



CONVENIO DE  
PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA  
CON EL SECTOR  
PANELERO

CORPONARIÑO,  
FEDEPANELA, INSTITUTO  
DEPARTAMENTAL DE  
SALUD, COOPANELA,  
ALCALDÍA MUNICIPAL DE  
LINARES, ANCUYA Y  
SANDONÁ



SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE  
TRAPICHES PANELEROS.

UN APOORTE AL CONOCIMIENTO Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL



## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

**ROBERT MAURICIO RAMOS**

DIRECTOR GENERAL

**YOLANDA BENAVIDES**

SUBDIRECTORA DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL

**JUAN CARLOS ARTEAGA**

SUBDIRECTOR DE INTERVENCIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

**ADRIANA LÓPEZ DELGADO**

COORDINADORA DE VENTANILLA AMBIENTAL

**DISEÑO TÉCNICO**  
**ADRIANA LÓPEZ DELGADO**  
INGENIERA QUÍMICA

**APOYO**  
Ing. AI. **CARMEN ELIZABETH ARTEAGA**  
Ing. **LILIANA ARCINIEGAS**  
**JEAN PAUL TUPAZ FLOREZ**

### **AGRADECIMIENTOS:**

FEDEPANELA

ALCALDÍAS MUNICIPALES DE ANCUYA, LINARES Y SANDONÁ

FUNDASES - MINUTO DE DIOS

TRAPICHES BENEFICIARIOS:

MUNICIPIO DE LINARES: BRISAS DEL GUÁITARA, CENTRAL, LA HOYA, LA CABAÑA Y ASOPAL

MUNICIPIO DE ANCUYA: EL PORVENIR, FLOR DE CAÑA, SAN JOSÉ, NUESTRA SEÑORA DE LA VISITACIÓN, LA TORRESILLA Y CENTRAL

MUNICIPIO DE SANDONÁ: MANANTIAL, EL VERGEL, SAN MIGUEL, VILLA AURORA, CAÑAVERAL, EL GUADUAL, EL PELAYO Y DULCENAR

CONVENIO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA CON EL SECTOR PANELERO





## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

Fueron 20 los sistemas de tratamiento de aguas residuales construidos con el esfuerzo de CORPONARIÑO y su Ventanilla Ambiental, las administraciones municipales de Sandoná, Linares y Ancyua, FEDEPANELA y el Instituto Departamental de Salud, en el marco del Convenio de Producción Mas Limpia suscrito con este grupo de actores y Coopanela Ltda en el año 2006.

Una primera fase del proceso giró entorno al diseño de la tecnología que se habría de emplear para tratar las aguas servidas de esta industria, caracterizadas por su alta carga orgánica, su acidificación temprana y el flujo discontinuo que se presenta tanto en la jornada laboral como en los días de producción por semana.

Una vez diseñado el prototipo del sistema modelo, se dimensionaron sus características, se plasmaron en planos y con ello, se abrió paso a la construcción de la obra, sobre la que se desarrolló una segunda fase de carácter experimental, en la que se hicieron chequeos de flujo, análisis de adaptación de las biopelículas naturales y análisis fisicoquímicos de eficiencia, que sirvieron de base para tomar los



respectivos correctivos y ajustes necesarios para la adaptación específica y optimización tanto de la tecnología como de cada uno de los sistemas.

FIGURA 1. IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO



Localización, replanteo y excavación para montaje de los tanques



Implementación canal de aireación

Vale destacar que el ajuste y estandarización de los sistemas fue necesario en razón a que el modelo tipo y experimental instalado requirió adaptaciones a las circunstancias propias de operación de cada trapiche, que van desde los inadecuados o incompatibles sistemas de evacuación y empalme de cada establecimiento, los comportamientos inadecuados de los operarios y el modus operandi de cada





empresa, hasta algunos factores ambientales que también incidieron sobre determinadas construcciones o parte de ellas. Los ajustes realizados permitieron optimizar las condiciones iniciales, resolver las dificultades presentadas y preparar el ecosistema para recibir los microorganismos eficaces (EM) encargados de brindar el tratamiento adicional a los vertimientos.

Una vez inoculados los microorganismos, fue necesario esperar su respuesta y medir su comportamiento y eficiencia frente al vertimiento; nótese que en Colombia no se conocían experiencias similares de EM con vertimientos de trapiches, de tal forma que la información arrojada siempre fue una expectativa frente a las perspectivas teóricas a las que se apostó en el diseño del sistema. Pues bien, se hizo el respectivo seguimiento a la etapa y se tomaron varias muestras de agua que se analizaron en el Laboratorio de CORPONARIÑO, encontrando que la remoción en carga contaminante fue mucho mayor a la esperada, aún sin la adición de microorganismos.

El último paso de este proceso se pretende desarrollar con esta cartilla, y corresponde al trabajo de socialización y divulgación de la experiencia con el fin de que ella se convierta en una alternativa técnicamente viable y económicamente competitiva frente a otras posibilidades del contexto actual, donde el productor panelero debe acatar una serie de comportamientos e inversiones que le permiten



no solo el cumplimiento de un requisito legal ambiental y sanitario sino además, su competitividad frente al mercado moderno que exige este tipo de responsabilidades frente a los recursos naturales.

## BASE TECNOLÓGICA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El funcionamiento de estos sistemas radica en remover la materia orgánica proveniente de las descargas residuales generadas en la botija, cachacera y lavado de gaveras, moldes, pailas, pisos, mesones e instalaciones en general, mediante la acción de procesos físicos y microbiológicos asistidos con la adición de cepas mejoradas.

