

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA

ESCUELA DE POST GRADO

MAESTRÍA EN QUÍMICA DEL MEDIO AMBIENTE



**“OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A
PARTIR DE LA LEMNA sp. (Lenteja de agua) POR
ACTIVACIÓN QUÍMICA”**

**TESIS PRESENTADA POR:
SOFÍA LOURDES BENAVENTE
FERNÁNDEZ**
Para optar el Grado Académico de Magíster
en QUÍMICA DEL MEDIO AMBIENTE

AREQUIPA – PERÚ

2009

DEDICATORIA

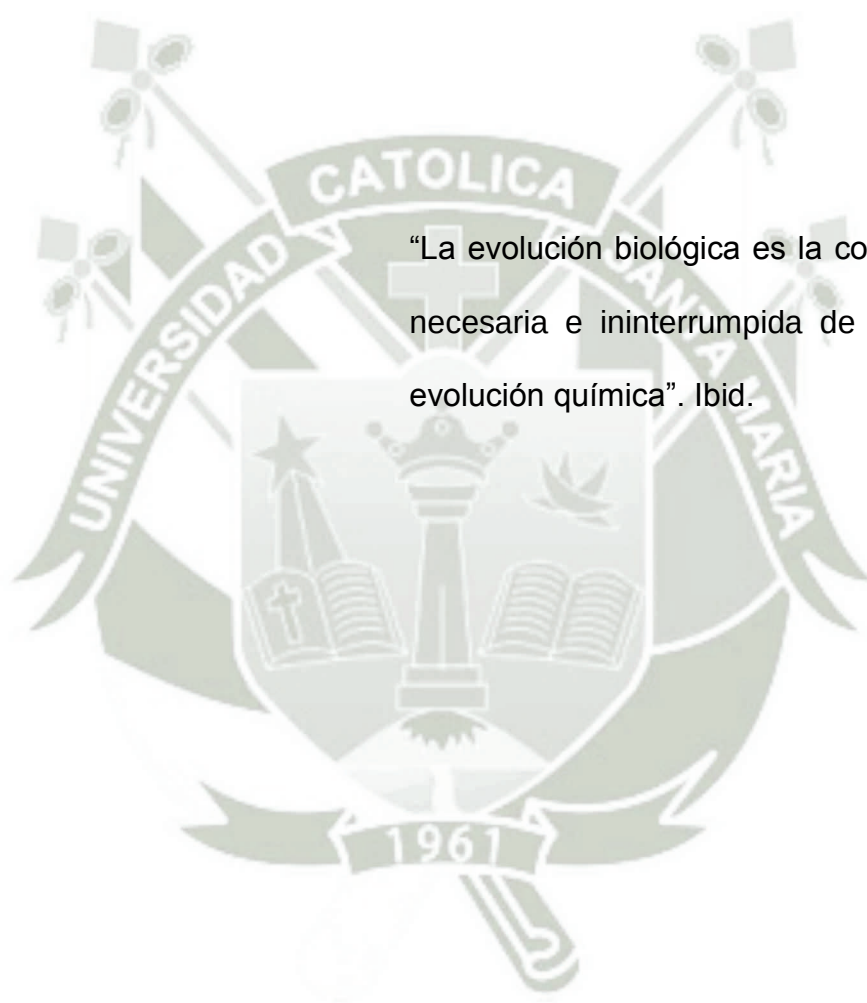


A la memoria de mi madre

A Jesucristo mi fortaleza

A Manuel, coautor de mis éxitos

A Verónica



“La evolución biológica es la continuación necesaria e ininterrumpida de una larga evolución química”. Ibid.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
1. CAPITULO I: RESULTADOS RELACIONADOS CON LA VARIABLE LEMNA SP. Y SUS INDICADORES	¡Error! Marcador no definido.
1.1. Características Generales de la <i>lemna sp.</i> (Lenteja de Agua)	¡Error! Marcador no definido.
1.2. TIPO DE LEMNA.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3. NIVEL DE NUTRIENTES	¡Error! Marcador no definido.
1.4. NITRÓGENO	¡Error! Marcador no definido.
1.5. FOSFORO	¡Error! Marcador no definido.
1.6. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA: <i>lemna</i> sp.	¡Error! Marcador no definido.
1.6.1. CONTENIDO DE HUMEDAD	¡Error! Marcador no definido.
1.6.2. CONTENIDO DE CENIZAS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.3. CONTENIDO DE MATERIA VOLÁTIL.....	¡Error! Marcador no definido.
1.6.4. CONTENIDO DE CARBONO FIJO.....	¡Error! Marcador no definido.

1.6.5. CONTENIDO DE LA DENSIDAD APARENTE; **Error! Marcador no definido.**

1.6.6. GRANULOMETRÍA **Error! Marcador no definido.**

1.6.7. METODO DE ACTIVACIÓN DE LA MATERIA PRIMA..... **Error! Marcador no definido.**

2. CAPITULO II : RESULTADOS DE LA VARIABLE CARBON ACTIVADO; **Error! Marcador**

2.1. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL CARBÓN ACTIVADO . **Error! Marcador no definido.**

2.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD **Error! Marcador no definido.**

2.1.2. CONTENIDO DE CENIZAS..... **Error! Marcador no definido.**

2.1.3 MATERIA VOLÁTIL.....24

2.1.4 POTENCIAL HIDRÓGENO (pH).....25

2.1.5 DENSIDAD APARENTE.....25

2.2. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE CARBONIZACIÓN-
ACTIVACIÓN QUÍMICA.....26

