

Investigación de Ingeniería de la Revitalización Bacteriana del Río Xiba con la Tecnología MICROBE-LIFT®

Lugar: Ciudad de Kunming, Provincia de Yunnan, China

Estudio realizado por el Profesor Hu Kailin, Deng Lui, Wang Lifeng, Dang Yan, Chen Yuson, Han Bing y Wang Hao (Faculta de Ciencias Ambientales e Ingeniería, Universidad Kunming de Ciencia y Tecnología, Kunming). Asesor del Proyecto: Goh Kwang Beng. Período del proyecto: 21 de noviembre del 2004 al 22 de abril del 2005.

Introducción:

"Entre 1993 al 2000, se han invertido más de US\$ 2 mil millones en limpiar el Lago Dianchi en la provincia escénica de Yunnan. Pero, el resultado de las inversiones fue en vano, dado que no trataron las causas raíz de la contaminación, tal como la escorrentía de la actividad agrícola. El gobierno central y provincial ahora está buscando formas innovadoras para tratar el problema". Cita de un informe en línea del 2000 por la Embajada de EE.UU. en Beijing.

Según un informe de 1998 por la Administración de Protección Ambiental del Estado (SEPA), 185 millones de metros cúbicos de desechos líquidos se vertieron al Lago Dianchi en 1995, de los cuales casi 50 millones de metros cúbicos provienen de aguas residuales industriales y 135 millones de metros cúbicos de aguas residuales domésticas. Los niveles de contaminación en la cuenca alta del Lago Dianchi aún excedían constantemente el peor nivel (nivel 5) de la escala de calidad de agua de cinco niveles de China. El nivel cinco se define como aceptable para uso agrícola, pero inaceptable para nadar o pescar. La calidad del agua está más o menos mejor en la sección sur del lago, que a menudo está dentro de un nivel tres (aceptable para nadar y pescar) o nivel cuatro (aceptable para uso industrial y recreacional, pero no para nadar). El objetivo principal es mejorar la calidad del agua a lo largo de todo el lago a un nivel cuatro, como mínimo, para el 2010.

Las medidas de limpieza a la fecha habían fracasado en frenar la contaminación, porque se habían enfocado casi exclusivamente en fuentes de contaminación puntuales en la periferia del lago. No habían abordado la escorrentía de la actividad agrícola o la contaminación del lago a través de sus afluentes. Según un informe de prensa reciente, el 80 por ciento de las aguas residuales domésticas que entran a 16 ríos afluentes del Lago



Dianchi permanecían sin tratamiento. Mientras tanto, el fuerte uso de fertilizantes y plaguicidas en las plantaciones ubicadas al este del lago resultaba en una escorrentía extremadamente elevada de nitratos y fosfatos. Según el informe de la SEPA de 1998, 1,021 toneladas métricas de fósforo y 8,981 toneladas de nitrógeno entraron al lago en 1995. El comité de manejo del Lago Dianchi está plenamente consiente que la causa principal de la contaminación del agua es el agua de los 16 afluentes que desembocan en el Lago Dianchi.

En marzo del 2004, Ecological Laboratories autorizó a sus representantes de EE.UU. a presentar un programa de remediación biológica para el Lago Dianche utilizando los productos bacterianos exclusivos de Ecological. A Oakwell Engineering se le concedió un pequeño río terriblemente contaminado para realizar su prueba experimental utilizando productos formuladas con la tecnología patentada MICROBE-LIFT® de Ecological. El Río Xiba cursa por la sección más contaminada al norte del Lago Dianchi y se consideró como buen sujeto para la prueba, pero a la vez un desafío para una biorremediación de aguas abiertas. La Universidad Kunming de intervino como ente

investigador independiente para realizar la prueba experimental y como administrador local del proyecto.

En mayo del 2004, se realizó un ensayo preliminar en el laboratorio de la universidad sobre la efectividad de **Ecologica Laboratories** en el tratamiento de agua contaminada y lodo proveniente del Río Xiba, el cual dio resultados satisfactorios. No obstante, se pospuso el proyecto hasta el 21 de noviembre del 2004 para evitar la temporada de lluvias de julio a agosto. El proyecto fue del 21 de noviembre del 2004 al 22 de abril del 2005.

Objetivo de la Prueba Experimental en el Río Xiba:

Se propusieron formulaciones desarrolladas, fabricadas y empaquetadas por Ecologica Laboratories como producto de biorremediación para la rehabilitación del Lago Dianchi en marzo del 2004. El Comité de Gestión de Dianchi le ofreció el Río Xiba a Oakwell Engineering Limited para realizara la prueba experimental sobre la efectividad de estos productos en el tratamiento de las aguas contaminadas del Lago Dianchi. El río es un pequeño afluente de corriente lenta con aguas extremadamente contaminadas que emanan mal olor. El proyecto se realizó para determinar la efectividad de este plan de tratamiento biológico novedoso y único para eliminar el mal olor, mejorar la calidad del agua y acelerar la rehabilitación del río mediante la introducción de organismos superiores al río.

¿Qué es la Tecnología MICROBE-LIFT®?

Los productos **MICROBE-LIFT®** son consorcios líquidos de bacterias altamente activas diseñados específicamente para utilizarse en lagunas, lagos y ríos contaminados, así como también, en sistemas de aguas residuales industriales y municipales. Esta "tecnología central" contiene una combinación diversa de microorganismos selectos con una relación de 387/450 millones de microorganismos por mililitro. El producto, mediante la bioaumentación, acelera la oxidación biológica de materia orgánica de degradación lenta utilizando un amplio espectro de bacterias aerobias, anaerobias, facultativas, quimiosintéticas y fotosintéticas.

Los productos **MICROBE-LIFT®** formulados por **Ecological Laboratories** son muy efectivos en mejorar la oxidación biológica de compuestos orgánicos de degradación lenta en varios tipos de sistemas de aguas residuales, así como también en cuerpos de agua como lagunas, lagos, estanques y ríos. Los resultados del tratamiento han mejorado significativamente el desempeño general del sistema, así como la salud y estabilidad ambiental.

Al aumentar las tasas de oxidación bacteriana, aumenta el rendimiento de la degradación de materia orgánica. Este consorcio exclusivo de microorganismos reduce los niveles de DBO, DQO, TSS y turbidez del efluente final y mejora la descarga del efluente en los ríos, lagos y mar, a la vez que reduce el volumen del lodo residual que con el tiempo se ha acumulado en el lecho del río.