El sistema está dotado de las siguientes unidades: un tanque de recolección y quietamiento, una trampa de residuos flotantes (grasas, aceites, cenizas y algunos sólidos no sedimentables), dos tanques digestores provistos de un lecho de inoculación, soporte y crecimiento de microorganismos y finalmente, un canal de aireación del agua, en el que se acondiciona un medio aerobio mas similar al de las fuentes receptoras, a fin compatibilizarlas evitando impactarlas con un agua totalmente carente de oxígeno y ávido del mismo.





FIGURA 2. ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO



FIGURA 3. PERFIL HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

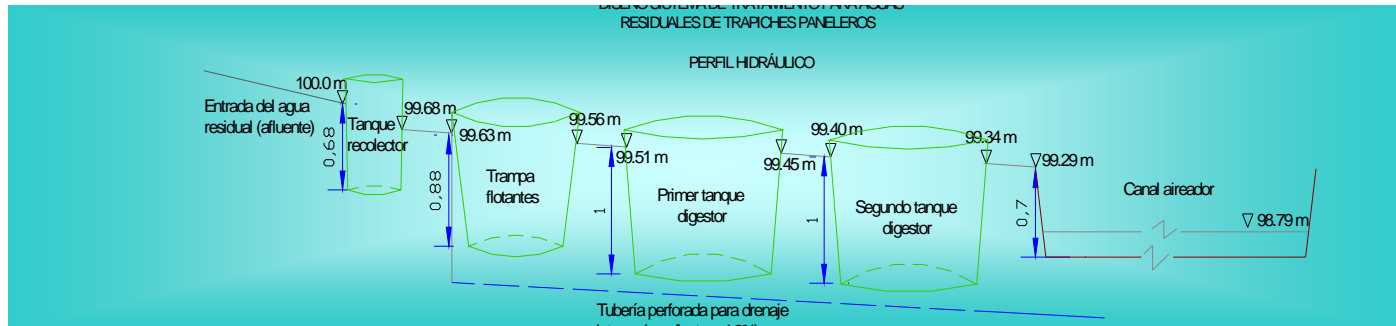
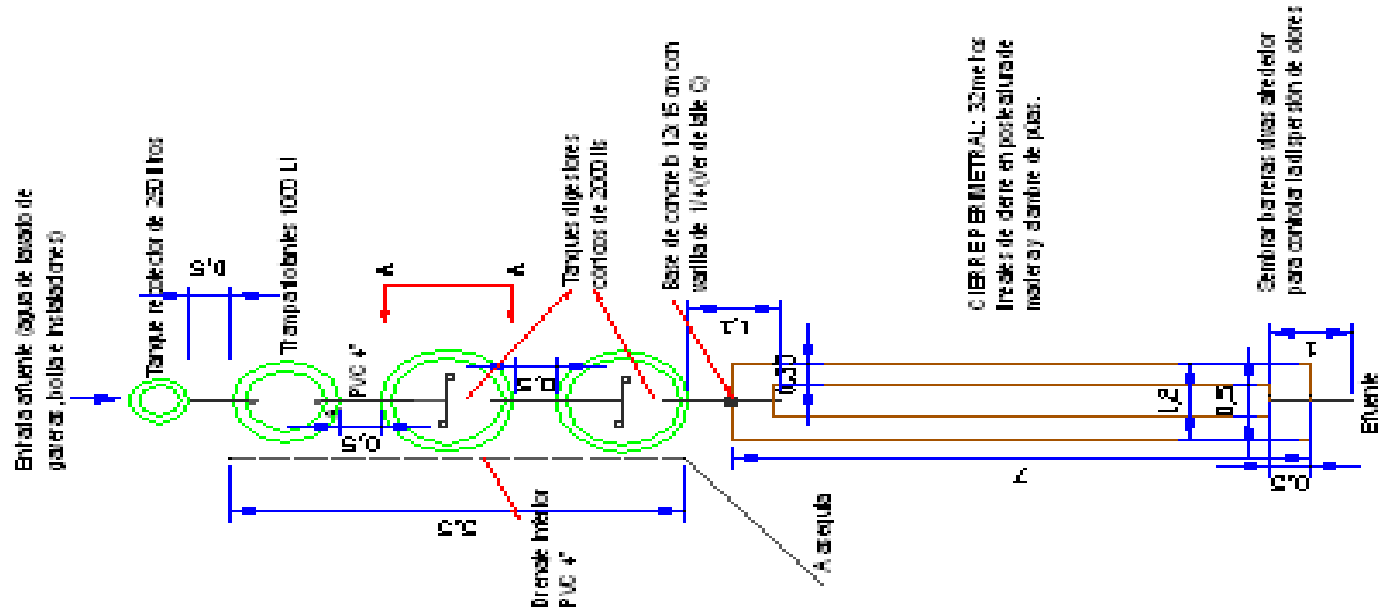


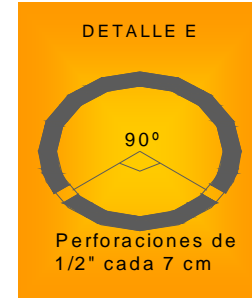
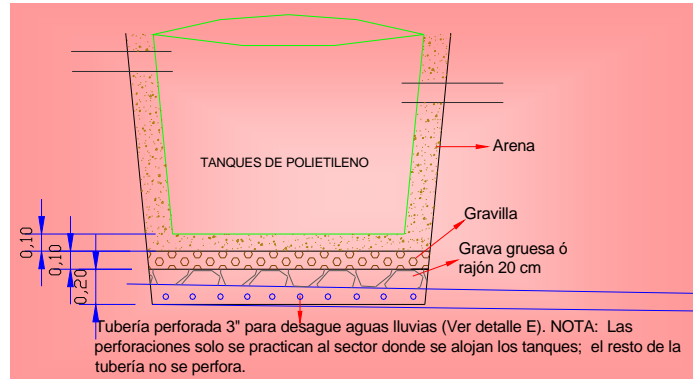