2.2.1 EFECTO DE LA TEMPERATURA.....27

2.2.2 EFECTO DEL TIEMPO.....28

2.2.3 EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL AGENTE
ACTIVANTE.....28

2.2.4 PODER ADSORBENTE DEL CARBÓN ACTIVADO29

2.2.4.1 MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS

ISOTERMAS DE ADSORCIÓN.....29

- ECUACIÓN DE FREUNDLICH..... 30

- ECUACIÓN DE LANGMUIR.....32

2.2.5. DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS DE ADSORCIÓN41

2.2.6.	ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE REMOCIÓN	61
2.2.7	ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO.....	70
2.3	IMPORTANCIA Y USOS DEL CARBÓN ACTIVADO.....	76
3.	CONCLUSIONES	78
4.	RECOMENDACIONES.....	80
5.	BIBLIOGRAFÍA	82
6.	ANEXOS	86
	ANEXO 1: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	87
	ANEXO 2: MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO.....	128
	ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO.....	130
	ANEXO 4: DIAGRAMA CUANTITATIVO DEL PROCESO DE ACTIVACIÓN	132
	ANEXO 5: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO.....	134
	ANEXO 6: NORMAS ASTM.....	136
	ANEXO 7: NORMA TÉCNICA PERUANA DE INDECOPI.....	142
	ANEXO 8: ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EL PROGRAMA SAS 9.0	147
	ANEXO 9: APLICACIONES PRINCIPALES DEL CARBÓN CALGON	158
	ANEXO 10: FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	160

RESUMEN

El presente trabajo reporta la metodología empleada para la obtención de carbón activado usando la *lemna sp.* "lenteja de agua" como materia prima, extraída de tres zonas de la Bahía interior del Lago Titicaca y como sustancia activante el cloruro de Zinc ($ZnCl_2$).

La materia prima fue sometida a una evaluación previa de sus propiedades fisico-químicas como son: contenido de humedad, cenizas totales, materia volátil, carbono fijo, densidad aparente y granulometría.

Para la obtención de carbón activado se utilizó el método de activación química en el cual la materia prima *lemna sp.* es impregnada con diferentes concentraciones de agente activante cloruro de Zinc ($ZnCl_2$), durante 18 horas para luego ser sometido a una temperatura de $450^{\circ}C$ durante 30 minutos, en el proceso de carbonización-activación de acuerdo a los resultados está demostrado el rol definitivo que cumple el cloruro de Zinc ($ZnCl_2$) como activante químico, no solamente mejora las propiedades adsorbentes del carbón, sino que influye inclusive en cuanto a rendimiento de producción. De acuerdo a la cantidad de *lemna sp.* (30 gr.) y reactivo (30 gr.) se reportó un rendimiento de 22.83gr de carbón activado para las tres zonas.

Las propiedades físico-químicas de los carbones activados obtenidos se encuentran dentro de los rangos permitidos para las normas ITINTEC, siendo el carbón activado de la zona Bahía interior en rangos de concentración de 1gr. de $\text{lemna} - 1 \text{ gr. de } \text{ZnCl}_2$ el de mejor calidad comparada con el carbón comercial y los otros carbones.

Las isothermas de absorción para los diferentes carbones activados obtenidos guardan relación con la isoterma de Freundlich de acuerdo a una correlación matemática entre la cantidad de sustancia adsorbida y la cantidad que permanece no adsorbida, teniendo en cuenta el modelo polinomial de ajuste, siendo los coeficientes de determinación cercanos al valor de uno, lo cual hace que los datos obtenidos sean confiables.

La comparación de los carbones activados obtenidos de la zona Bahía Interior guardan una relación cercana con el carbón activado comercial lo que demuestra que el carbón activado obtenido a partir de la *lemna sp.* es de buena calidad teniendo en cuenta el grado de adsorción de azul de metileno.

ABSTRACT

The present work reports the applied methodology to obtain activated carbon using the *lemna sp.* "lentil of water" as raw material, extracted of three zones of the Bay of the Titicaca Lake and as activating substance zinc chloride (ZnCl_2).

The raw material was subjected to previous examination of its physical-chemical features such as : content of humidity, total ashes, volatile material, fixed carbon, apparent density and mesh.

To obtain the activated carbon the method of chemical activation was used in which the raw material *lemna sp.* Was impregnated with different concentrations of activating agent zinc chloride (ZnCl_2) during 18 hours to then being subjected to a temperature of 450°C during 30 minutes, in the process of activation carbon according to the results is shown the definitive role that the zinc chloride (ZnCl_2) has as chemical activating, not only does it improve the adsorbent properties of the carbon, but it also improves the output of the production. According to the quantity of *lemna sp.* (30 gr.) and reactive(30 gr.) was reported an output of 22.83gr for the three zones.

The physical-chemical properties of the obtained activated carbons are within side the allowed ranks for the regulation ITINTEC, being the activated carbon of the

interior bay in ranks of concentration of 1gr of lemna -1 gr of ZnCl_2 the one with better quality y compared to the commercial carbon and the other carbons.

The absorption isotherms for the different obtained activated carbons keep relation with the Freundlich isotherm according to the mathematical correlation between the quantity of absorbed substance and the not absorbed that remains, taking into account the polynomial model of adjustment, being the quotients of determination near to the value of one, which make that the data obtained be reliable.

The comparison of the obtained activated carbons in the interior bay keep a near relation with the commercial activated carbon which shows that the obtained activated carbon with lemna sp. has a good quality taking into account the degree adsorption of blue of methylene.

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis es una investigación caracterizada por la utilización de técnicas para la obtención de nuevos materiales como el carbón activado a partir de la *lemna sp.* cuya característica principal es su alto contenido de nutrientes, indicador de un proceso de eutroficación del Lago Titicaca.