El Río Xiba tienen un alto contenido de nitrógeno y fósforo que propicia la eutrofización, lo cual a su vez causa serios problemas con crecimiento de algas en el lago. La biorremediación es la forma más rentable para reducir la eutrofización y mejorar la calidad del agua del río.

El Río Xiba

El Río Xiba mide 4 km de largo con un ancho entre 4 a 9 metros y una profundidad que va de 0.5 a 1.0 metros. La tasa promedio del caudal es de 0.3 m³/s (26,000 m³ por día). El agua está terriblemente contaminada y la mayor parte del tiempo tiene un color grisáceo. El río emana malos olores, en especial durante los meses secos de abril a agosto, cuando el mal olor puede detectarse a 20 metros de la ribera.

La contaminación se debe principalmente a la descarga ilegal y directa de aguas residuales domésticas, agrícolas, de granjas, rastros, industrias y cementeras. El caudal puede ser extremadamente alto durante las descargas ilegales, tanto así que en ocasiones alteraba los resultados de la prueba. La prueba experimental se realizó en los últimos 1.5 km antes de desembocar al Lago Dianchi.



Figura 2: Condiciones del Río Xiba antes del tratamiento, el 21 de noviembre del 2004.

Procedimiento de la Prueba Experimental en el Río Xiba

La prueba experimental se realizó en el último tramo del Río Xiba que está entre 1,460 m a 300 m del Lago Dianchi. El tramo entre 750 m a 1,260 se inoculó con nuestro medio de cultivo biológico de diseño único para incrementar el conteo de las bacterias existentes. La figura 3 muestra los puntos de dosificación y muestreo del agua. La dosificación se aplicó diariamente según el volumen del caudal aproximado de 1 ppm por día. La formulación **MICROBE-LIFT®** se vertió directamente en el sitio asignado para la dosificación. Las muestras de agua se tomaron del río con un vaso plástico conectado a una vara retráctil extrayendo agua del centro del río en el punto de muestreo.



Figura 3: Sitios de dosificación y muestreo del agua en el Río Xiba.

Los parámetros del agua monitoreados fueron DBO5, DQOcr, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Turbidez, TSS y pH con una periodicidad semanal. El Apéndice 1 muestra la tabulación del volumen de dosis, registro de los parámetros medidos del agua y registro meteorológico durante el período de la prueba experimental.

La Tabla 1 muestra los parámetros del agua antes de iniciar el tratamiento, al comienzo de la prueba experimental. El nivel máximo aceptable por las autoridades es Nivel Tres, como lo indica la última columna en la tabla como nivel de referencia.

Parámetro	Antes del Tratamiento 5 de abril, 2004	Inicio del Tratamiento 21 de noviembre del 2004	Nivel III de Referencia
DQO (mg/l)	176	56.20	20
DBO (mg/l)	64.4	31.8	4
TSS (mg/l)	63	8.0	
N Total (mg/l)	28.1	11.04	1.0
P Total (mg/l)	2.58	1.0	0.1
Turbidez	130	39.8	
pH	7.29	7.0	6 - 9

Tabla 1. Parámetros del agua existentes versus Nivel III de referencia.

Cálculo de la Dosificación

Un río es un sistema dinámico continuo con grandes variaciones en el caudal, cada cierto tiempo. No es posible calcular con exactitud el volumen del agua ni el tiempo de retención en la sección de la prueba. Nosotros calculamos la dosis bajo el supuesto que el caudal del río es relativamente bajo, según se ha observado en el sitio en la mayor parte del tiempo. El sitio de la prueba experimental se designó desde los 300 m de la desembocadura al Lago Dianchi hasta 1,460 m río arriba, para una zona total de 1,160 m de longitud. El ancho y la profundidad promedios en esa sección del río es de 6.0m a 0.9m, respectivamente. Esto nos da un volumen total de 7,884m³. El caudal normal, sin ninguna descarga grande o lluvias, es de 0.3m³/s. Esto da un tiempo de retención promedio de 7.3 horas. Esto significa que al agua le toma aproximadamente 7.3 horas pasar de el punto de inicio (D1) de la zona de prueba hasta el final de la zona en el punto T4. Dado que el tiempo de retención es menor a 24 horas en la zona de la prueba experimental, la dosis se calculó en base al caudal diario según las indicaciones del fabricante.

En base a un caudal del 0.3m³/s, el volumen diario del caudal es de 26,000m³ (6.8 millones de galones). Para ello se necesitarían 68 galones por 10ppm de inoculación. Al momento de la evaluación del proyecto, el caudal promedio se basó en 3.2 millones de galones por día, como se mencionó anteriormente. Por consiguiente, la inoculación se realizó con 32 galones, el 21 de noviembre del 2004. Luego se detectó un caudal a 6.8 millones de galones por día, por tanto, se recomendó mantener una tasa de 4.7ppm diario por semana para las siguientes cuatro semanas. Se encontró que con regularidad se vertían grandes volúmenes de aguas residuales sin tratamiento al río alterando, por consiguiente, el cálculo del volumen de agua y curso de la prueba.

Se decidió convertir la dosis a 6 galones (0.88 ppm por día, en base al volumen diario), dosificados diariamente del 13 de diciembre del 2004 en adelante. Hubo pequeños cambios a la dosificación actual, dependiendo de la condición y evolución del sitio. En general, la dosis diaria se dividió entre cuatro porciones con 65% de la dosificación en el punto de dosificación C, justo antes del inicio del sector con el medio biológico de cultivo. Se aplicó una dosis muy baja en los puntos A y B, dado que esa sección del río es muy angosta y tiene un volumen de agua menor. El 15% de la dosis se aplicó en el punto D, en medio de la sección con el medio de cultivo biológico, para asegurar que fluyan suficientes bacterias a la última sección de la zona de prueba. Con un río de esta naturaleza, se observó que un solo punto de dosificación era suficiente.

Monitoreo de la Calidad del Agua y Evaluación de los Resultados

Se tomaron muestras de agua semanalmente en los cuatro puntos (T1, T2, T3 y T4), como lo indica la figura 3, como parte del monitoreo de los parámetros del agua. T1 está ubicado a 90 metros río arriba del primer punto de dosificación. T2 está ubicado en medio de la sección con el medio biológico de cultivo. El agua en esa sección está sujeta a un tratamiento de 2 a 3 horas dado que el agua fluye de T1 a T2. T3 está ubicado río abajo, a 650 m de la desembocadura al Lago Dianchi. El agua en T3 ha pasado por aproximadamente 5 horas de tratamiento bajo un caudal normal. T4 es el último punto de muestreo del agua a 300m antes de la desembocadura al Lago Dianchi. El agua en T4 ha recibido un tratamiento por 7 horas bajo un caudal normal.