FIGURA 4. VISTA DE PLANTA Y DETALLES DE INSTALACIÓN DE TANQUES





## SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DE TRAPICHES PANELEROS



### Ventajas del sistema:

- Instalación muy sencilla
- Mucho más económico que otras alternativas
- Mínima área total requerida
- Fácil operación y mantenimiento
- Altamente eficiente aún sin la adición de microorganismos
- Permite cumplir con las exigencias legales tanto en materia sanitaria como ambiental



### Desventajas:

Ya que es un sistema que maneja un importante contenido de azúcares y además combina unidades anaerobias y aerobias, su operación es susceptible a la generación de olores y a la proliferación de insectos, lo cual, por una parte requiere que su instalación se realice en sitios aislados de la producción, o que se acondicionen barreras físicas que lo separen de esta, y por otra, puede requerir (según el caso) la adición de cal o de microorganismos eficientes para que disminuya la generación de olores e incluso contribuyan al restablecimiento de pHs mas neutros.

Los olores en las aguas residuales son normales y previsibles pero en este caso, solo son ligeramente perceptibles y no logran ser ofensivos ni mucho menos intolerables, salvo que la operación y el mantenimiento del sistema o de alguna de sus unidades no sean los adecuados.

**PARA TENER EN CUENTA:** Todas las aguas residuales generadas en una actividad productiva, deben conducirse hacia un sistema de tratamiento adecuado, en donde se remueva el 80% de la carga contaminante, tal y como lo establece el Decreto 1594/84. En función de ello, es preciso tramitar el "Permiso de Vertimientos" lo cual se realiza en las oficinas de CORPONARIÑO.





FIGURA 3. ESQUEMA EN CAMPO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO



Trapiche Central - Municipio de Ancuya



Trapiche La Hoya - Municipio de Linares

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS COMPONENTES

### A. Caudal de Diseño

El sistema se construyó para manejar un caudal medio de 0,3 litros por segundo, emitido durante un lapso de 9 horas por día, aún cuando se presentan picos de excesivo caudal y otros de muy bajo flujo que llega incluso a nulo al igual que en las noches y en los días no laborados (3 de 7 días de la semana).



## B. Características del agua de entrada (afluente)

Las condiciones de ingreso del vertimiento se analizaron en el laboratorio y mostraron los siguientes resultados promedio:

- Ⓢ DBO: 35.333 mg/lit
- Ⓢ DQO: 77.227 mg/lit
- Ⓢ PH: 4.47
- Ⓢ Sólidos suspendidos: 32.040 mg/lit
- Ⓢ Sólidos Totales: 58.698 mg/lit



Características visuales típicas del vertimiento

**NOTA DE INTERÉS:** La DBO, DQO (Demanda Biológica y Química de Oxígeno respectivamente), los sólidos suspendidos y totales y el pH son parámetros de medición del nivel de contaminación de un vertimiento. Entre más altos sean estos valores, significa que producen mayor impacto negativo sobre los lugares donde se dispongan (fuentes de agua ó suelo). De ahí la importancia de nunca disponer ningún vertimiento antes de someterlo a un sistema de tratamiento adecuado.



Adicionalmente se tomó en cuenta la información aportada por los trabajadores del sector quienes afirmaron y previnieron sobre el efecto altamente corrosivo del vertimiento. Esta característica influyó radicalmente sobre el tipo de materiales escogidos para la construcción del sistema.

### C. Tambor de recolección

Consiste en un tambor plástico de 250 lt dispuesto para recolectar los vertimientos que en muchos trapiches confluyen por diferentes tuberías. Sustituye o semeja una cajilla de entrada que a su vez es utilizada como punto de inspección y muestreo, facilitando así la labor de control y seguimiento al sistema.



Trapiche El Pelayo – Municipio de Sandoná

En esta unidad el vertimiento se aquieta y pierde una pequeña parte de sus sólidos mas pesados y finalmente, se canaliza hacia una única tubería que dirige el vertimiento hacia la primera unidad de pretratamiento constituida por la trampa de flotantes.

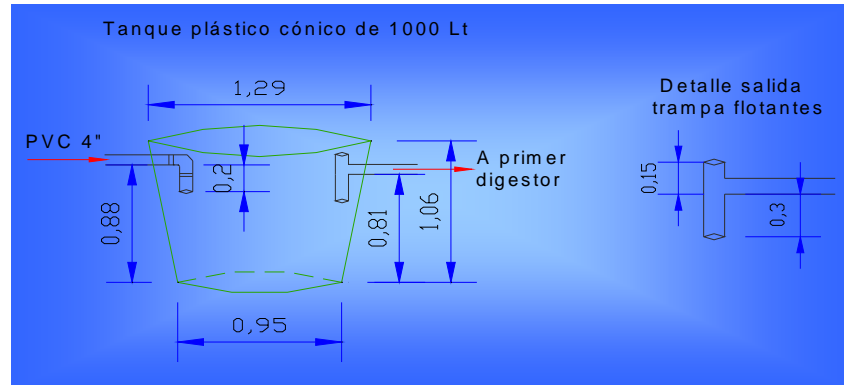


### D. Trampa de flotantes

Tanque plástico de 1000 litros, diseñado con un tiempo de retención del vertimiento de una hora, lo cual se estableció teniendo en cuenta que la unidad debería cumplir una doble función de decantación y flotación para gran parte de los sólidos sedimentables y flotantes característicos de este tipo de aguas residuales; así pues, se escogió un periodo de retención promedio entre el de un clarificador y el de una trampa de grasas.