Para el desarrollo de la presente investigación se propuso y se aprobó un “Proyecto de Investigación”, incluido en anexos de esta tesis, cuya estructura contempla primero un planteamiento teórico (en base al enunciado, descripción y justificación del problema) y a un marco conceptual (en base a conceptos básicos y antecedentes de la investigación) que termina con el planteamiento de los objetivos y el desarrollo de la hipótesis de esta tesis; luego un planteamiento operacional, en base a técnicas, instrumentos y materiales de verificación para las dos variables consideradas: obtención de carbón activado y sus indicadores (temperatura, propiedades del carbón, poder adsorbente y grado de rendimiento) la otra variable *lemna sp.* y sus indicadores (características de la materia prima, nivel de nutrientes y sus propiedades físico-químicas), así mismo un cronograma de trabajo y la bibliografía básica utilizada..

Para la obtención del carbón activado se utilizó como materia prima la *lemna sp* “lenteja de agua” procedente de tres zonas de muestreo, de la cuales se obtuvo 30Kg de materia húmeda, la cual fue sometida a una evaluación previa de sus propiedades físico-químicas como son: humedad, cenizas, materia volátil, carbono

fijo, densidad aparente y granulometría cuyos resultados son mostrados en los diferentes cuadros. El tratamiento de la materia prima se realizó con cloruro de Zinc a diferentes concentraciones y el proceso de activación química fue realizado a una temperatura de 450°C en un tiempo de 30 minutos, para luego las muestras ser tratadas con HCl 0.1 N, luego secadas y depositadas en bolsas de polipropileno.

El carbón activado obtenido fue sometido al análisis físico químico para determinar: humedad, cenizas, materia volátil, carbono fijo, densidad aparente y pH cuyos resultados se muestran en los diferentes cuadros.

En cuanto al grado de adsorción se puede determinar que el carbón activado obtenido de la zona Bahía Interior de rangos de concentración 1 gr. de leña –1 gr. de ZnCl_2 es el de mejor calidad comparado con el resto de carbones, así como también los coeficientes de correlación cercanos al valor de uno que demuestran el buen comportamiento del azul de metileno y la capacidad de adsorción de cada carbón activado obtenido.

El presente trabajo de investigación desarrolla básicamente, en un aspecto central o cuerpo que constituye un capítulo único, el cual contiene a su vez los resultados sistematizados y analizados de acuerdo a los objetivos planteados y a la hipótesis planteada, terminando el capítulo con un conjunto de propuestas a partir de los resultados de la investigación.

La presentación de este informe culmina con la inclusión de la bibliografía utilizada, así como un conjunto de anexos como plano de ubicación, normas ITINTEC, fotos y algunos resultados de otros autores que han servido como referencia. Es necesario resaltar que las limitaciones han sido de índole presupuestal limitante para una mayor profundización del tema abordado. A pesar de esta limitación el trabajo ha sido satisfactorio en el cumplimiento de los objetivos e hipótesis planteada.

Es absolutamente justo dar el merecido reconocimiento por la labor desarrollada por cada uno de los docentes de esta primera promoción de la Maestría en Química del Medio Ambiente quienes han brindado sus mayores esfuerzos para la culminación de esta gratificante tarea, como es la de formar académicos y científicos en aspectos medio ambientales y desarrollo sostenible.

De manera especial mi agradecimiento al Dr. Abel Tapia Fernández, al Ph Jaime Cárdenas García, al Dr .Julio Paredes Núñez, al Dr.José Céspedes Gamboa por sus valiosas orientaciones y su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

La Autora

CAPITULO I: RESULTADOS RELACIONADOS CON LA VARIABLE LEMNA SP. Y SUS INDICADORES

1.1. Características Generales de la *lemna sp.* (Lenteja de Agua)

La lenteja de agua, *lemna sp.*, es un macrófito de distribución cosmopolita, de hábitat libre y flotante sobre la superficie de lagos, pantanos estanques y cursos de aguas lentas. Existen aproximadamente 40 especies diferentes de plantas *lemna sp.* en todo el mundo. Por lo general se encuentra en abundancia en áreas eutrofizadas con alto contenido de nitrógeno debido a que la *lemna sp.* se caracteriza por ser fijadora de nutrientes.

La *lemna sp.* pertenece a la familia de las Lemnáceas, plantas acuáticas consistentes de unas rosetas de hojas aéreas y flotantes sobre la superficie del agua. Las plantas tienen frondosas (hojas especializadas) cuyo tamaño oscila entre menos de 1mm y 5mm de

diámetro. El tallo es condensado, en donde se aprecia la ausencia de separación entre tallos, hojas y raíces. La mayoría de estas especies de rosetas son perennes y flotan libremente durante toda su vida

La mayor parte de estas plantas flotantes presentan poco tejido lignificado. La rigidez y la flotabilidad de sus hojas son mantenidas por la turgencia de células vivas y por el gran desarrollo del tejido lagunar del mesófilo, en la mayoría de los casos más de un 70% del volumen está ocupado por aire. Los tejidos vasculares de las hojas se encuentran muy poco diferenciados en la mayoría de ellas el protoxilema está constituido por una laguna. Una forma común de expansión rápida consiste en la propagación vegetativa, mediante la producción de estolones laterales que dan lugar a nuevas rosetas. La información que a continuación se presenta se basa en estudios realizados por Collot, D. así como Cary, H. Wilson, de los trabajos efectuados de "The Percy, Staden Trust Expedition to Lake Titicaca", en 1937. De estos estudios podemos definir la taxonomía de la siguiente manera:

Reino : Vegetal

División : Fanerógamas

Subdivisión : Angiospermas

Clase : Monocotiledoneas

Orden : Espatifloras

Familia : *Lemnáceas*

Género : *Lemna*

Especie : *Lemna sp*

Nombre común : “Lenteja de Agua”

En el Lago Titicaca esta especie se encuentra en grandes cantidades en las riberas de la ciudad de Puno. Se ha calculado que 400 TM de *lemna sp.* fresca representa 25 TM de materia seca, la cual debido a su alto contenido proteico podría aprovecharse como componente de la dieta alimenticia para animales menores o como fertilizante para la agricultura.

