

TIPO DOCUMENTO: Informe

Caracterización de residuos internacionales equivalentes a RSD de cruceros y grandes embarcaciones

PREPARÓ:

NÚCLEO BIOTECNOLOGÍA CURAUMA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

Enero 2020

CONFIDENCIALIDAD

La información contenida en este documento es de carácter confidencial y exclusivo para el individuo o entidad a la que van dirigidas. De manera que si usted no es el destinatario individualizado y por error recibiera este documento, le agradeceremos notificar al remitente y borrar este documento junto con todos sus archivos digitales.

ÍNDICE

	3
1 Metodología	4
1.1 Resultados	5
1.1.1 <i>Caracterización Física</i>	5
1.1.2 <i>Estabilidad Biológica:</i>	6
1.1.3 <i>Test inorgánico: Metales pesados</i>	11
1.1.4 <i>Análisis Biológico: Análisis microbiológicos</i>	12
1.1.5 <i>Análisis Biológico: Análisis presencia de virus</i>	13
1.1.6 <i>Test orgánico</i>	14
1.1.7 <i>Reactividad, Inflamabilidad y Corrosividad</i>	16
1.2 Conclusión	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Respirometría muestra 1 y 2 a tiempo 0 (T0).	7
Figura 1.2: Respirometría muestra 1 y 2 a tiempo 5 días (T5).	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodologías análisis de caracterización.	4
Tabla 2: Resultados caracterización muestra residuos de crucero tratados a tiempo cero y tiempo 5 (T0 y T5)	6
Tabla 3: Resultados respirometría a tiempo 0 (T0)	8
Tabla 4: Resultados respirometría a tiempo 5 días (T5)	9
Tabla 5. Resultados potenciales de metanización muestra 1 tiempo 0 y tiempo 5.	10
Tabla 6: Metales pesados muestra 1 de residuo buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD.	11
Tabla 7: Análisis microbiológicos a muestra 1 y 2 de residuo de crucero tratado a tiempo 0 y tiempo 5 (T0 y T5)	12

Tabla 8. Compuestos orgánicos en la muestra 1 de residuos Buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD. 14

Tabla 9. Reactividad, inflamabilidad y corrosividad de las muestra de residuo buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD. 17

1 | METODOLOGÍA

En este trabajo se analizaron los residuos (basura internacional), asimilables a residuos sólidos domiciliarios, del Buque Ruso VOLK ARKTIKI, pesquero de bacalao y centolla. Los residuos fueron tratados mediante el proceso de inertización patentado como tecnología TI/RSD. Se caracterizó mediante análisis físico (humedad, cenizas, solidos volátiles), análisis biológico (macro y microbiológico), test inorgánico (presencia de metales), test orgánico, reactividad, inflamabilidad y corrosividad. Las muestras analizadas fueron muestra 1 (residuo muestreado el 23 de mayo 2019) y muestra 2 (residuo muestreado en el 30 mayo 2019) en el día 0, tiempo 0 (T0) y a su vez se caracterizaron ambas muestras (1 y 2) luego de ser incubadas a 37°C por 5 días, esta última para estudiar su estabilidad realizando los análisis ya indicados.

Se caracterizaron las muestras de residuos del buques tratados por el proceso de inertización TI/RSD, con metodologías estandarizadas chilenas y de USA (sigla EPA), como se indica en Tabla 1.

Tabla 1: Metodologías análisis de caracterización.

Análisis	Método
Caracterización Física	Standard methods for Wastewater, 2009, 22th Ed., Washington
Test inorgánico: Metales pesados	EPA 3050B/SM 3114C, EPA 7130, EPA 7190, EPA 7210, EPA 7420, SM 7471 ^a , SM 3111C, EPA7520, SM 3114C, EPA 7950.
Análisis biológico: <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Shigella spp</i> , <i>Salmonella spp</i> . En 25 g. <i>Anaerobio Sulfito reductores</i> , <i>Coliformes Totales</i> , <i>Coliformes fecales</i> , <i>Recuento</i>	ISO16649-2:2001, NCh2657/2. Of2007, ISO 21567. Of.2004, NCh2675. Of2002, NCh 2659 Of 2002; NCh 2730 Of 2002, NCh 2635/1 Of 2001, NCh 2734 Of 2002