Trapiche La Cabaña - Municipio de Linares



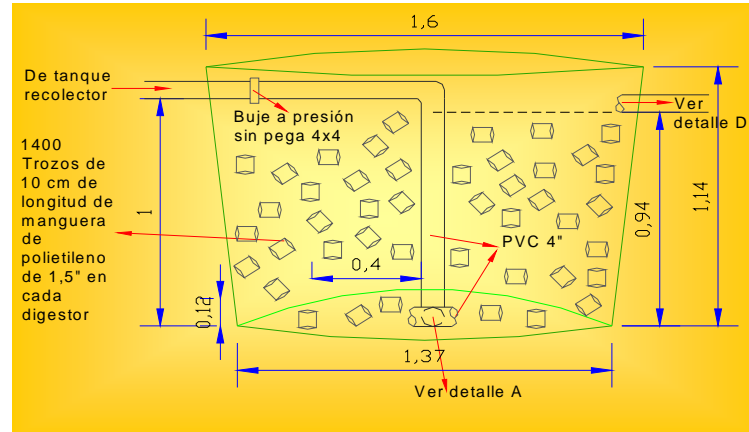


### E. Unidades de digestión

Se instalaron dos tanques plásticos de 2000 litros cada uno, provistos de un medio de soporte igualmente plástico (trozos de manguera) en el que se permite la formación y desarrollo de las biopelículas encargadas de la descomposición del vertimiento.



Trapiche Brisas del Guáitara - Municipio de Linares



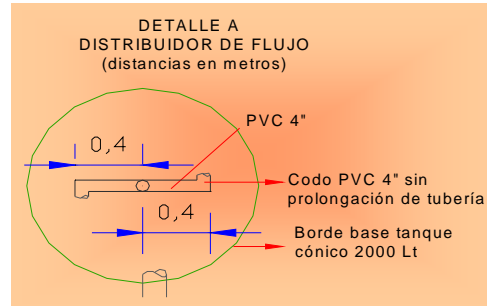


## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

El vertimiento entra por el fondo a cada tanque y asciende a través de su medio de soporte hueco y flotante - trozos de manguera de polietileno-, donde se forma un gran ecosistema microbiológico encargado de digerir la materia orgánica contenida en el agua.



Trapiche El Porvenir - Municipio de Ancuya



**IMPORTANTE.** La inserción de clavos de 6" en las salidas del distribuidor y en la tubería de salida de los tanques digestores, evita el paso de los trozos de manguera y otro material sólido de gran tamaño que pueda provocar taponamiento del sistema.







La acción microbial es asistida por la incorporación de EM (microorganismos eficientes), que se comercializa en presentación líquida y cuyas características organolépticas son muy similares al “guarapo” de caña salvo que no es dulce; se compone principalmente por levaduras, bacterias acidolácticas y bacterias fotosintéticas que desarrollan una sinergia metabólica que permite su aplicación en el tratamiento de aguas residuales y el control de olores.



Esta tecnología fue desarrollada por la Facultad de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa – Japón y se encuentra patentada y comercializada recientemente en Colombia. Tanto el modelo implementado como su trabajo con la tecnología EM en aguas industriales de trapiches no tienen antecedentes registrados en Colombia y por ello, el presente trabajo hace un aporte innovador al desarrollo tecnológico en el campo del tratamiento de aguas.



- **Forma de aplicación de los EM:** Las dosis de EM se administran en una sola aplicación y directamente en cada unidad de tratamiento. Esto se hace con la ayuda de un embudo y una manguera adaptada de tal forma que el líquido EM logre ingresar unos 40 centímetros por debajo de la superficie de cada tanque. Dado que los EM son organismos vivos, estos no deben entrar en contacto con detergentes ni desinfectantes o remedios que puedan eliminarlos; deben guardarse en un lugar oscuro y fresco, por un tiempo no mayor a 45 días calendario, después de los cuales el contenido pierde sus propiedades y debe desecharse (este residuo es un líquido inocuo que puede aplicarse sobre una corriente de agua o sobre el suelo sin que tenga riesgos negativos sobre sus ecosistemas).

Luego de varios ensayos con diferentes dosis de aplicación de EM, se llegó a la conclusión que la dosificación de mejor comportamiento en el sistema es la siguiente:

**Primer día de aplicación:** La primera inoculación es mayor debido a que se debe inicializar el sistema y abrir paso a un hábitat más adecuado para la evolución de estos microorganismos seleccionados. La dosis utilizada fue de un (1) litro de EM por cada metro cúbico de volumen de tanques, y de 0,5 litros de EM para los 7 metros cuadrados de espejo de agua del canal de aireación (unidad que se presenta en el siguiente tema).





Así pues, las cantidades puntuales fueron:

DOSIS EN TRAMPA DE FLOTANTES	1 litro
DOSIS EN PRIMER TANQUE DIGESTOR	2 litros
DOSIS EN SEGUNDO TANQUE DIGESTOR	2 litros
DOSIS EN CANAL DE AIREACIÓN	0,5 litros
<b>TOTAL LITROS</b>	<b>5,5</b>

*A la primera (1ª) semana:* La dosificación se reduce debido a que encuentra un ecosistema más favorable para el desarrollo de los microorganismos a incorporar. La dosis aplicada fue de un (1) litro de EM por cada dos metros cúbicos de volumen de tanques, y de 0,5 litros de EM para los 7 m<sup>2</sup> de espejo de agua del canal de aireación. Las cantidades específicas usadas fueron:

DOSIS EN TRAMPA DE FLOTANTES	0,5 litro
DOSIS EN PRIMER TANQUE DIGESTOR	1 litros
DOSIS EN SEGUNDO TANQUE DIGESTOR	1 litros
DOSIS EN CANAL DE AIREACIÓN	0,5 litros
<b>TOTAL LITROS</b>	<b>3</b>



***A las dos (2) semanas y en adelante (cada 8 días):*** La dosis se estabiliza en un mínimo equivalente a la mitad de la anterior y ello corresponde a las siguientes cantidades:

DOSIS EN TRAMPA DE FLOTANTES	1/4 litro
DOSIS EN PRIMER TANQUE DIGESTOR	0,5 litros
DOSIS EN SEGUNDO TANQUE DIGESTOR	0,5 litros
DOSIS EN CANAL DE AIREACIÓN	0,5 litros
TOTAL LITROS	1,75

Nótese que el volumen de EM utilizado en el canal aireador no disminuye y esto es, debido a la necesidad de controlar los olores que se producen principalmente en esta unidad por efectos del cambio que experimenta el vertimiento desde un medio totalmente séptico (sin oxígeno) hasta otro completamente aeróbico con sus propias dinámicas.





Dado que los EM son organismos vivos, estos no deben entrar en contacto con detergentes ni desinfectantes o remedios que puedan eliminarlos; deben guardarse en un lugar oscuro y fresco, por un tiempo no mayor a 45 días calendario, después de los cuales el contenido pierde sus propiedades y debe desecharse (este residuo es un líquido inocuo que puede evacuarse sobre una corriente de agua o sobre el suelo sin que tenga riesgos negativos sobre sus ecosistemas).

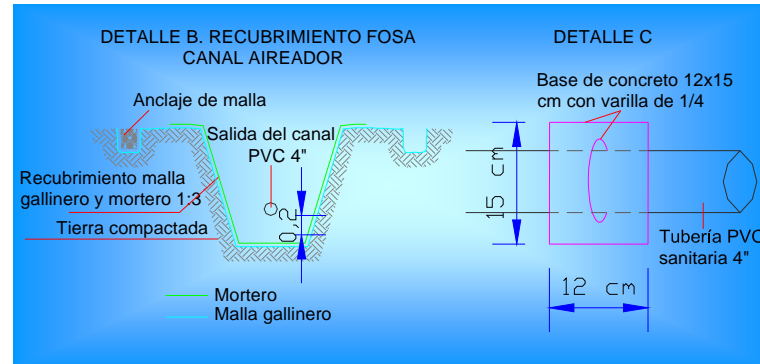
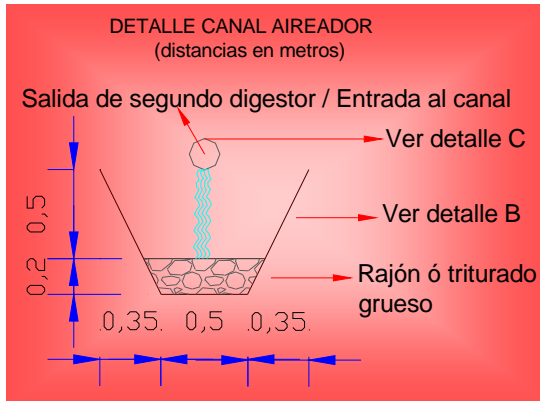
El líquido debe distribuirse por toda el área del tanque evitando así que el EM se acumule en un solo punto; para ello, solo es necesario mover constantemente la manguera sumergida en diferentes direcciones mientras se está haciendo la aplicación. Al llegar al canal de aireación, el EM debe asperjarse a lo largo y ancho del espejo de agua, lo cual se hace con la ayuda de una regadera o una bomba de fumigación.





### F. Canal aireador

Es una excavación recubierta con malla de gallinero y mortero 1:3 (para una mayor estabilidad de los taludes), en donde el agua proveniente del segundo tanque digestor, recibe un proceso de oxigenación antes de vertirse a la fuente receptora.





## RESULTADOS DE LA TECNOLOGÍA DESARROLLADA

Los modelos piloto de tratamiento implementados arrojaron excelentes resultados, aún sin la adición de los EM. La experiencia se llevó a cabo en tres trapiches de Sandoná y Linares, en los cuales se realizaron pruebas de eficiencia desde una condición de partida sin la presencia de microorganismos, hasta muestreos en diferentes tiempos de inoculación y adaptación de la tecnología EM en las condiciones especiales del vertimiento. En promedio, las eficiencias mostradas por el sistema en general fueron las siguientes:

### RESULTADOS SEGÚN ANÁLISIS DE LABORATORIO

CONDICIONES PROMEDIO (mg/lit)		DBO	DQO	S. Susp	S. Tot	pH
Q = 0,3 lt/seg	Afluente	35.333	77.227	32.040	58.698	4.47
	Efluente	5.625	10.322	207	3.054	4.14
	Remoción (%)	91	93	99	97	



## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

Como puede apreciarse, el sistema desarrollado no solo permite cumplir con los parámetros exigidos por el Decreto 1594/84 en cuanto a remoción en carga contaminante sino que además, arroja eficiencias de descontaminación muy altas que permiten hacer uso del agua de salida, previa neutralización de su pH.

**PARA TENER EN CUENTA:** Todo sistema de tratamiento debe someterse a mantenimiento continuo para garantizar su óptima operación. Así mismo, es recomendable realizar un análisis fisicoquímico del agua de entrada y salida del sistema por lo menos una vez al año, con el fin de verificar que el porcentaje de remoción cumple con las disposiciones legales.