Los parámetros del agua varían día a día, ya que cambian las descargas río arriba. Por lo tanto, la calidad del agua río abajo está fuertemente influenciada por los parámetros del agua río arriba (es decir, por la calidad en T1). Por ende, no tiene sentido monitorear la calidad del agua a lo largo del tiempo, a diferencia de un sistema lagunar. Por ello, nuestro objetivo es monitorear la mejoría de la calidad del agua de T1 a T4 el día de la medición.

El inicio del período de la prueba experimental coincidió con un período muy desfavorable de temperaturas bajas. Aunque la ciudad de Kunming tiene la reputación de ser una ciudad de eterna primavera, hubo dos períodos con temperaturas bajo cero y nieve, lo cual afectó severamente la efectividad de MICROBE-LIFT®. El período entre noviembre y marzo cae en la estación seca. No obstante, hubo unas ocasiones de fuertes lluvias además de temperaturas bajas, durante el período de la prueba, lo cual cambió el agua por completo el 29 de noviembre del 2004, 18 de diciembre del 2004, 12 de enero del 2005 y 23 de marzo del 2005. Aparte de los factores del agua, las descargas regulares de grandes volúmenes de agua contaminada sin tratar afectaron la prueba experimental. Esto aparece reflejado el 6 de marzo y 27 de marzo del 2005. La calidad del agua mejoró significativamente entre el punto T1 a T4 del 6 al 27 de febrero del 2005. Sin embargo, la mejora se vio severamente interrumpida por descargas adicionales de grandes volúmenes de agua residual agrícola sin tratamiento el 28 de febrero del 2005.

Después de la descarga del 28 de febrero, hubo una nevada inesperada el 3 y 4 de marzo, con temperaturas entre -1 a 10 °C. El 4 y 5 de marzo del 2005, se suspendió la dosificación y se reanudó el 6 de marzo. Pese a la interrupción, al cabo de dos semanas, la zona de la prueba recuperó el equilibrio ecológico que tenía previo al 6 de marzo, como se puede observar el 20 de marzo del 2005. Sin embargo, este equilibrio ecológico se volvió a ver afectado tras la descarga de un gran volumen de aguas residuales altamente alcalinas por parte de una cementera, ubicada río arriba. El 23 de marzo del 2005, el río queda completamente cubierto por agua lechosa. La dosificación finalizó el 29 de marzo del 2005, debido a un retraso en el envío de producto nuevo. La dosificación se reanudó el 10 de abril del 2005. No obstante, la prueba experimental siguió enfrentando interrupciones por las descargas descaradas de grandes volúmenes de aguas residuales sin tratamiento. La prueba experimental finalizó el 22 de abril del 2005.

Proyecto Río Xiba

Presentación Selectiva de los Resultados

- T1 Muestra de agua sin tratamiento
 T2 2ª muestra de agua en la zona con el medio biológico de cultivo
 T3 3ª muestra a 650 metros antes de la desembocadura al Lago Dianchi
 T4 4ª muestra a 300 metros antes de la desembocadura al Lago Dianchi

DBO5 mg/l

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
21/11/2004	31.80	31.90	27.60	28.30	Inoculación
19/12/2005	38.80	41.50	38.30	41.90	No se notó mucho cambio
06/02/2005	14.30	12.50	7.07	7.67	Un 50% de mejoraría en T3 y T4
27/02/2005	20.90	30.60	13.00	8.81	Un 60% de mejoraría
06/03/2005	21.10	23.00	26.00	30.30	Afectado por las descargas y nieve
20/03/2005	45.00	24.00	20.10	21.40	El sistema se recuperó en dos semanas
27/03/2005	30.40	38.80	31.60	26.20	Afectado por las descargas de la cementera

CODcr mg/l

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
21/11/2004	56.20	64.30	60.20	76.30	Inoculación
19/12/2005	90.00	88.00	92.40	94.00	No se notó mucho cambio
06/02/2005	100.00	76.00	58.00	52.00	Un 50% de mejoraría en T3 y T4
27/02/2005	53.35	71.14	43.47	39.52	Un 25% de mejoraría
06/03/2005	90.9	86.94	82.99	81.02	Afectado por las descargas y nieve
20/03/2005	130.42	94.85	75.09	67.18	El sistema se recuperó en dos semanas
27/03/2005	88.99	0.90	86.94	81.02	Afectado por las descargas de la cementera

TSS mg/l

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
21/11/2004	8.00	5.50	4.50	2.50	Inoculación
19/12/2005	9.50	8.00	9.00	11.00	No se notó mucho cambio
06/02/2005	3.50	7.50	3.00	5.50	Aumento en T4, razón desconocida
27/02/2005	23.00	8.50	4.00	6.00	80% de mejoraría
06/03/2005	9.00	10.00	8.5	24.00	Afectado por las descargas y nieve
20/03/2005	8.50	4.00	3.00	0.50	El sistema se recuperó en dos semanas
27/03/2005	3.00	4.00	2.00	1.50	Afectado por las descargas de la cementera

Turbidez(NTU)

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
21/11/2004	39.80	40.40	41.00	36.20	Inoculación
19/12/2004	67.60	67.70	68.20	60.50	No se notó mucho cambio
06/02/2005	30.50	23.20	11.20	12.90	Un 60% de mejoraría en T3 y T4
27/02/2005	11.40	28.10	12.20	2.80	La claridad del agua en T4 es de 1m
06/03/2005	39.30	35.70	37.10	40.40	Afectado por las descargas y nieve
20/03/2005	58.10	53.40	47.20	38.90	El sistema se recuperó en dos semanas
27/03/2005	45.70	52.10	49.20	42.60	Afectado por las descargas de la cementera