Las características excepcionales de las Lemnáceas han sido bien documentadas por distintos investigadores como COLLOT, D. CHAPARRO, M. Cuando está seca, su contenido proteico es semejante al de la soya; además puede sobrevivir en cualquier parte menos sobre capas de hielo y en desiertos. Su presencia en América, Europa y Asia sugiere que ha existido desde hace miles de años.

1.2. TIPO DE LEMNA

Las lentejas de agua pertenecen a la familia de las *Lemnáceas* (*Lemnaceae* incluyen los géneros *Wolffia* arrhiza, *Spirodela* polyrhiza) y la más difundida, *Lemna*, donde destacan las especies más frecuentes que son *Lemna minor*, *Lemna gibba* y *Lemna trisulca*.

Es importante considerar que bajo ciertas condiciones la *Lemna sp.* puede ser afectada en diferentes medidas; por ejemplo el color de la *Lemna sp.* es verde pero puede ser más claro u oscuro dependiendo de la cantidad de nutrientes disponibles; la velocidad de repoblamiento tiene una duración de segundos o minutos, pudiendo la planta duplicar su masa en dos días en condiciones ideales de disponibilidad nutritiva, luz solar y temperatura, por lo cual garantiza la productividad y salud de la colonia es necesario retirar a diario una cierta cantidad de su biomasa.

De acuerdo con el investigador Gijzen, la lenteja de agua asimila los nutrientes que se liberan en la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales de consumo humano, tiene una gran capacidad de crecimiento y un contenido de proteína vegetal mayor que el de la soya. Bajo ciertas condiciones, la planta forma densas capas que no dejan pasar la luz, lo que le permite inhibir la competencia de otras especies como las algas.

1.3. NIVEL DE NUTRIENTES

Muchos indicadores de la mala calidad del agua en la Bahía interior de Puno sugieren que la causa principal está asociada al alto nivel de nutrientes y materia orgánica procedente de las descargas de aguas residuales que ingresan a la Bahía interior sin ningún tratamiento o con un tratamiento deficiente.

1.4. NITRÓGENO

El nitrógeno conforma aproximadamente el 80% del aire que respiramos, es un componente esencial de las proteínas y se encuentra en las células de todo ser vivo. El nitrógeno en estado libre puede estar como gas o como nitrito, nitrato o amonio; el nitrógeno orgánico se encuentra en proteínas y otros compuestos. El nitrógeno es reciclado continuamente por plantas y animales, es así como los nitratos estimulan el crecimiento de la *lemna sp.* algas y el plancton, siendo una fuente alimenticia para los peces. Debido a este motivo la población de peces se puede incrementar, pero si las algas crecen sin control, los niveles de oxígeno serán reducidos y los peces morirán.

Es por este motivo la importancia de un tratamiento efectivo de las aguas residuales con una alta remoción de nutrientes; sin un tratamiento eficiente el nitrógeno alimento para algas y para la *lemna*

sp. seguirá ingresando en grandes cantidades hacia la Bahía interior, creando así el problema de la eutroficación y como consecuencia un desequilibrio en el ecosistema.

1.5. FOSFORO

Así como el nitrógeno el fósforo es uno de los nutrientes que suelen aumentar la actividad biológica y esta actividad ocasiona una serie de cambios adicionales en la química del agua, los más importantes son los cambios en el contenido de oxígeno disuelto y el pH.

Basados en los resultados de los estudios de la calidad de agua se encontró que la concentración de nutrientes es alta. A juzgar por la concentración de nutrientes, se presume que el estado eutrófico de la Bahía interior de Puno a alcanzado el nivel hiper-eutrófico ($> 0.1\text{mg/l}$ de fósforo total). PELT 2000.

1.6. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA: *lemna*

sp.

1.6.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

Las muestras de *lemna sp.* han sido analizadas para cada zona de trabajo o muestreo, siguiendo las normas ASTM D-1762-84(revisado 2001), anexado en el proyecto de la presente investigación, obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO N° 1

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MATERIA PRIMA

MUESTRA	% HUMEDAD
BAHÍA INTERIOR	90,74
HUAJJE	86,34
TERMINAL TERRESTRE	84,69
PROMEDIO	87,26

El contenido de humedad fue determinante en el desarrollo de la investigación, debido a que la cantidad de muestra tomada fue de 10 Kg. por zona de muestreo, el tiempo de demora para la eliminación del agua o el secado fue entre 6 y 7 días desde el día de su recolección, el secado se llevó a cabo de manera artesanal, esto quiere decir que la *lemna sp.* recolectada fue esparcida encima de papel periódico bajo techo en un lugar seco, las muestras a su vez fueron volteadas para ser aireadas y lograr así un mejor secado. Transcurrido los 7 días la

muestra estuvo seca al tacto, con un promedio 87.26% de humedad en las tres zonas muestreadas.