Agua de entrada y salida del sistema de tratamiento





## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El buen desempeño del sistema requiere no solo atención a las tareas habituales de mantenimiento en los tanques y el canal de aireación sino además, una serie de actitudes frente al proceso mismo de evacuación de los residuos generados en la producción de panela. Así pues, empezaremos por advertir de la necesidad de cumplir con las siguientes actividades dentro del trapiche:

- Debe tenerse claro que los líquidos de trabajo son aguas residuales y por ello demandan cuidado puesto que su descomposición incontrolada genera problemas sanitarios y ambientales que pueden repercutir sobre la salud de los operarios e incluso sobre la inocuidad del producto.

**IMPORTANTE.** Las cenizas generadas en la hornilla del trapiche, **NUNCA** deben conducirse al sistema de tratamiento. Este residuo debe recogerse manualmente y compostarse. No obstante, si no es posible separar estos elementos deberá implementarse una “trampa de cenizas” con todas las rejillas y filtros necesarios para retener este material antes de su ingreso al sistema.



Trapiche Cañaveral -Sandoná



## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

- Teniendo en cuenta que los vertimientos provenientes de la botija y cachacera contienen una alta carga de residuos sólidos (sedimentos muy finos o lodos, y cachaza o bagazo de menor tamaño) que en muchos trapiches se están evacuando junto a los líquidos residuales -que son los únicos que deberían pasar por la tubería-, es necesario implementar una medida de retención manual que impida el paso de estos sólidos hacia el sistema de tratamiento, pues de no hacerlo, se presentarían continuos taponamientos que impedirían el flujo normal de agua y por consiguiente, el rebose incontrolado de los tanques que puede llevar incluso al levantamiento de los mismos.



Residuos sólidos que NO deben pasar al sistema de tratamiento



Sedimentos del vertimiento que se colmatan y obstruyen la tubería si no se realiza mantenimiento



La medida en referencia puede producirse con la instalación de una malla, una rejilla o un filtro dentro de la botija o cachacera, justo a la salida del vertimiento para evitar el paso de los citados residuos. Aunque esta pauta implica un mayor esfuerzo al tener que retirar continuamente los residuos que se presenten, debe pensarse que es mejor hacerlo en este sitio, que estar suspendiendo el sistema de tratamiento, manipulando aguas servidas estancadas y haciendo reparaciones en tuberías atascadas y colmadas de sedimentos en proceso de descomposición.

- Debido a que los sistemas de tratamiento se encuentran en contacto directo con el terreno, debe manejarse muy bien el agua lluvia pues una sobrepresión ejercida por éstas bien podría levantar los tanques aún estando llenos.



Deformación y levantamiento de tanques por infiltración de agua lluvia en las excavaciones que los alojan



## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

- Por la razón anterior, los tanques deben permanecer llenos aún cuando el trapiche este fuera de servicio. Si se prevé que no habrá molienda en un periodo mayor a una semana, es preciso cambiar las aguas servidas que estén alojadas, por aguas crudas o lluvias o limpias para evitar la putrefacción en los tanques y el consecuente daño ambiental y sanitario del agua residual estancada.
- En su posición semienterrada, se sugiere realizar un drenaje inferior de tal manera que las aguas lluvias presentes en el terreno que rodea al tanque tengan un mecanismo de evacuación por la parte mas baja, o en su defecto, practicar unas zanjas de drenaje a lado y lado del sistema, con una separación de mínimo 2 metros de los tanques a fin de no desestabilizar los taludes que los soportan.
- Para compatibilizar el flujo de agua con la capacidad y el desempeño del sistema de tratamiento, es necesario que los empresarios adecuen las salidas de botija y tanques de lavado de tal manera que se disminuya su caudal y logre ingresar con mayor quietud a la masa de agua que se aloja y evoluciona en cada tanque del sistema. Así pues, en aquellas botijas y tanques de lavado que salgan en 4 o mas pulgadas, es preciso instalar reducciones hasta lograr disminuirlas a 3", aunque lo ideal serían 2 pulgadas.





**PARA TENER EN CUENTA:** Otra manera de disminuir la velocidad de salida del agua de lavado de la botija, es el implementar dos desagües: uno de 4" que conduzca el jugo de caña hacia las pailas y otro de 2" que conduzca el agua de lavado hacia el sistema de tratamiento. Entonces, cuando se quiera conducir el jugo de caña, se dispondrá un tapón al desagüe de 2" (que puede ser una prolongación de la tubería a la altura de la botija) y viceversa.



- Las personas que realicen el mantenimiento deben estar protegidas con guantes y botas.
- No se debe fumar cerca al sistema pues una emanación de metano podría originar una explosión.

Ahora bien, ya en el sistema de tratamiento se deberán cumplir las siguientes condiciones mínimas de mantenimiento, lo cual permitirá un funcionamiento normal:



### **Tambor de Recolección:**

Dado que en el tambor se presentará sedimentación de los residuos gruesos más pesados, es preciso evacuarlos manualmente o con rastrillo al menos una vez por semana. Los residuos sólidos extraídos de esta unidad, al igual que otros residuos orgánicos frescos deberán someterse a procesos de compostación o lombricultura antes de ser utilizados como fertilizante natural (ver anexo de compostaje y lombricultivo).



Residuos sólidos que se acumulan en el tambor de recolección

### **Trampa de Flotantes:**

En esta unidad que está diseñada para separar la mayor parte de residuos sólidos presentes en el vertimiento, se presentará sedimentación y flotación de residuos los cuales deben ser removidos cada





vez que su altura alcance un cuarto (1/4) de la altura del tanque. Este nivel se mide sumergiendo cuidadosamente una manguera o tubo de 1 pulgada de diámetro en el tanque, vigilando el momento en el que dicho objeto encuentra oposición a su movimiento en caída libre; en dicho instante se extrae la manguera y se mide la distancia húmeda, la cual se comparará con la medida que se humedece al introducir completamente la misma barra. Esa diferencia se reportará como la altura de los lodos acumulados en el fondo y con base en ello se tomará la determinación de evacuarlos o no del tanque.