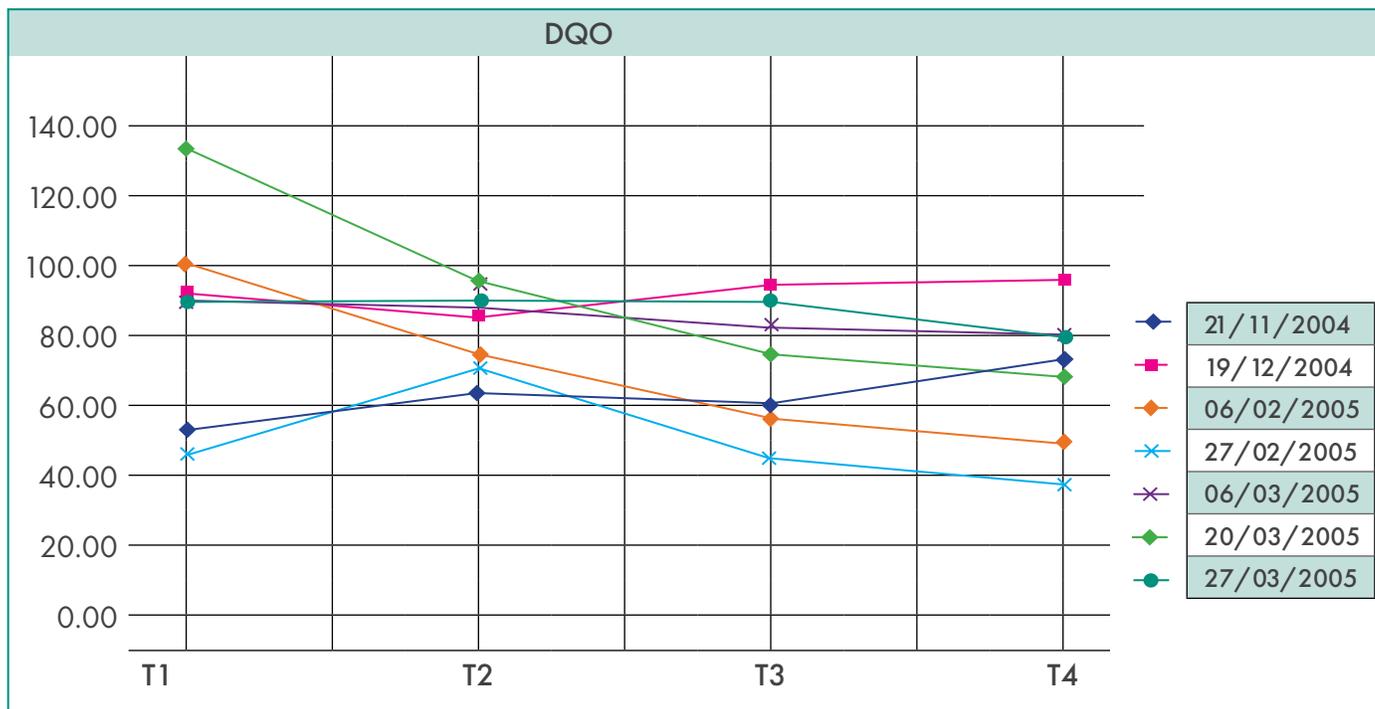
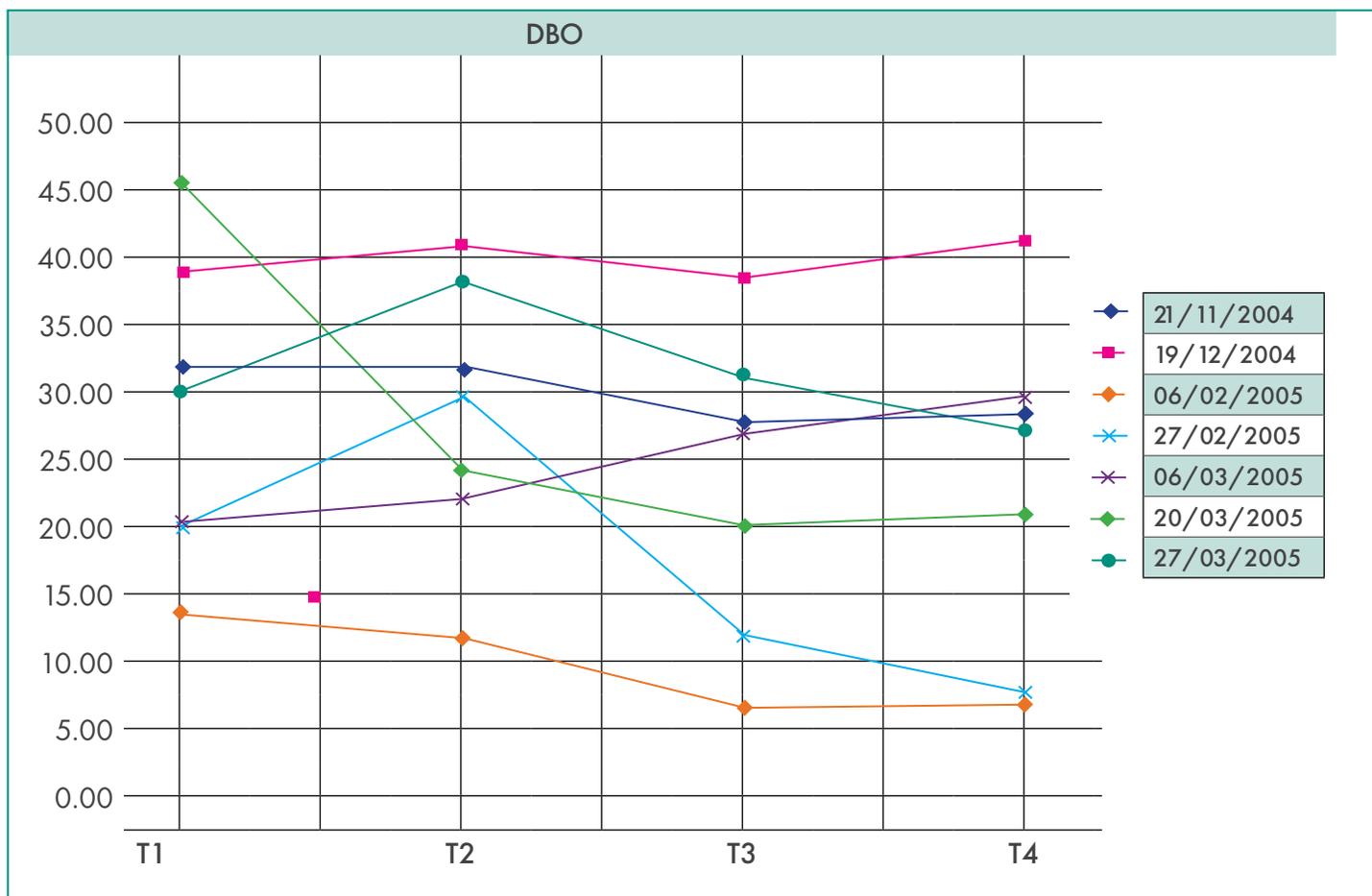
Nitrógeno Total NT (mg/l)