Análisis	Método
Mesófilos aerobios, Recuento de Hongos, Recuento de levaduras	
Presencia de virus	kit ZR Viral RNA
Test orgánico	EPA
Reactividad, Inflamabilidad, Corrosividad	EPA 9010B, EPA9030B, EPA 1030, EPA 1110-A
Estabilidad Biológica: aerobia y anaerobia.	<p>Respirometría: Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado en botellas con volumen útil de 0,5 L a temperatura ambiente (20°C), siendo medido el oxígeno disuelto en el tiempo luego de saturar la muestra con aire. A su vez se utiliza un control agua (sólo agua) y un control inóculo (agua y microorganismos aerobios activos de planta de tratamiento de aguas residuales).</p> <p>Potencial Metanogénico: Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado en botellas con volumen útil de 0,5 L a 37°C en equipo AMPTS, el volumen de gas fue normalizado (0°C y 1 atm). La relación sustrato/inóculo fue de 0,6.</p>

1.1 | RESULTADOS

1.1.1 | Caracterización Física

Se realizó una **caracterización física** a las muestras para determinar su porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas y porcentaje de sólidos volátiles. Estos análisis permitirán conocer el estado en que se encuentra el residuo y así poder determinar si la tecnología TI/RSD necesita modificar alguna característica de su procedimiento.

El **porcentaje de humedad** permite conocer o tener referencia a cuanta cantidad de agua está contenida en nuestra muestra de residuos.

El **porcentaje de cenizas** representa el contenido total solo de minerales (componentes inorgánicos específicos como calcio, sodio, potasio, cloro, etc.) en las muestras de residuos.

El **porcentaje de sólidos volátiles** corresponde a la pérdida de peso por combustión de la muestra sometida a una temperatura de 550°C (esto es debido a que algunos minerales se descomponen o volatilizan (pasan a ser gases) a esa temperatura).

Por lo tanto, se analizaron dos muestras de residuos de crucero tratados. En la Tabla 2, se exponen los resultados obtenidos.

Tabla 2: Resultados caracterización muestra residuos de crucero tratados a tiempo cero y tiempo 5 (T0 y T5)

Análisis	T0		T5	
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 1	Muestra 2
% Humedad	3,8 +/- 0,02	3,5 +/- 0,01	2,5 +/- 0,01	1,5 +/- 0,01
% Cenizas (b.h.)	53,2 +/- 0,02	57,9 +/- 0,02	52,0 +/- 0,01	55,9 +/- 0,02
% Sólidos volátiles (b.h.)	43,0 +/- 0,03	38,6 +/- 0,01	45,5 +/- 0,01	42,6 +/- 0,01

En cuanto a la caracterización física de las muestras, estas indican que tienen un bajo porcentaje de humedad (menor al 3%) lo cual significa que las muestras tienen baja actividad de agua que podría afectar su estabilidad biológica y generar lixiviados (líquido producido por la descomposición de la materia orgánica). Además de acuerdo con la cantidad de sólidos volátiles y cenizas el porcentaje de materia orgánica es inferior a 50% lo que también determina una gran estabilidad biológica de la muestra.

1.1.2 | Estabilidad Biológica:

a) Respirimetría

El análisis de la actividad respirométrica de un residuo sólido se presenta como un parámetro crucial para entender el comportamiento de los residuos en el medio ambiente y para decidir aspectos relacionados con su gestión, como son la definición de un tratamiento biológico adecuado y el conocimiento de la estabilidad del producto final. La Respirimetría es una técnica basada en la medición del consumo de oxígeno por parte de microorganismos (diferentes bacterias) que trabajan sobre un sustrato orgánico, el cual es

descompuesto y oxidado a CO₂. Este análisis sirve para medir la actividad de cultivos tanto aerobios como anaerobios.

Se realizaron ensayos de respirometría a las muestras 1 y muestra 2 a tiempo 0 (más adelante nombrado T0) y tiempo 5 días (más adelante nombrado T5), siendo incubadas 5 días a 37 °C. Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado en botellas con volumen útil de 0,5 L a temperatura ambiente (20°C), siendo medido el oxígeno disuelto en el tiempo luego de saturar la muestra con aire. A su vez se utiliza un control agua (sólo agua) y un control inóculo. El control inóculo está compuesto por agua y microorganismos aerobios activos; diferentes bacterias que son capaces de consumir el oxígeno. Estos microorganismos provienen de una planta de tratamiento de aguas residuales, y se utilizaron como control de referencia para el experimento, ya que consumen tanto oxígeno como consumiría la muestra si estuviera contaminada con microorganismos y no estuviera inertizado.