1.6.2. CONTENIDO DE CENIZAS

El contenido de cenizas fue determinado siguiendo las normas ASTM D-1762-84(revisado 2001), a partir de la materia seca y los resultados obtenidos se observan en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 2
CONTENIDO DE CENIZAS DE LA MATERIA PRIMA

MUESTRA	% CENIZAS
BAHÍA INTERIOR	12,78
HUAJJE	13,28
TERMINAL TERRESTRE	11,24
PROMEDIO	12,43

De los resultados obtenidos de las tres zonas observamos que las muestras del Terminal Terrestre y Bahía interior presentan el menor porcentaje de cenizas 11.24% y 12.78% respectivamente esto debido a que contienen menor cantidad de materia inorgánica y por el contrario contienen mayor cantidad de materia orgánica.

1.6.3. CONTENIDO DE MATERIA VOLÁTIL

El porcentaje de materia volátil para cada muestra de materia prima se realizó siguiendo las normas ASTM D-1762-84(revisado 2001) cuyos resultados se observan en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 3

CONTENIDO DE MATERIA VOLÁTIL EN LA MATERIA PRIMA

MUESTRA	% DE MATERIA VOLATIL
BAHÍA INTERIOR	22,57
HUAJJE	15,81
TERMINAL TERRESTRE	22,65
PROMEDIO	20,34

Observamos que los resultados de las zonas Bahía interior y Terminal Terrestre se aproximan en porcentajes; 22,57 y 22,65% respectivamente de materia volátil esto debido a que en estas zonas de muestreo existe una mayor eutrofización, por tanto mayor contenido de materia orgánica que se volatiliza

1.6.4. CONTENIDO DE CARBONO FIJO

El contenido de carbono fijo de las diferentes muestras se determinó siguiendo las normas ASTM D-1762-84(revisado 2001), los resultados son como se presentan en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 4

CONTENIDO DE CARBONO FIJO EN LA MATERIA PRIMA

MUESTRA	% CARBONO FIJO
BAHÍA INTERIOR	61,93
HUAJJE	70,23
TERMINAL TERRESTRE	61,35
PROMEDIO	64,50

El porcentaje de carbono fijo se determinó por diferencia de 100 menos la suma de los porcentajes de cenizas y materia volátil cuya relación es:

$$\% \text{Carbono Fijo} = 100 - (\% \text{Cenizas} + \% \text{Materia Volátil})$$

De acuerdo a los cálculos realizados podemos deducir que el porcentaje de carbono fijo de la zona Huajje es mayor 70,23% así como el contenido de cenizas también es mayor con relación al de las zonas Terminal Terrestre y Bahía interior

1.6.5. CONTENIDO DE LA DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente de las muestras se analizó siguiendo las normas ASTM D-1762-84(revisado 2001) cuyos resultados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 5

DENSIDAD APARENTE EN LA MATERIA PRIMA

MUESTRA	DENSIDAD APARENTE (g/cc)
BAHÍA INTERIOR	0,27
HUAJJE	0,32
TERMINAL TERRESTRE	0,33
PROMEDIO	0,30

De los resultados obtenidos de las tres zonas podemos apreciar que las zonas Huajje y Terminal Terrestre presentan la mayor densidad aparente debido a la mayor cantidad de materia inorgánica y materia orgánica no siendo tan significativa la variación en relación a la zona Bahía interior por su contenido de materia orgánica.

1.6.6. GRANULOMETRÍA

La materia prima obtenida después de haber sido molida fue sometida al análisis granulométrico de acuerdo a los tamices vibratorios de la serie de Tyler, con 5 diferentes mallas como son: mallas 50, 80, 100, 150 y 200 con la finalidad de tener una clasificación específica de la materia prima.

CUADRO N° 6

GRANULOMETRIA DE LA MATERIA PRIMA

DETALLE	N° DE MALLA	Tamaño de partícula (mm)
Ø1	80 - 100	$0.086 \leq \text{diámetro} < 0.101$
Ø2	100 - 200	$0.069 \leq \text{diámetro} < 0.086$
Ø3	> 200	diámetro < 0.069

Este análisis granulométrico fue igual para todas las muestras. La materia prima muestra dos tamaños uno es el tamaño en su estado natural y es de 1,5 mm aproximadamente. para el caso de la presente investigación tenemos que el diámetro de las partículas una vez que la *lemna sp.* ha sido molida se encuentra en el rango de 0.069 a 0.101 mm.

1.6.7. METODO DE ACTIVACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El agente activante es el encargado y responsable de la activación de la materia prima, en el presente trabajo de investigación se utilizó como agente activante el cloruro de zinc (ZnCl_2) a diferentes concentraciones para poder determinar a que concentración de agente activante se obtiene un carbón activado de buena calidad, tal como se puede observar en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 7

PROPORCIONES DE MATERIA PRIMA (*Lemna sp*) FRENTE AL AGENTE ACTIVANTE CLORURO DE ZINC (ZnCl_2)

MUESTRA	ACTIVANTE	IMPREGNACION DE MATERIA PRIMA(MP) CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CLORURO DE ZINC(ZnCl_2) POR 18 HORAS
BAHÍA INTERIOR	ZnCl_2	1g MP - 0.5g ZnCl_2 , 1g MP -1g ZnCl_2 , 1g MP -1.5g ZnCl_2 , 1g MP -2g ZnCl_2
HUAJJE	ZnCl_2	1g MP - 0.5g ZnCl_2 , 1g MP -1g ZnCl_2 , 1g MP -1.5g ZnCl_2 , 1g MP -2g ZnCl_2
TERMINAL TERRESTRE	ZnCl_2	1g MP - 0.5g ZnCl_2 , 1g MP -1g ZnCl_2 , 1g MP -1.5g ZnCl_2 , 1g MP -2g ZnCl_2