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
11/21/2004	11.04	15.15	16.12	15.34	Inoculación
12/19/2004	13.48	14.58	12.93	13.48	No se notó mucho cambio
02/06/2005	21.50	18.90	13.80	12.40	Un 40% de mejoraría en T3 y T4
02/27/2005	8.19	7.37	8.47	7.78	
03/06/2005	13.26	13.26	13.81	12.85	Afectado por las descargas y nieve
03/20/2005	16.41	13.81	10.93	10.10	El sistema se recuperó en dos semanas
03/27/2005	14.77	9.29	9.70	8.50	Afectado por las descargas de la cementera

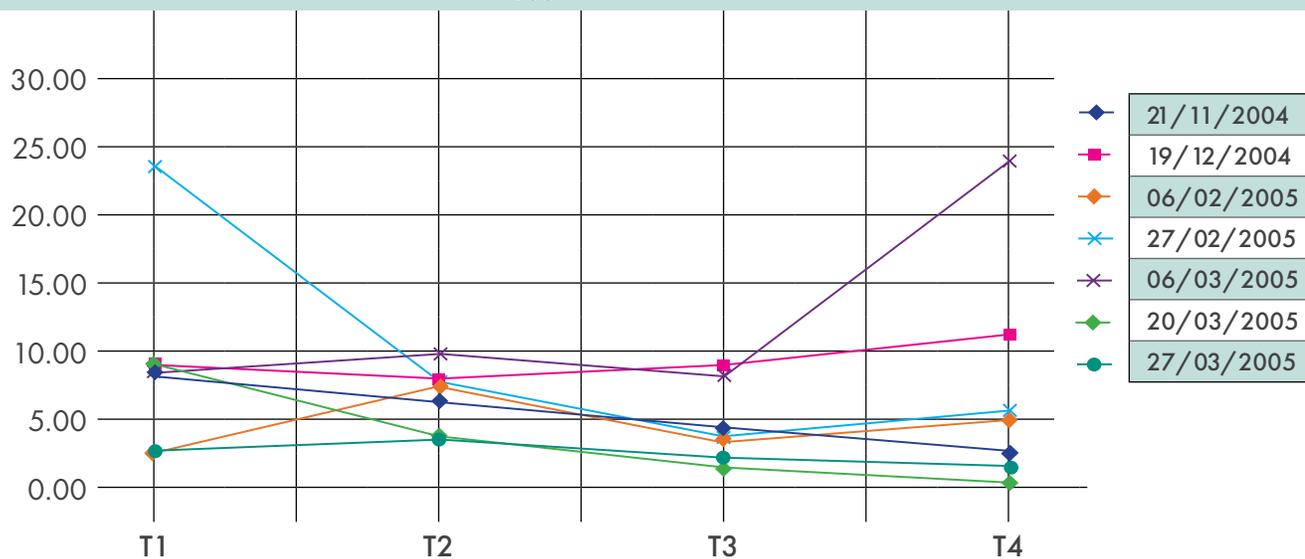
Fosfato Total PT (mg/l)

Fecha	T1	T2	T3	T4	Observaciones
11/21/2004	1.90	1.64	1.73	2.03	Inoculación
12/19/2004	2.23	2.39	2.52	2.61	No se notó mucho cambio
02/06/2005	1.55	1.42	0.96	0.84	Un 40% de mejoraría en T3 y T4
02/27/2005	1.40	1.61	1.37	1.12	
03/06/2005	1.49	1.66	1.67	1.74	Afectado por las descargas y nieve
03/20/2005	2.60	2.39	2.08	2.04	El sistema se recuperó en dos semanas
03/27/2005	1.68	1.93	1.71	1.75	Afectado por las descargas de la cementera

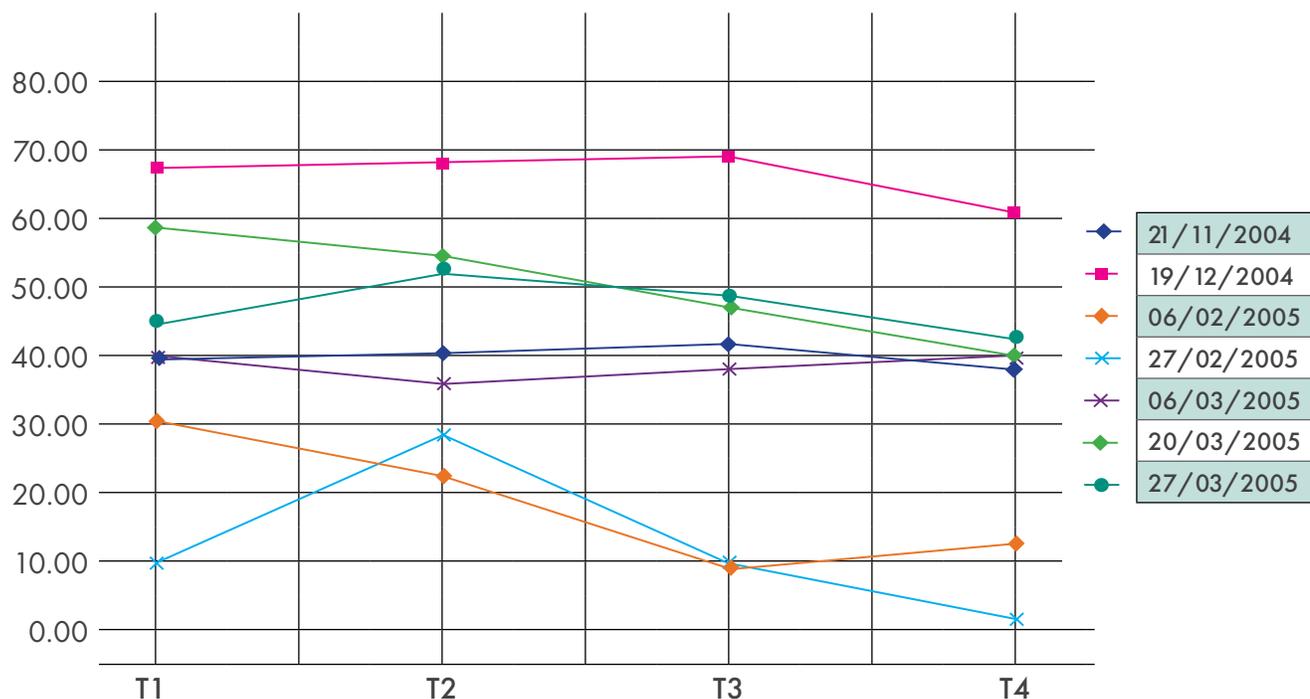
Investigación de Ingeniería de la Revitalización Bacteriana del Río Xiba con la Tecnología MICROBE-LIFT®