Los resultados obtenidos a tiempo 0 (T0) se presentan en la Figura 1.1 y Tabla 3.

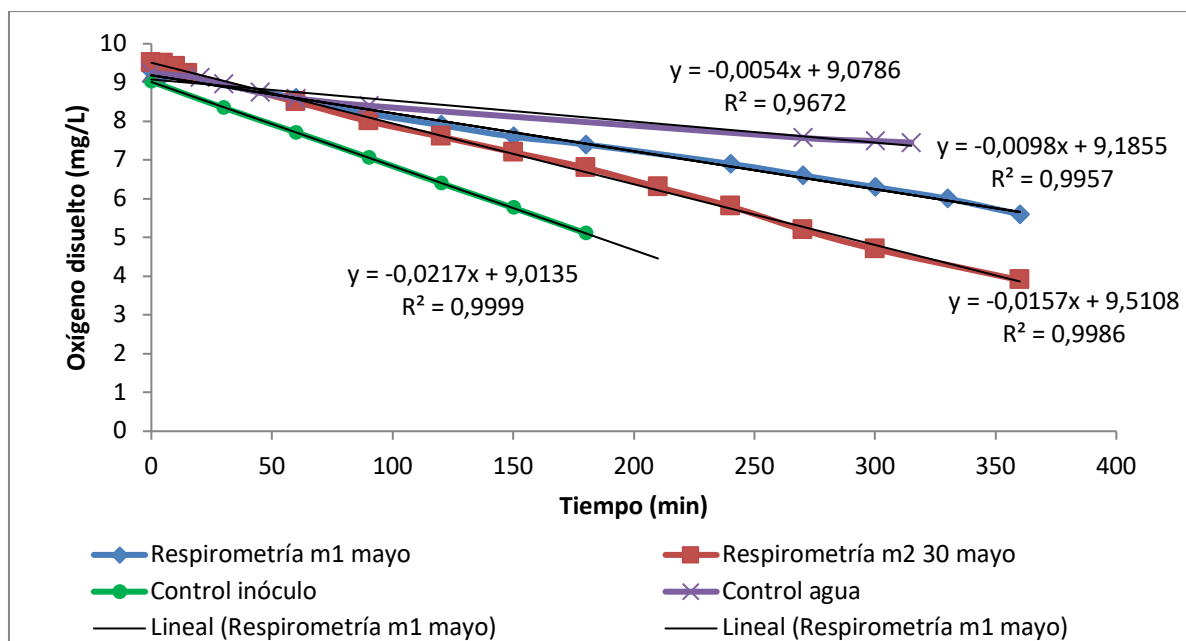


Figura 1.1: Respirometría muestra 1 y 2 a tiempo 0 (T0).

Como se aprecia en la Figura 1.1, se puede observar que la pendiente verde (corresponde al inóculo con bacterias proveniente de la planta de riles) presenta una mayor pronunciación de ser negativa. De color morado podemos observar el control de agua, mientras que en las muestras 1 y 2 se mantienen en el centro entre el inóculo y el control de agua.

Tabla 3: Resultados respirometría a tiempo 0 (T0)

Muestra	Actividad (mg OD/L min)	Pendiente (mg OD/L min)	Intercepto	R2
Muestra 1	0,010	-0,010	9,186	0,9957
Muestra 2	0,016	-0,016	9,516	0,9981
Control inóculo	0,022	-0,022	7,013	0,9999
Control agua	0,005	-0,005	9,079	0,9672

El cálculo de la pendiente permite determinar cuál muestra tiene un consumo mayor de oxígeno. Si la pendiente es pronunciada quiere decir que hay microorganismos que están consumiendo el oxígeno de la muestra, mientras que sin la pendiente es tenue o presenta poca variación en el tiempo quiere decir que hay poca o nula presencia de macroorganismos.

