presentes en la laguna se solubilizaron y oxidaron entre la semana 6 y 13. El muestreo y análisis de DBO se discontinuó después de lograr una estabilidad durante 3 semanas. Los repuntes observados en las semanas 4, 6 y 10 se deben al crecimiento en la población de bacterias después de la dosificación. Los valores de DQO y SS tienden a disminuirse 2 semanas después de la tendencia del DBO. Esto se debe a la acción de las bacterias sobre los orgánicos que se oxidan con mayor facilidad en comparación con el lodo orgánico difícil de disolver.

El amoníaco (NH_4) se eleva a medida que se descompone el lodo que contiene compuestos nitrogenados.

NH_4 Gouda Laguna 1



A medida que la descomposición de los sólidos orgánicos del lodo en la capa bentónica libera amoníaco al agua, con el tiempo se eliminará por medio de absorción heterotrófica o a través de la nitrificación y desnitrificación natural. Durante la nitrificación, el amoníaco se convierte en nitrato y después en gas nitrógeno y se libera. Se espera que el amoníaco disminuya al rango de 0.1 y 0.2 ppm conforme el valor de DQO disminuya por debajo de 75mg/l.

Eventos significativos:

Como se puede observar en las gráficas, después de la inoculación inicial del producto **MICROBE-LIFT®** durante la semana 1, el crecimiento de bacterias repuntó durante la semana 3. A partir de este auge, el nivel de lodo orgánico/inorgánico en la zona bentónica comenzó a diluirse. Al continuar la dosificación hubo más repuntes con cada dosis hasta la semana 10, cuando el DBO se normalizó. Sin embargo, el DQO permaneció obstinadamente en un exceso de 200 mg/l. Con el fin de ayudar a reducir el valor de DQO, se agregó MICROBE-LIFT SA durante las semanas 11, 13 y 16. La adición de SA fue el catalizador para la reducción de DQO, dado que los componentes insolubles de la capa bentónica de lodo se diluyeron y liberaron para su oxidación. Debido al gran componente de lodo acumulado a lo largo de los años, este valor se reducirá por debajo de 100 mg/l cuando el nivel final de lodo se oxide.

Es interesante notar que la fauna acuática natural regresó a la laguna a la semana 13. Cuando explotó la población de dafnias (pulgas de agua), platanna (rana africana con garras) y otra vida acuática. Esta vida acuática aún se encuentra presente en la laguna y se está investigando la posibilidad de introducir peces.

Conclusions:

Utilizando la dosis calculada, la biorremediación de la laguna se logró en 13 semanas. Una semana más de la estimación original de 12 semanas. La biorremediación ha disminuido el DBO, SS y el DQO e impulsó la aparición de fauna durante la semana 13. Interesantemente la fauna apareció durante el repunte más alto del ciclo del amonio, donde demuestra que el amonio no es dañino para cierta fauna durante los niveles de pH observados.

En marzo del 2010, Gouda inició un proceso de rehabilitación para las lagunas y tuberías, lo que resultó en que las lagunas fueran bombeadas a niveles muy bajos. Los niveles bajos expusieron áreas inaccesibles de las lagunas y revelaron nuevos enfoques sobre la estabilización de los niveles de DQO en aproximadamente 100mg/l. Depósitos significativos de lodos quedaron expuestos en las esquinas de la laguna. Debido a su ubicación, estos depósitos no aparecieron en el muestreo de lodos. Queda claro que las secciones del centro y centro-lateral de la laguna quedaron libres de lodo y los segmentos restantes en las esquinas son los responsables del estancamiento de DQO en 100 mg/l. Con la dosificación continua del producto SA, estos depósitos se oxidarán y los valores de DQO y NH₄⁺ disminuirán por debajo de los límites del DWAF.

The Following Benefits Accrued From This Field Trial:

- Debido a la oxidación de los contaminantes, el efluente y las aguas residuales pueden alcanzar los límites del DWAF para ser descargadas en aguas receptoras en aproximadamente 12 semanas. Esta cifra puede manipularse con la adición o sustracción de la cantidad de producto.
- Esta biorremediación ocurre in situ SIN intervención mecánica adicional; por consiguiente, no se requiere invertir capital para expandir la planta, en maquinaria ni energía.
- Esta biorremediación ocurre in situ SIN la intervención de químicos o enzimas; por consiguiente, no se introducen contaminantes adicionales.

Bioaumentación Remedia Carga Orgánica Pesada en Laguna Municipal de Oxidación en Drakenstein, Sudáfrica

- Los malos olores se eliminan en aproximadamente una semana después de la inoculación inicial del producto.
- La actividad bacteriana tiene un efecto secundario adicional beneficioso. Debido a la reducción del mal olor, se redujeron las poblaciones de mosquitos y moscas.
- Debido a la oxidación lodo residual, se reduce al mínimo la necesidad del extremadamente costoso dragado cíclico de la laguna, en caso se requiera.
- La contaminación del agua subterránea también se remedia con el tiempo, ya que las bacterias anaeróbicas del consorcio permean los suelos con el agua de la laguna, por ende, reduciendo la necesidad de revestir las lagunas.
- Como resultado del tratamiento, la laguna se encuentra a un estado donde es posible introducir fauna, tal como peces nativos y otra. Con una pequeña inversión en las instalaciones, el área puede utilizarse para la recreación del público, tal como picnics, pesca con caña, avistamiento de aves, etc.

Para mayor información sobre la Tecnología **MICROBE-LIFT®**
contactar **Ecological Laboratories, Inc.**
www.EcologicalLabs.com

CS13113