El proceso de activación se realizó de la siguiente manera:

- Pesar 1 gramo de materia prima (MP), en este caso *lemna sp.*
- Agregar 0,5; 1; 5 ó 2 gramos de reactivo, en este caso ZnCl_2
- Agregar 2ml de agua aproximadamente o hasta humedecer muestra.
- Agitar con una varilla hasta que la mezcla sea homogénea.
- Dejar tapado el crisol durante 18 horas para lograr la impregnación.
- Secar en la mufla (horno eléctrico) durante 15 minutos a una temperatura de 200 °C.
- Elevar la temperatura de la mufla hasta 450 °C dejar calcinar por un tiempo de 30 minutos.
- Dejar enfriar, para luego moler.

- Lavar con HCl (ácido clorhídrico) y agua destilada para eliminar restos de CL-
- Finalmente secar para su almacenamiento y análisis.

CUADRO N° 8

METODO DE ACTIVACIÓN SEGÚN LA MATERIA PRIMA

MATERIA PRIMA	TIPO DE ACTIVACIÓN
Carbón de leña	Física
Aserrín de madera	Química
Virutas de residuos de resina	Química
Cáscara de coco, nueces	Física
Semillas de frutas	Química
Cáscara de arroz	Química
Bagazo de caña	Química
Carbón de turba	Química
Semicoque de turba	Física
Lignito	Física y/o química
Hulla o antracita	Física y/o química
Carbón bituminoso	Física y/o química
Huesos y conchas	Física
Xilenos	Química

Fuente : Ayestas, J. (1986)

CAPITULO II : RESULTADOS DE LA VARIABLE CARBON

ACTIVADO

2.1. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

2.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad, se realizó siguiendo las normas ASTM-D-1762-84(revisado 2001), tal como se realizó para la materia prima, el promedio de humedad de los carbones activados es como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 9

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA	% HUMEDAD
BAHÍA INTERIOR	4,21
HUAJJE	4,10
TERMINAL TERRESTRE	4,06
PROMEDIO	4,12

Comparando estos resultados obtenidos con los requisitos de los carbones activados (ITINTEC- 1982), tenemos que las humedades obtenidas están dentro de los rangos permitidos que indican un máximo de 12% de humedad.

2.1.2. CONTENIDO DE CENIZAS

Para determinar las propiedades físico químicas se tomó la muestra de carbón activado, siguiendo las normas ASTM-D-1762-84(revisado 2001), tal como se realizó para la materia prima. El contenido de cenizas del Carbón Activado varía según el lugar de recolección de la materia prima.

CUADRO N° 10
CONTENIDO DE CENIZAS

MUESTRA	% CENIZAS
BAHÍA INTERIOR	3,49
HUAJJE	3,18
TERMINAL TERRESTRE	3,52
PROMEDIO	3,40

El contenido de cenizas depende de los constituyentes inorgánicos presentes en la materia prima de partida, siendo este parámetro el que nos indica el contenido de impurezas del carbón activado por lo que en muchos procesos de adsorción son tomados en cuenta.

El porcentaje de cenizas obtenido está dentro de los rangos permitidos por el ITINTEC, siendo este de 12 % como máximo, el porcentaje más alto de cenizas de los carbones obtenidos es de 3.52%.

2.1.3. MATERIA VOLÁTIL

La determinación del contenido de materia volátil de los carbones se ha realizado siguiendo las normas ASTM-D-1762-84(revisado 2001) El contenido de materia volátil de los carbones obtenidos es como sigue:

CUADRO N° 11
CONTENIDO DE MATERIA VOLATIL

MUESTRA	% MATERIA VOLATIL
BAHÍA INTERIOR	9,90
HUAJJE	9,45
TERMINAL TERRESTRE	10,05
PROMEDIO	9,80

Se obtuvo estos valores bajos de materia volátil debido a la temperatura de activación 450°C, a esta temperatura los compuestos difícilmente se volatilizan; para el presente trabajo la zona de Huajje presenta la menor proporción de materia volátil debido a la menor cantidad de nutrientes de la materia prima en la mencionada zona.

2.1.4. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Estos valores son afectados por la presencia del agente activante, según la clasificación de ROSSINI la mayoría de los carbones activados tienen una tendencia a ser ligeramente ácidos, debemos tener en cuenta que esta es una variable manejable, ya que si se desea tener un carbón básico, antes del lavado será sometido a otro lavado con cal.

CUADRO N° 12
CONTENIDO DE Ph

MUESTRA	pH
BAHÍA INTERIOR	6,19
HUAJJE	6,11
TERMINAL TERRESTRE	6,16
PROMEDIO	6,15

Los valores obtenidos de pH se encuentran dentro de los permitidos por los requisitos del ITINTEC siendo este como máximo 7.0 y un mínimo de 5.5; tomando en cuenta estos rangos tenemos que los carbones activados obtenidos presentan un pH de 6.19 como máximo y 6.11 como mínimo.

2.1.5. DENSIDAD APARENTE

La determinación de la densidad aparente para cada uno de los carbones activados obtenidos se ha realizado de acuerdo a las

normas ASTM-D-1762-84(revisado 2001) La densidad aparente para cada uno de los carbones activados obtenidos es como sigue:

CUADRO N° 13
DENSIDAD APARENTE

MUESTRA	Densidad Aparente (g/cm ³)
BAHÍA INTERIOR	0,24
HUAJJE	0,25
TERMINAL TERRESTRE	0,25
PROMEDIO	0,24

La densidad aparente depende del tamaño de la partícula del carbón activado obtenido en las tres zonas, para nuestro caso se trabajo con materia prima de tamaño 0.069mm, tamaño que corresponde a las partículas de tamizado malla 200 de la serie Tyler.