En la Tabla 3 según el dato obtenido indica que el control del inóculo (agua y bacterias), tiene una pendiente más pronunciada que el resto de las muestras, lo cual se confirma en la Figura 1.1 (pendiente de color verde), esto quiere decir que hay presencia de microorganismos que estaban consumiendo el oxígeno. Esto tiene sentido ya que el control tiene microorganismo de la planta de tratamiento de riles. En cambio, en las muestras 1 y 2 (pendientes de color rojo y azul) su pendiente es menor al control del inóculo, lo cual significa que tienen baja concentraciones de microorganismo (pocas bacterias), esto se puede confirmar ya que estas pendientes tienden a parecer más al control de agua (pendiente de color morado).

Los resultados obtenidos a tiempo 5 (T5) se presentan en la Figura 1.2 y Tabla 4.

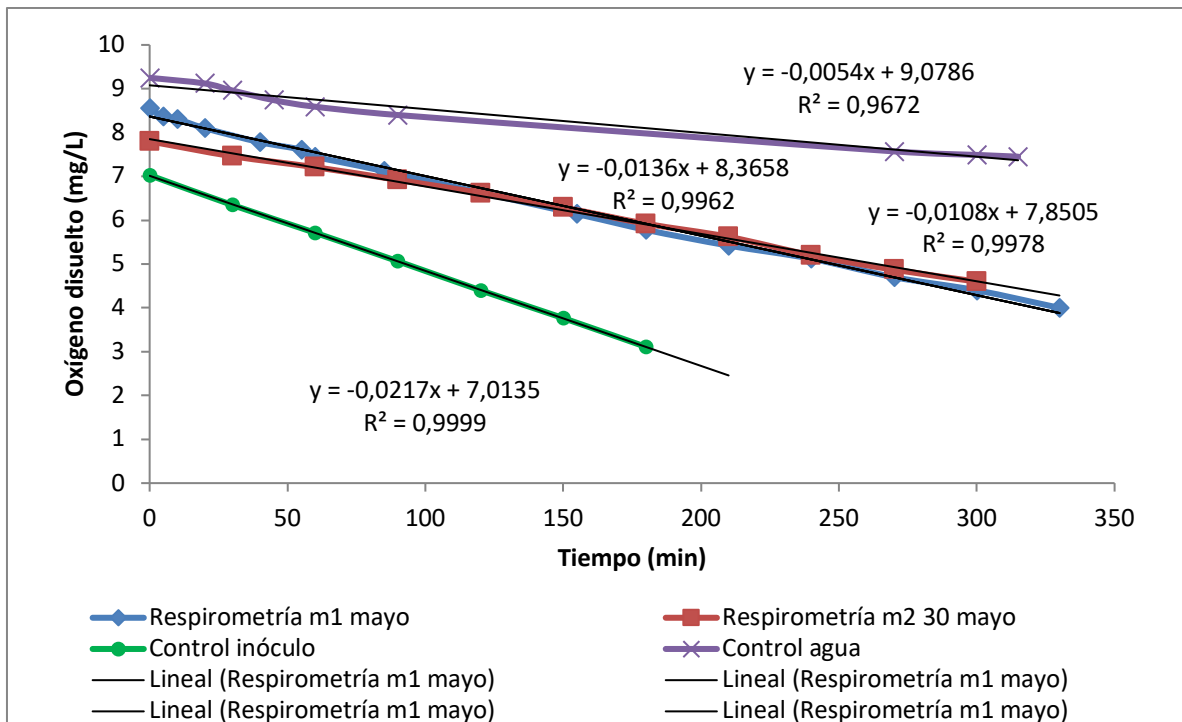


Figura 1.2: Respirometría muestra 1 y 2 a tiempo 5 días (T5).

Con respecto a la Figura 1.2, continúan manteniéndose constantes las pendientes una vez transcurridos los 5 días de incubación, por lo tanto, se puede observar que la pendiente verde (corresponde al inóculo con bacterias proveniente de la planta de riles) presenta una mayor pronunciación de ser negativa. De color morado podemos observar el control de agua, mientras que en las muestras 1 y 2 se mantienen en el centro entre el inóculo y el control de agua.