Manualmente, la evacuación se realiza con la ayuda de un balde y una barra o simplemente, vaciando todo el contenido del tanque y cuidando de aislar los líquidos, de todas las natas y demás sedimentos. Los líquidos deben incorporarse en los tanques de digestión; los sólidos deben estabilizarse y neutralizarse (adición de cal agrícola y reposo bajo cubierta por no menos de 20 días) antes de utilizarse como fertilizante en los cultivos.

### **Tanques Digestores:**

El mayor inconveniente de estos tanques y sobre el que se debe estar pendiente por lo menos dos veces al mes, consiste en los taponamientos que se presentan en el distribuidor de PVC, es decir en las tuberías del fondo de cada tanque, especialmente en los tres codos que permiten el cambio de dirección del flujo.



## SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES PARA TRAPICHES PANELEROS

El problema es fácilmente detectable pues cuando el taponamiento empieza a complicarse, el primer tanque o trampa de flotantes sube de nivel e incluso se desborda. Lo mismo puede ocurrir con el segundo digester y en este caso, cuando su distribuidor esté atascado, será en el primer digester donde se refleje el problema y se percibirá por una elevación inusual del nivel de agua e incluso por su rebose o desbordamiento. Para resumir, cuando se observe desbordamientos ó reboses en un tanque, será necesario hacer revisiones y mantenimiento en el siguiente tanque y no en el mismo como algunas veces suele pensarse.

Ahora bien, para efectuar el mantenimiento de estas unidades, primeramente se desprende el distribuidor de flujo, desde el buje o unión sin pega que debe instalarse siempre en la tubería de entrada a cada tanque; seguidamente se extrae el distribuidor, se le quitan todas las acumulaciones de sedimentos para luego instalarlo nuevamente a presión, sobre la citada unión que siempre deberá quedar sin pega para facilitar las constantes revisiones que deben hacerse. Esta operación puede realizarse incluso sin desalojar el agua del tanque.







Buje o unión sin pega



Retiro del distribuidor de flujo para eliminar obstrucciones de la tubería

De otra parte, cuando se presente una biopelícula muy densa o altamente poblada en las mangueras de los tanques, es procedente extraer las natas, sacar las mangueras y sacudirlas, reincorporándolas inmediatamente al tanque para evitar que su humedad y características se pierdan. Tanto los residuos (mínimos) que logren acumularse en el fondo como los que se extraigan de las mangueras deben estabilizarse y neutralizarse antes de utilizarse como fertilizante en los cultivos (adición de cal agrícola y reposo bajo cubierta por no menos de 20 días).



### Canal de Aireación:

Esta unidad merece un cuidado especial debido a que un mal mantenimiento puede ocasionar inconvenientes de olores e insectos en los alrededores, lo cual es inaceptable en una industria de alimentos como es el caso de los trapiches.

Para el mantenimiento de esta unidad se deben tener en cuenta las siguientes prácticas:

- Instalación y mantenimiento de barreras físicas que bien pueden ser barreras vivas conformadas con especies vegetales frondosas, de rápido crecimiento, raíces poco profundas y ojalá con beneficios aromáticos. Según la ubicación del sistema y el grado de importancia que cobre la generación de olores, puede pensarse en el aislamiento radical de esta unidad con plástico u otro material a manera de invernadero, con única ventilación hacia un sitio estratégico.
- Es muy adecuado rociar cal sobre el espejo de agua, lo cual, además de reducir eficazmente la generación de olores, aumenta el pH del agua y la compatibiliza con los requerimientos legales de





evacuación de vertimientos. Adicional a esto, se deben evacuar constantemente tanto las natas que se forman en la superficie, como los residuos sólidos o elementos externos que logren caer al canal.

- El control de insectos debe ser el mismo que se aplica en el área de producción.
- Es importante cercar todo el sistema con malla eslabonada y postadura de concreto cada 1.5 metros, considerando los posibles accidentes que pueden sobrevenir por caídas o manipulación por parte de niños e incluso animales de la granja como perros y gallinas.

Finalmente, es menester recordar que TODOS los productores paneleros están legalmente obligados a cumplir con la normatividad ambiental y eso incluye el trámite de un Permiso de Vertimientos que a su vez conlleva a la instalación de un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales que permita descargar el vertimiento en las condiciones de descontaminación señaladas en el Decreto 1594/84, a lo cual responde plenamente el sistema que aquí se presenta.

Si desea mayor información, contáctenos:

**VENTANILLA AMBIENTAL DE NARIÑO - CORPONARIÑO**

**TEL. 7309282 - 85 EXT. 214**





## ANEXO

### COMPOSTAJE

Es un proceso natural en el que hongos y bacterias transforman la materia orgánica animal o vegetal en compost para ser aplicado como abono natural en los cultivos. Su fabricación se realiza en cuatro pasos sencillos que son:

**PASO 1. Construcción de la compostera:** La infraestructura es muy sencilla y consta de un piso impermeable, unas paredes bajas que contengan el material, y una cubierta firme que proteja el abono del sol y de la lluvia y a su vez permita la aireación de las pilas de compostación. La construcción puede hacerse con materiales de la región como guadua, esterilla y tablas, plástico, zinc.