2.2. ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEL PROCESO DE CARBONIZACIÓN - ACTIVACIÓN QUÍMICA

Las diversas temperaturas y tiempo de carbonización- activación con los cuales se ha realizado el presente trabajo, fueron seleccionados en base a la experiencia de trabajos anteriores, tales como el de Narasimha (1964), que reporta temperaturas de alrededor de 500°C; el de Fornwalt (1963), que señala un rango de 550 a 650°C; el de

Banerjee (1976), que reporta datos entre 800 a 950°C y tiempos de 45 y 60 minutos. Por otro lado Santana (1974), trabajando con madera de pino y activando con cloruro de zinc, reporta temperaturas de 500 a 700°C y tiempos de 30 y 60 minutos. Determinándose para el presente trabajo de investigación la temperatura óptima de 450°C con un tiempo de calcinación de 30 minutos.

2.2.1. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Se puede apreciar que a medida que se incrementa la temperatura hay menor producción de carbón, coincidiendo con Kirk (1974) cuando señala que el proceso de carbonización implica una pérdida de carbón. De acuerdo a la temperatura de activación de 450°C el rendimiento promedio es del orden del 25% y a mayor temperatura el rendimiento es menor.

Estos rendimientos coinciden con los diversos datos reportados por ONUDI (1980), los mismos que están entre un rango de 20 a 30%, mientras que Grimwood (1980), reportó rendimientos entre 25 a 30%.

La temperatura también influye notoriamente en el proceso de activación. Por lo tanto, puede señalarse que la temperatura es una variable principal que ejerce influencia en el proceso de carbonización-activación.

2.2.2. EFECTO DEL TIEMPO

Según Kirk (1974) agrega que existe un punto más allá del cual no resulta económico prolongar la activación. Por su parte Banerjee (1976) reporta rendimientos del orden del 15 al 22% cuando se emplea tiempos de 45 minutos para la carbonización y 60 minutos para la activación para las temperaturas anteriormente señaladas, para el presente trabajo el proceso de carbonización se consideró en un tiempo de 30 minutos habiéndose experimentado en tiempos mayores y menores.

2.2.3. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL AGENTE ACTIVANTE

En cuanto a la concentración del agente activante este influye mucho en el proceso de activación utilizando como agente activante el cloruro de zinc a determinadas concentraciones tal como se muestra en el cuadro N° 7 siendo estas las proporciones más óptimas.

Se puede decir que la concentración del agente activante ejerce una influencia muy marcada en el proceso de activación, siendo su efecto de mucha importancia al lado de otras variables estudiadas.

2.2.4. PODER ADSORBENTE DEL CARBÓN ACTIVADO

2.2.4.1. MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL ANALISIS DE LAS ISOTERMAS DE ADSORCIÓN

La adsorción sobre un sólido de una interfase líquido-sólido se caracteriza comúnmente por una isoterma de adsorción. La isoterma es la curva que resulta cuando se grafica la cantidad de soluto adsorbido por unidad de peso de adsorbente sólido. Una isoterma de adsorción es la mejor característica para estudiar el estado de equilibrio del sistema. Es por medio de ella que se puede detectar las diferencias cualitativas y cuantitativas entre los carbones activados obtenidos.

Existen dos modelos de isotermas de adsorción de diferentes formas derivadas de consideraciones teóricas y un tercero derivado de observaciones empíricas. El modelo de Langmuir está basado en la teoría de que la adsorción ocurre solamente en una capa molecular sencilla sobre la superficie disponible, esta ecuación da lugar a una línea recta.

La otra ecuación teóricamente desarrollada de isotermas de adsorción la ecuación de Brunauer –Emmett – Teller (abreviada comúnmente como B.E.T) permite que capas múltiples de

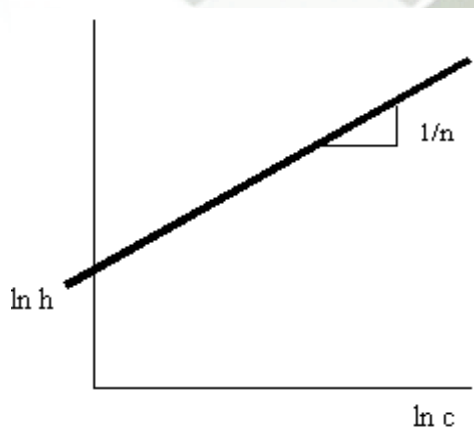
solute sean adsorbidas por la superficie del adsorbente, esta ecuación también da una línea.

ECUACIÓN DE FREUNDLICH

La isoterma de Freundlich fue una de las primeras ecuaciones propuestas para relacionar la cantidad adsorbida con la concentración del material en la solución de acuerdo a:

$$m = kc^{1/n}$$

Donde m es el número de gramos adsorbidos por gramo de adsorbente, c es la concentración, y k y n son constantes. Midiendo m como función de c y representando gráficamente en $\log_{10} m$, los valores de n y k a partir de la pendiente y la intersección de la línea.