Tabla 4: Resultados respirometría a tiempo 5 días (T5)

Muestra	Actividad (mg OD/L min)	Pendiente (mg OD/L min)	Intercepto	R2
Muestra 1	0,014	-0,014	8,366	0,9962
Muestra 2	0,011	-0,011	7,850	0,9978
Control inóculo	0,022	-0,022	7,013	0,9999
Control agua	0,005	-0,005	9,079	0,9672

Posteriormente a los resultados obtenidos en la Tabla 4, luego de 5 días, no se aprecia una diferencia significativa en las muestras. Los resultados en las muestras 1 y 2 permiten evidenciar que no hay presencia de microorganismo (bacterias) ya que su pendiente no fue modificada en el tiempo.

Finalmente, con respecto al **análisis de estabilidad biológica** medida por respirometría, considerando la actividad del inóculo (agua y microorganismos aerobios activos de planta de tratamiento de aguas residuales, utilizado como control de referencia para el experimento) adicionado para el análisis las muestras 1 y 2 tanto a tiempo cero (T0) como a tiempo 5 (incubadas a 37°C por 5 días) presentan un consumo de oxígeno que se asemeja a la actividad del control con solo agua, por lo que se puede concluir que las muestras tienen una nula actividad biológica que se mantiene estable al incubar las muestras a 37°C por 5 días.

b) Metanogénesis

La metanogénesis es la formación de metano por parte de los microorganismos (bacterias) que son capaces de crecer sin presencia de oxígeno. Por lo tanto, este análisis permitió revisar si las muestras generaban metano luego de un periodo de 5 días. Si estas presentaban metano significaba que las muestras contenían algún tipo de bacteria que lo estaría produciendo.

La estabilidad anaerobia se realizó mediante el análisis de potencial metanogénico de las muestras 1 a tiempo 0 (más adelante nombrada T0) y tiempo 5 días (más adelante nombrada T5). Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado en botellas con volumen útil de 0,5 L a 37°C en equipo AMPTS, el volumen de gas fue normalizado (0°C y 1 atm).

Tabla 5. Resultados potenciales de metanización muestra 1 tiempo 0 y tiempo 5.

Muestra	Potencial de metanización (mL CH ₄ /g DQO _{alimentado})
Muestra 1 a T1	0
Muestra 1 a T5	0

Finalmente, con respecto al **análisis de potencial de metanización**, se puede concluir que las muestras tienen una nula actividad biológica que se mantiene estable al incubar las muestras a 37°C por 5 días. El potencial de metanización obtenido corresponde a 0 mL metano/g DQO alimentado por lo que se demuestra que la muestra no tiene potencial de inestabilidad biológica anaerobia.

1.1.3 | Test inorgánico: Metales pesados

La disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Rellenos Sanitarios (RESA), en sitios controlados o en tiraderos a cielo abierto, da lugar a la generación de lixiviado (resultado del filtrado lento de agua a través de los materiales del vertedero por percolación) y biogás, derivados de los procesos de descomposición microbiana y de los componentes de los residuos (Kiss y Encarnación 2006).

Los lixiviados contienen concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos, incluyendo ácidos húmicos, sustancias orgánicas, nutrientes y **metales pesados**, así como, sales inorgánicas que elevan la conductividad eléctrica y agentes infecciosos.

Por lo tanto, se realizaron análisis al producto obtenido del prototipo para determinar la cantidad de metales pesados encontrados en las muestras. Es importante destacar que este análisis es realizado solo al sólido de las muestras ya que estas no generan lixiviado.

Se realizaron **análisis de metales pesados** a la muestra 1 de residuo del Buque internacional. Los metales cuantificados fueron los siguientes: Arsénico, Cadmio, Cromo, Cobre, Plomo, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Selenio, Cinc, Plata y Bario. Los resultados obtenidos se muestran en Tabla 6.

Tabla 6: Metales pesados muestra 1 de residuo buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD.

Matriz	Análisis	Resultado (mg/L)	DS 148/2004 del MINSAL (mg/L)
Muestra 1: Residuo de cruceo tratado	Arsénico	0,083	5
	Cadmio	<0,020	1
	Cromo	0,301	5
	Plomo	1,830	5
	Mercurio	0,018	0,2
	Selenio	<0,013	1
	Plata	<0,010	5
	Bario	<0,250	100

De acuerdo con la caracterización de metales pesados de la muestra y en comparación con el DS 148/2004 del MINSAL (reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos), se determinó que la muestra tiene una baja y/o casi nula presencia de metales pesados por lo que la muestra no es un residuo peligroso.