**PASO 2. Selección del material a compostar:** Luego de clasificar los residuos orgánicos (cachaza, bagazo, lodos y natas del sistema de tratamiento de vertimientos, rastrojos, estiércol, residuos de cosechas y podas) se pican y disponen en la compostera.





**NOTA DE INTERÉS:** Por cada metro cúbico de residuos orgánicos se obtienen entre 500 y 600 kilos de abono natural.

**PASO 3.** *Formación de capas:* Se deben formar capas de diferentes materiales hasta alcanzar una altura de 1.5 m. Las capas se disponen en el siguiente orden:

20 cm de material orgánico - 2 cm de tierra negra - 5 cm de estiércol - 1 cm de ceniza - 1 cm de cal

**IMPORTANTE:** Cada capa que se adicione debe humedecerse con agua. Es conveniente colocar guaduas en forma vertical para que sirvan como respiraderos, pero deben ser retiradas cuando se alcance la altura de la compostera.

**PASO 4.** *Riego y Volteo:* Es importante regar la pila de compost cada semana, y voltearla por lo menos cada mes. Cuando el compost se enfría y huele a tierra fresca estará listo para aplicarlo al suelo (aproximadamente dos meses). Debe almacenarse en un sitio aireado, seco y bajo sombra.



**PARA TENER EN CUENTA:** Para empacar o utilizar el compost, este no debe estar completamente seco y para medir su humedad puede practicarse la prueba del puño: Coja un puñado de tierra y apriete la mano; si gotea agua entre los dedos es porque está muy húmedo, pero si al apretar forma una bolita y si al dejarla caer no se deshace, el abono está listo y en buenas condiciones.

## 🌱 LOMBRICULTIVO

La lombricultura es una técnica que permite aprovechar tanto las lombrices como el humus ó vermicompost; las lombrices son ricas en proteínas y son aptas para alimentación de cerdos, gallinas y peces y el humus por su parte es un abono natural que recupera las bondades del suelo. La especie de lombriz más utilizada es la roja californiana porque se reproduce rápidamente (1500 lombrices anuales), tiene alta resistencia a condiciones medioambientales adversas, una alta longevidad (16 años de vida) y resiste altas densidades poblacionales (hasta 50.000 lombrices por metro cuadrado). Los pasos para implementar un lombricultivo son muy sencillos:





**PASO 1.** *Construcción de camas:* son cajones que pueden fabricarse con guadua, esterilla, madera o ladrillo. Las medidas de las camas dependen del espacio disponible, sin embargo se recomienda un ancho de 1 metro y un alto de 40 a 50 cm.

**PASO 2.** *Sustrato o material de la cama:* el sustrato a emplearse, capa de aproximadamente 20 cm, puede ser conformado por varios materiales: estiércol, desechos de plantas ó podas, pulpa de café, papel, tallos, hojas, cáscaras de alimentos, residuos de cocina. Para sustratos sin maduración se procede a realizar riegos abundantes durante una semana consecutiva y después cada tres días hasta completar el mes. Si en este tiempo cumple con el pH, temperatura y humedad apropiada, se puede realizar la siembra. El material debe estar bien fraccionado y maduro antes de aplicarse en la cama. La condición general que debe reunir el sustrato es que no se compacte, que sea buen retenedor de humedad y permita una aireación constante.

**PARA TENER EN CUENTA:** Las condiciones adecuadas de pH, T y humedad son:

- ❖ pH = De 6.5 a 7 (Fácilmente medible con cinta medidora de pH)
- ❖ Temperatura (°C) = De 18 a 25 °C
- ❖ Humedad = De 80 a 85% (si apretamos un puñado de sustrato y se compacta pero no escurre)



**PASO 3. Prueba de la cama:** Se puede realizar una prueba con algunas lombrices antes de la siembra definitiva: Si después de dos horas de disponerlas sobre la superficie de la cama, las lombrices se han enterrado y sobrevivido, se colocan las lombrices restantes. Si no sobreviven es posible que se deba a que no tiene las condiciones adecuadas de pH, humedad y temperatura.

**IMPORTANTE:** Si el sustrato tiene un pH ácido, agregamos carbonato de calcio en polvo ó gránulos (cal) y de esta manera el pH alcanzará niveles neutros. Si existe exceso de humedad, se debe mejorar el drenaje de la cama. Si el problema es la temperatura, es porque el sustrato necesita descomponerse por más tiempo.

**PASO 4. Siembra.** Es recomendable realizar la siembra en las primeras horas de la mañana o terminando la tarde. La densidad de siembra recomendada es 2.5 kilos de lombrices por metro cuadrado de área superficial de la cama.

**PARA TENER EN CUENTA:** En los criaderos de reproducción, las lombrices pueden permanecer entre 5 y 6 meses, dependiendo del sustrato y el manejo.







**PASO 5.** *Alimentación.* Después de 20 ó 25 días de realizada la siembra, se agrega una nueva capa de sustrato (fraccionado y maduro) de 5 cm y se repite la operación cada ocho días.

**NOTA DE INTERÉS:** Las lombrices comen diariamente un equivalente a su propio peso: el 60% lo transforman en humus y el 40% lo asimilan en carne.

**PASO 6.** *Cosecha.* Cuando se quiere cosechar las lombrices ó el humus producido, es recomendable no proveer alimento por ocho días luego de lo cual, se coloca sustrato en un extremo de la cama donde se reunirán las lombrices para buscarlo. Así pues, es posible concentrar las lombrices en un área reducida y obtener el humus en el otro extremo. El humus está listo cuando su color es oscuro, posee un grano fino, no despide olores ni se disuelve fácilmente en agua.

Anexo tomado de la cartilla “El café limpio, un desafío posible para el sector agrícola en Nariño”. Ventanilla Ambiental. 2006.