TSS



TURBIDEZ



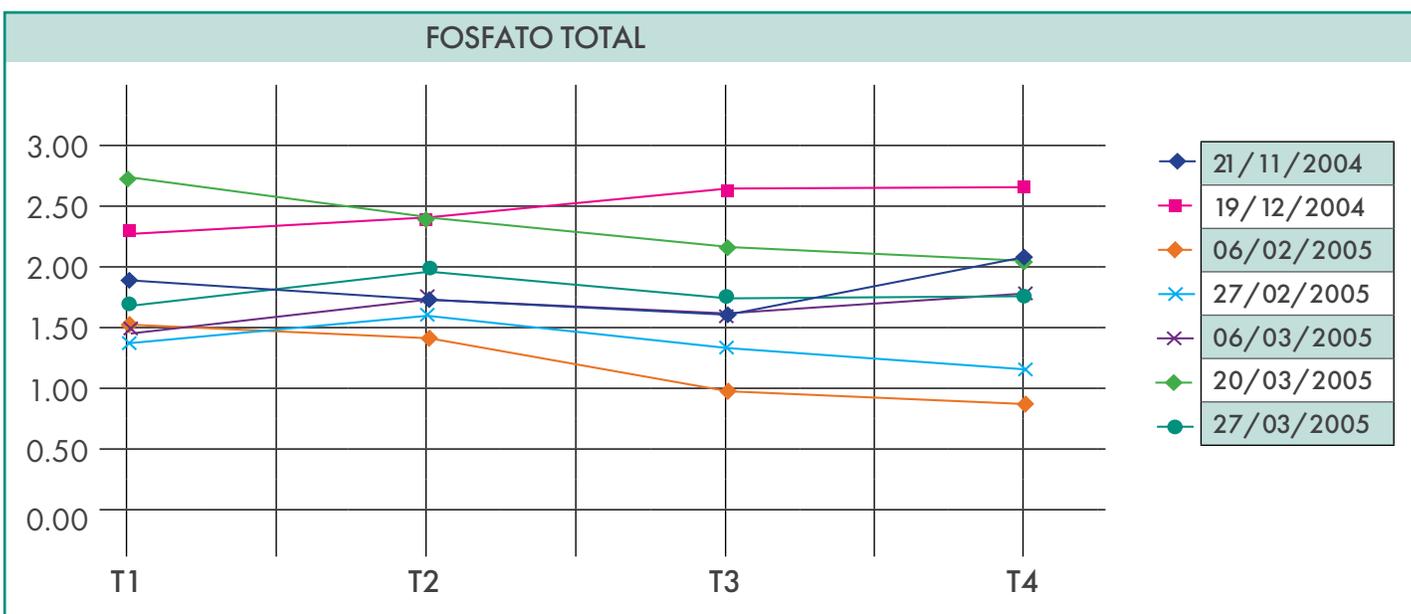
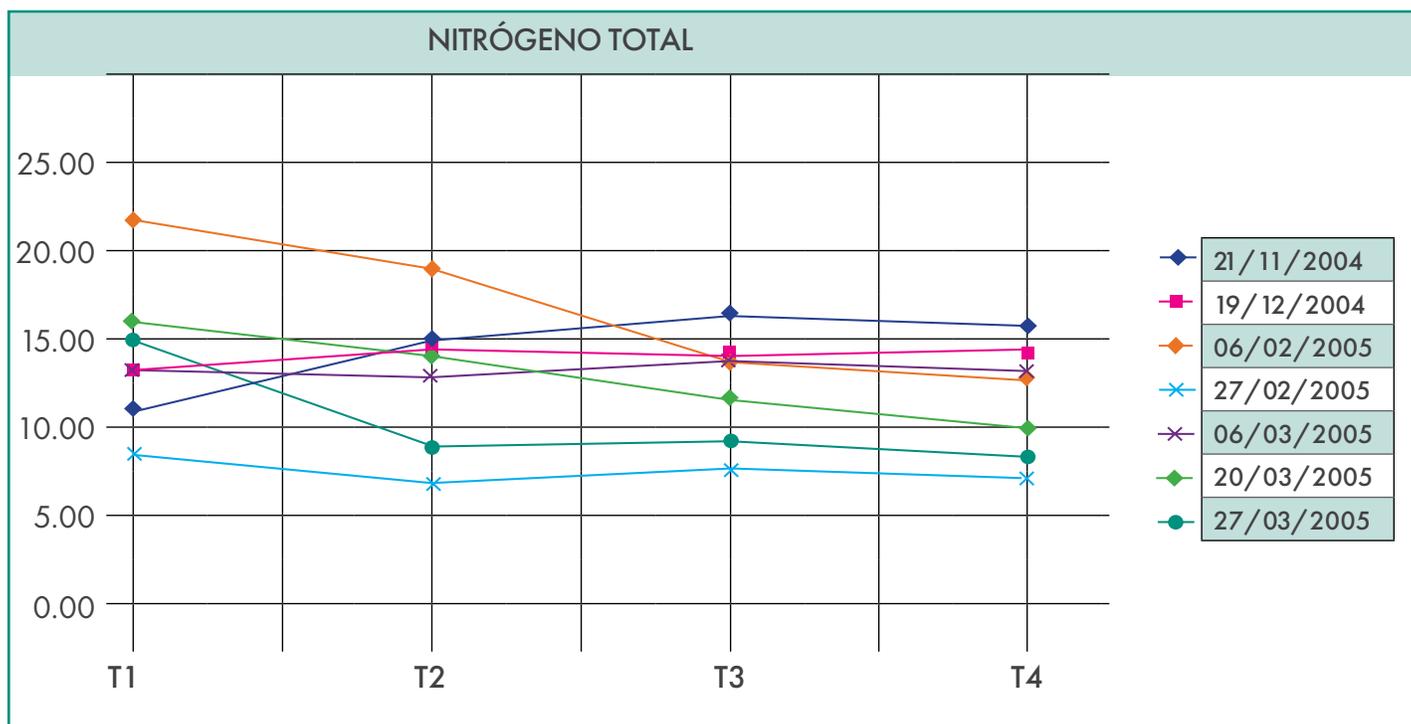


Figura 10: TSS para muestras A, B, C y D, semana por semana.