1.1.4 | Análisis Biológico: Análisis microbiológicos

Se puede definir el **análisis microbiológico** como el conjunto de operaciones encaminadas a determinar los microorganismos presentes en una muestra problema. El interés se centra en los microorganismos patógenos, que son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos, que transmiten enfermedades.

Por lo tanto, a las muestras de residuos del Buque internacional, se realizaron análisis microbiológicos a muestra 1 y muestra 2 tratado a tiempo 0 (llamado posteriormente T0) y tiempo 5 días (llamado posteriormente T5). Los ensayos se realizan por triplicado, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 7.

Tabla 7: Análisis microbiológicos a muestra 1 y 2 de residuo de crucero tratado a tiempo 0 y tiempo 5 (T0 y T5)

Muestra	Análisis	Unidad	Resultado T0	Resultado T5
Muestra 1	<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	<10	<10
	<i>Listeria monocytogenes</i>	UFC/g	< 10	< 10
	<i>Shigella spp</i>	P/A	Ausencia	Ausencia
	<i>Salmonella spp. En 25 g.</i>	P/A	Ausencia	Ausencia
	Coliformes totales	UFC/g	<10	<10
	Anaerobio Sulfito Reductores	UFC/g	<10	<10
	Coliformes Totales	NMP/g	<10	<10
	Coliformes Fecales	NMP/g	<3	<3
	Recuento Mesófilos Aerobios	UFC/g	<3	<3
	Recuento Hongos	UFC/g	<1	<1

Muestra	Análisis	Unidad	Resultado T0	Resultado T5
	Recuento Levaduras	UFC/g	<10	<10
Muestra 2	<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	<10	<10
	<i>Listeria monocytogenes</i>	UFC/g	< 10	< 10
	<i>Shigella spp</i>	P/A	Ausencia	Ausencia
	<i>Salmonella spp. En 25 g.</i>	P/A	Ausencia	Ausencia
	Coliformes totales	UFC/g	<10	<10
	Anaerobio Sulfito Reductores	UFC/g	<10	<10
	Coliformes Totales	NMP/g	<10	<10
	Coliformes Fecales	NMP/g	<3	<3
	Recuento Mesófilos Aerobios	UFC/g	<3	<3
	Recuento Hongos	UFC/g	<1	<1
	Recuento Levaduras	UFC/g	<10	<10

Unidades Formación de Colonias (UFC); menor a (<); Método del número más probable (NMP).

Nd: No detectado

La caracterización microbiológica determinó que la muestra es inocua, es decir, que estos residuos del buque internacional tienen poca presencia y/o bajos agrupamientos de microorganismos (diferentes bacterias) que pueden causar enfermedades patógenas.

1.1.5 | Análisis Biológico: Análisis presencia de virus

Se extrajeron muestras de ADN genómico y RNA viral del residuo tratado por el proceso de inertización. El ADN genómico total fue extraído desde una muestra de 200 mg usando un kit de extracción QIASymphony Virus/Bacteria Kits (Qiagen), de acuerdo a las instrucciones de este. El rendimiento de extracción de ADN fue medido mediante espectrofotometría (absorción de luz UV, 260 nm) con el equipo NanoDrop (Thermo Scientific). El ARN viral fue extraído mediante el kit ZR Viral RNA, de acuerdo a las instrucciones de este. La extracción de RNA fue transformada en ADNc mediante el Kit de transcripción inversa Applied Biosystems de acuerdo a las instrucciones del fabricante utilizando un termociclador para qPCR y posteriormente, el rendimiento de extracción de ARN mediante cADN fue medido con el equipo NanoDrop (Thermo Scientific).

De acuerdo al análisis de rendimiento de la extracción de ADN genómico mediante el kit QIASymphony Virus/Bacteria y ARN viral mediante el kit ZR Viral RNA, transformado en cADN, **se observa que la muestra analizada no contiene ADN viral y bacteriano por lo que se considera que la muestra está libre de virus y bacterias.**

	Rendimiento extracción ADN o cADN (ng/ul)
Extracción de ADN desde muestra	0
Extracción de ARN transformado en cADN desde muestra	0

1.1.6 | Test orgánico

Es un conjunto de operaciones que permiten la **identificación de compuestos orgánicos**, los elementos que lo constituyen y la separación de los componentes de algunas mezclas. La realización de este análisis en las muestras del Buque internacional permitirá detectar compuestos orgánicos que el MINSAL considera un riesgo para la salud de la población, por lo tanto, son determinados como residuos tóxicos extrínsecos.

Se realizaron análisis orgánicos a la muestra 1 de residuo del Buque internacional. Los compuestos cuantificados y los resultados obtenidos se muestran en Tabla 8.

Tabla 8. Compuestos orgánicos en la muestra 1 de residuos Buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD.

Compuesto	Muestra 1 (mg/L)	DS 148/2004 del MINSAL (mg/L)
Benceno	<0,5	0,5
Tetracloruro de carbono	<0,1	0,5
Clordano	<0,02	0,03
Clorobenceno	<5	100
Cloroformo	<2	6
o-cresol	<5	200

Compuesto	Muestra 1 (mg/L)	DS 148/2004 del MINSAL (mg/L)
m-cresol	<5	200
p-cresol	<5	200
Cresol	<5	200
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético	<1	10
1,4-diclorobenceno	<5	7,5
1,2-dicloroetano	<0,5	0,5
1,1-dicloroetileno	<0,5	0,7
Endrín	<0,02	0,02
2,4 dinitrotolueno	<0,13	0,13
Heptacloro (y su expósito)	<0,005	0
Hexaclorobenceno	<0,1	0,13
Hexaclorobutadieno	<0,5	0,5
Hexacloroetano	<1	3
Lindano	<0,02	0,4
Metoxicloro	<0,5	10
Metil etil cetona	<5	200
Nitrobenzeno	<2	2
Pentaclorofenol	<25	100
Piridina	<5	5
Tetracloroetileno	<0,5	0,7
Toxafeno	<0,5	0,5
Tricloroetileno	<0,5	0,5
2,4,5 triclorofenol	<50	400

Compuesto	Muestra 1 (mg/L)	DS 148/2004 del MINSAL (mg/L)
2,4,6 triclorofenol	<2	2
2,4,5-TP (silvex)	<1	1
Cloruro de vinilo	<0,1	0,2

Con respecto a la caracterización orgánica, se determinó que la muestra posee bajas concentraciones de compuestos orgánicos en comparación con los máximos permisibles del DS 148/2004 MINSAL, en consecuencia, la muestra es considerada como no tóxica y no representa un riesgo para la salud de la población.

1.1.7 | Reactividad, Inflamabilidad y Corrosividad

Los **residuos reactivos** son aquellos que son normalmente inestables y pueden llegar a reaccionar violentamente sin explosión; que pueden formar una mezcla explosiva con el agua, generar gases tóxicos (como el óxido de nitrógeno liberado por los gases de un automóvil), vapores y humos; que pueden contener cianuro o sulfuro y generar gases tóxicos; o bien que pueden ocasionar explosiones en distintas situaciones, ya sea de temperatura y presión estándares, si se calientan en condiciones de confinamiento o se someten a fuerzas considerables.

Los **residuos inflamables** son aquellos capaces de causar un incendio en diferentes condiciones tales como fricción, absorción de humedad, cambios químicos espontáneos, y que al incendiarse arden tan vigorosa y persistentemente que pueden representar un riesgo.

Los residuos que se consideran como peligrosos en función de su **corrosividad** son aquellos muy ácidos o alcalinos ($\text{pH} < 2.0$ o bien $\text{pH} > 12.5$) que pueden reaccionar peligrosamente con otros residuos o provocar la migración de contaminantes tóxicos, o bien que son capaces de corroer el acero en ciertas condiciones y en cierto tiempo, con lo cual pueden llegar a fugarse de sus contenedores y liberar otros residuos.

Las muestras fueron analizadas para reactividad por EPA-9010b, inflamabilidad por EPA 1030 y corrosividad por EPA 1110a. Los resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Reactividad, inflamabilidad y corrosividad de la muestra de residuo buque internacional tratado por la tecnología TI/RSD.