El malo olor a lo largo de la zona de la prueba experimental se redujo significativamente tras una semana de la inoculación y prácticamente se eliminó dos semanas después de la inoculación. El río permaneció libre de malos olores a lo largo del período de la prueba. No obstante, no cambió el mal olor río arriba durante el mismo período, por lo cual, se confirma que los productos de la Tecnología Microbe-Lift de Ecological Laboratories son muy efectivos para la reducción de malos olores. Esto también fue corroborado mediante encuestas orales a los residentes locales a la par del río.

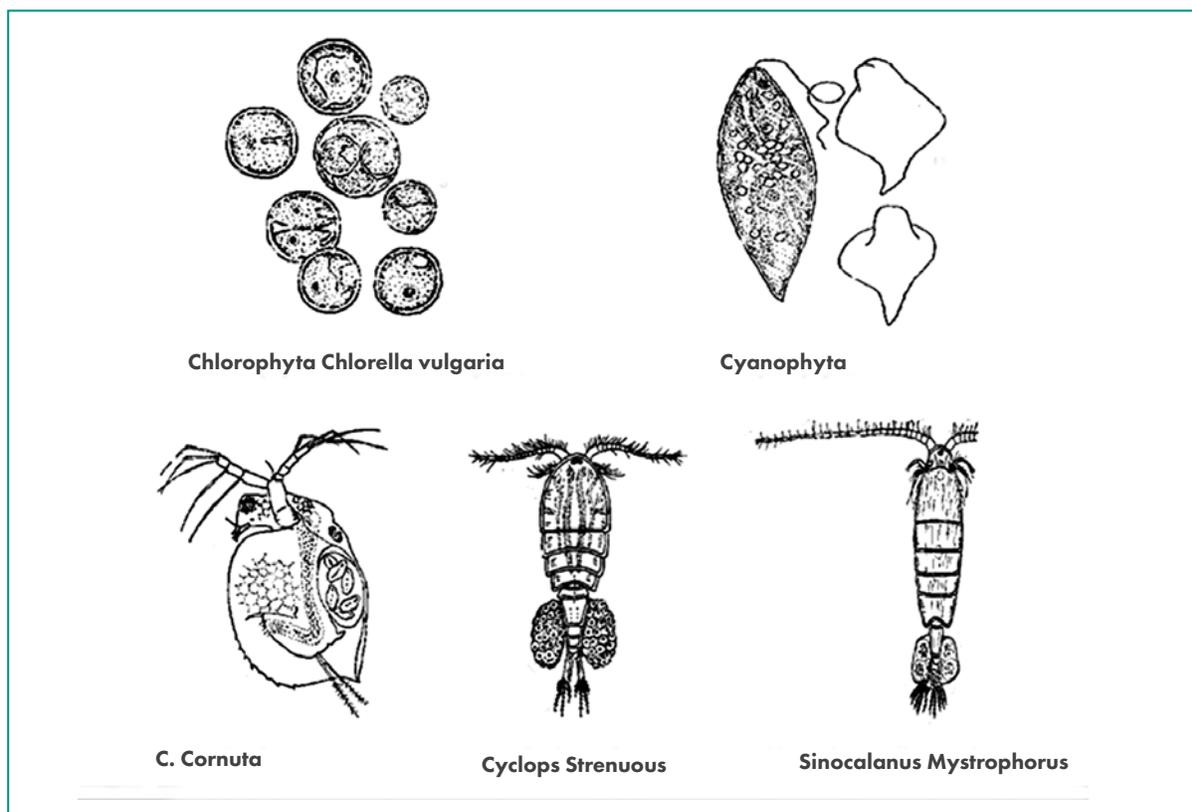


Figura 4: Microorganismo que se encontraron en el agua de la Zona de la Prueba

Se monitorearon los diferentes tipos de microorganismos en el agua durante el período de la prueba experimental. Un 80% del plancton que se encontró al inicio de la prueba era cianofitas y clorofitas. El alto porcentaje de estos tipos de plancton indica que el agua está altamente contaminada. A la vez que mejoró la calidad del agua en febrero del 2005 en los puntos T3 y T4, en esos lugares aparecieron grandes cantidades de plancton tipo crisofita y xantofita, señal de una mejoría en la calidad del agua. Antes de la prueba experimental, casi no se observaban organismos protozoarios. En enero y febrero del 2005, aparecieron en los puntos T3 y T4 grandes cantidades de protozoos y metazoos tales como C. cornuta, Cyclops strenuous y Sinocalanus mystrophorus. Incluso la presencia de pequeños peces en el río atrajo martines pescadores.

La Figura 4 muestra algunos de los microorganismos descritos anteriormente. En febrero del 2005, se encontraron grandes cantidades de protozoos y metazoos más grandes, tales como Rotífera, que dependen de pequeños protozoos y plancton. También aparecieron bancos de peces pequeños en áreas del T4, a finales de febrero del 2005. La presencia de peces pequeños en el río, incluso atrajo a martines pescadores. La Figura 4 muestra algunos de los microorganismos descritos.

El 26 de febrero del 2005, se observó una mejoría notable en el agua de T1 a T4, como lo muestra la Figura 5 de abajo.

Figura 5: Comparación de muestras de agua de T1 a T4 el 25 de febrero del 2005.



El agua antes del tratamiento en el punto T1 era gris claro con casi ninguna señal de vida. En el T2, donde se ubicó el medio de cultivo biológico, la turbidez del agua incrementó drásticamente debido a la presencia de grandes cantidades de bacterias, plancton y algas. El agua tenía un color verdoso. Río abajo, aparecieron protozoos y metazoos en T3, ayudando a reducir el contenido de algas, dejando el agua más clara. En T4, que está aproximadamente a 7 horas de corriente del D1, se encontraron peces pequeños que estaban alimentándose de una gran población de protozoos y metazoos más grandes. El agua estaba mucho más clara con una transparencia de más de 0.8 m de profundidad, donde era posible ver plantas acuáticas. La presencia de peces confirma aún más que las formulaciones bacterianas de Ecological no son patógenos y NO son dañinos para organismos vivos superiores. Mientras los protozoos y metazoos se mueven aguas arriba y más peces se mueven hacia la zona de la prueba, se espera que el agua de T3 y T4 pueda alcanzar el nivel tres de referencia, donde hay una notable claridad del agua y peces nadando en el río. Esta condición ideal con peces nadando con facilidad en el río es el objetivo fundamental que toda autoridad gubernamental quisiese lograr. Es posible rehabilitar ríos contaminados, tal como el Río Xiba con aguas de caudal lento, utilizando formulaciones fabricadas por Ecological Laboratories, al punto de alcanzar el hábitat ideal con un equilibrio ecológico natural.