Reactividad	Muestra 1 (mg/L)
Ácido Cianhídrico	<0,5
Ácido Sulfhídrico	<0,1
Inflamabilidad	No inflama
Corrosividad	0,15

EPA: Agencia de Protección Ambiental (Estados Unidos) La Agencia de Protección del Medio Ambiente (en inglés, Environmental Protection Agency; más conocida por las siglas EPA) es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente.

De acuerdo con la **caracterización de reactividad, inflamabilidad y corrosividad**, se determinó que la muestra no es reactiva, inflamable o corrosiva, según las metodologías EPA.

1.2 | CONCLUSIÓN

El **Decreto Supremo 148** del Ministerio de salud, sobre el reglamento sanitario de manejo de residuos peligrosos, un residuo o una mezcla de residuos es peligrosa si presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, como consecuencia de presentar algunas de las siguientes características: toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, inflamabilidad, reactividad y corrosividad. Bastará la presencia de una de estas características en un residuo para que sea calificado como **residuo peligroso**.

Los residuos del Buque internacional fueron **tratados con la tecnología TI/RSD** y posteriormente fueron analizados para determinar si este residuo cumple con el decreto supremo 148 del MINSAL. Estos análisis consistieron en caracterización física, estabilidad biológica, análisis orgánico e inorgánico, análisis biológicos, reactividad, inflamabilidad y corrosividad.

En cuanto a la **caracterización física** de las muestras del buque internacional, estas tienen un bajo porcentaje de humedad (menor al 3%) lo cual significa que las muestras tienen baja actividad de agua que podría afectar su estabilidad biológica y generar lixiviados (líquido producido por la descomposición de la materia orgánica). Además de acuerdo con la cantidad de sólidos volátiles y cenizas el porcentaje de materia orgánica es inferior a 50% lo que también determina una estabilidad biológica de la muestra.

Con respecto al **análisis de estabilidad biológica** aerobia medida respirometría, considerando la actividad del inóculo (adicionado para el análisis) las muestras 1 y 2 tanto a tiempo cero (T0) como a tiempo 5 (incubadas a 37°C por 5 días) presentan un consumo de oxígeno que se asemeja a la actividad del control con solo agua, por lo que se puede concluir que las muestras tienen una nula actividad biológica que se mantiene estable al incubar las muestras a 37°C por 5 días. En cuanto al **análisis de potencial de metanización**, se puede concluir que las muestras tienen una nula actividad biológica que se mantiene estable al incubar las muestras a 37°C por 5 días. El potencial de metanización obtenido corresponde a 0 mL metano/g DQO alimentado por lo que se demuestra que la muestra no tiene potencial de inestabilidad biológica anaerobia.

De acuerdo con la **caracterización de metales pesados** de la muestra y en comparación con el DS 148/2004 del MINSAL, se determinó que la muestra tiene una baja y/o casi nula presencia de metales pesados por lo que la muestra no es un residuo peligroso.

La **caracterización microbiológica** determinó que la muestra es inocua, sin presencia de bacterias y virus.

Con respecto a la **caracterización orgánica**, se determinó que la muestra no posee altas concentraciones de compuestos orgánicos en comparación con los máximos permisibles

del DS 148/2004 MINSAL, en consecuencia, la muestra es considerada como no tóxica y no representa un riesgo para la salud de la población.

De acuerdo con la **caracterización de reactividad, inflamabilidad y corrosividad**, se determinó que la muestra no es reactiva, inflamable o corrosiva.

Por lo tanto, de acuerdo con los análisis presentados, el residuo del Buque Ruso VOLK ARKTIKI, pesquero de bacalao y centolla inertizado no genera lixiviados, no posee microorganismos patógenos, es estable biológicamente en condiciones aerobias, no posee toxicidad aguda crónica ni extrínseca, no es inflamable, no es corrosiva, ni reactiva por lo que el residuo inertizado es un residuo no peligroso (artículo 11 del DS 148), además de ser estable e inocuo (que no produce daño).

Muestra	Característica
Residuo Buque Ruso VOLK ARKTIKI, pesquero de bacalao y centolla inertizado	Los análisis realizados demuestran que la muestra no es un residuo peligroso ya que no tiene, toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad extrínseca, Inflamabilidad, reactividad y corrosividad. Además, es un residuo estable e inocuo por lo que no presentan un riesgo para la salud pública o el medio ambiente.