Es lamentable que en el caso del Río Xiba, el proyecto no pudo mantener las condiciones antedichas, debido a las constantes descargas descaradas de grandes volúmenes de aguas residuales contaminadas. No obstante, a pesar de esto, el río mostró más resiliencia y capacidad para recuperarse con mayor rapidez ante estos eventos.

Figura 6: Muestra de agua del punto D, de la Fig. 5.

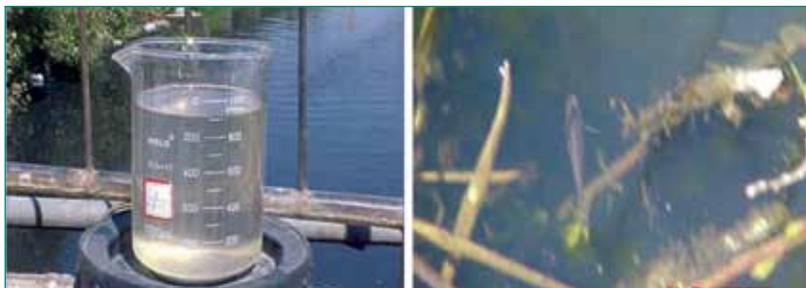


Figura 7: Aparición de peces en el Río Xiba.

Conclusión

a) Capacidad de los productos de la tecnología MICROBE-LIFT® para rehabilitar ríos

El proyecto de la prueba experimental concluyó positivamente que el tratamiento es efectivo en la rehabilitación de un río activo, tal como se logró el 27 de febrero del 2004. Tomó tres meses después de la inoculación para lograr una reducción significativa de los parámetros del agua, un período que estaba alineado con las expectativas del fabricante de 90 a 120 días. Esto se logró a pesar de temperaturas bajas inesperadas en noviembre y diciembre del 2004 e interrupciones a la prueba debido a repetidas descargas grandes de aguas residuales al río.

b) Efecto de la tecnología MICROBE-LIFT® en la reducción del mal olor

La prueba experimental también concluyó positivamente que el tratamiento es muy efectivo para la reducción de malos olores y que no es patagénico ni dañino para los peces, tal como afirma el fabricante.

c) Efecto de los cambios de pH

El agua del Río Xiba tiene un pH entre 7.0 a 7.8, lo cual es ideal para la supervivencia y multiplicación de los microorganismos. Este es un rango de pH ideal para esta tecnología.

d) Efecto de los cambios en temperatura

Los resultados de la prueba demuestran que la efectividad del producto disminuye en temperaturas por debajo de los 10 °C.

e) Conclusión sobre la medición de los parámetros

Los resultados positivos obtenidos en febrero del 2005, conlleva a la conclusión que las formulaciones de los productos de Ecological Laboratories son efectivas para reducir a la mitad los niveles de DBO, DQO, TSS, Turbidez, Nitrógeno Total y Fósforo Total entre el punto T1 al punto T4, lo cual solo representa un promedio de tiempo de retención de 7 horas. Aunque el parámetro del punto T4 no alcanzó el nivel III de referencia, como lo fijaron las autoridades, el fabricante del producto está seguro es que posible alcanzar el nivel tres, o un nivel lo más cercano al nivel tres, con el tratamiento del río completo, donde las bacterias tendrían un período más largo para reaccionar y tratar el agua. Deben adoptarse pasos prácticos para prevenir la descarga flagrante de grandes volúmenes de aguas residuales sin tratamiento hacia el río, en particular residuos químicos como las descargas alcalinas de la cementera que inhiben el crecimiento de las bacterias.

f) Dosificación

La prueba experimental inició con una inoculación a 4.7 ppm, la cual es menos de la mitad de las 10 ppm recomendada por el fabricante. No obstante, posteriormente se ajustó a aproximadamente 1 ppm por día en base al caudal diario. Esta dosificación en más alta de la recomendada para una laguna estancada cuya dosis es de 1 a 2 ppm por semana. Se recomendó una dosificación más alta para compensar por los patrones irregulares del caudal y el tiempo de retención corto en la zona de la prueba. En un proyecto de río completo, donde el período de tratamiento es más largo, se recomienda una dosis mucho más baja.

g) Efecto del medio biológico de cultivo

Aunque el medio biológico de cultivo se introdujo en un segmento de 510 metros de largo en la parte inicial de la zona de la prueba, no se pudo medir el efecto real del medio biológico de cultivo dado que no hubo un testigo para la comparación. Nosotros creemos firmemente que el medio biológico de cultivo ayuda a retener parte de los microorganismos pese a la corriente del agua. Es muy probable que esto fue uno de los factores que contribuyeron al éxito de la prueba experimental.

h) Recomendaciones para el tratamiento a futuro del río con tecnología MICROBE-LIFT®:

1. Se recomienda firmemente que la dosificación de la tecnología **MICROBE-LIFT®** para ríos activos se realice mediante un dispensador automático continuo en lugar del vertido directo al río como se realizó en este proyecto. Esto es para prevenir que la corriente lave grandes cantidades de bacterias, en el caso de un caudal inconsistente.
2. La construcción de un estante que retención de tamaño adecuado para desviar parte de las aguas residuales hacia un estanque con cultivos bacterianos **MICROBE-LIFT®**, para incrementar el conteo de bacterias antes de liberarse al río. De esta manera, se reduce significativamente el uso de **MICROBE-LIFT®** haciendo que el tratamiento del río sea más rentable. El proveedor principal de **MICROBE-LIFT®** puede proporcionar un estudio de factibilidad detallado para el cliente.
3. Introducir el medio biológico de cultivo a lo largo del río según diseño y cantidad adecuados para ríos cuyo caudal excede los 2 metros por minuto. El proveedor principal de **MICROBE-LIFT®** puede brindar asesoría al cliente sobre el diseño y dimensión del medio biológico de cultivo.

Este informe se preparó en conjunto con el Profesor Hu Kailin de la Universidad Kunming de Ciencia y Tecnología y el Sr. Goh Kwang Beng de **Ecological Laboratories**.

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

CS17201