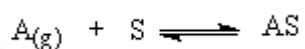
$$\ln(m) = \ln(h) + \frac{1}{n} \ln(c)$$

La isoterma de adsorción de Freundlich se deriva empíricamente y según Hassler (1974) es el resultado de la relación entre la cantidad de sustancia adsorbida y la concentración residual no adsorbida, así mismo señala que aunque extremadamente difícil en algunos estudios de adsorción, las isotermas no son esenciales para un uso afortunado de carbón activado en una nueva aplicación porque surgen situaciones en las cuales las propiedades de las impurezas son tales, que no es posible trasladar las concentraciones en equivalentes gravimétricos.

Según Santana (1974) se ha probado que en un sistema de adsorción existe una correlación matemática entre la cantidad de sustancia adsorbida y la cantidad que permanece no adsorbida. Esta correlación matemática, obtenida experimentalmente establece una isoterma en un determinado sistema.

ECUACION DE LANGMUIR

Podemos representar el proceso de adsorción por medio de una ecuación química. Si el adsorbato es un gas podemos escribir el equilibrio.



Donde A es el adsorbato gaseoso, S es un sitio desocupado sobre la superficie y AS representa una molécula de A adsorbida o un sitio desocupado sobre la superficie.

La constante de equilibrio k puede expresarse como:

$$K = \frac{X_{as}}{(X_s)(p)}$$

Donde X_{as} es la fracción molar de sitios ocupados en la superficie, X_s es la fracción molar de sitios libres en la superficie y p es la presión del gas. Es más común usar θ por X_{as} , Entonces $X_s = (1 - \theta)$ y la ecuación puede escribirse.

$$\theta / 1 - \theta = Kp$$

que es isoterma de Langmuir; K es la constante de equilibrio para la adsorción Resolviendo para θ , obtenemos

$$= \frac{kp}{1 + Kp}$$

Si hablamos de la adsorción de una sustancia de la solución, la ecuación es válida si se sustituye p por la concentración molar c .

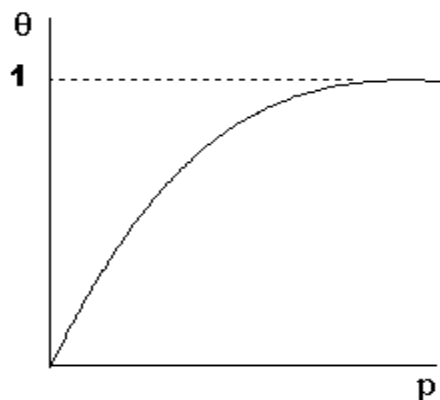
La cantidad de sustancia adsorbida, m , será proporcional a

$\square$ para un adsorbente específico, de manera que $m = b\square$, donde b es una constante. Entonces

$$m = \frac{bkp}{1 + kp}$$

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bkp}$$

Representando gráficamente $1/m$ contra $1/p$, se pueden determinar las constantes K y b a partir de la pendiente y la intersección de la línea. Conociendo K , podemos calcular la gráfica de superficie cubierta.



ISOTERMA DE LANGMUIR

DETERMINACION DEL AREA SUPERFICIAL DE LOS CATALIZADORES, BET (Brunauer-Emmett-Teller)

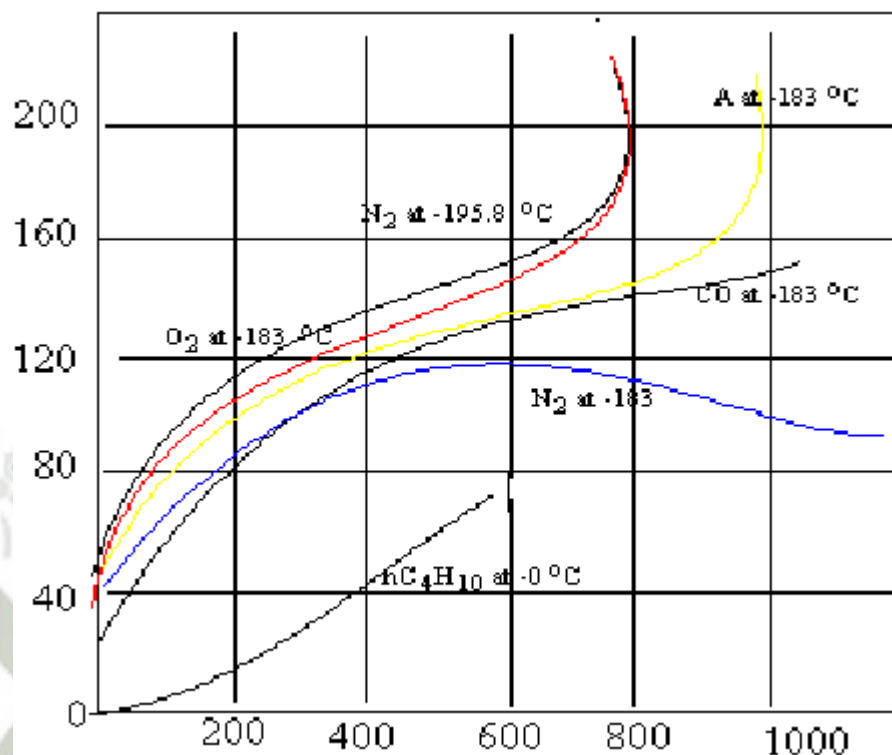
El método más común para la medición de áreas superficiales se basa en la adsorción física de un gas en la superficie sólida. Generalmente se determina la cantidad de nitrógeno gaseoso adsorbido en equilibrio al punto de ebullición normal (-195.8°C) en un intervalo de presiones inferior a 1 atmósfera. Bajo estas condiciones, se pueden adsorber consecutivamente varias capas de moléculas sobre la superficie. Bajo estas condiciones, se pueden adsorber consecutivamente varias capas moleculares sobre la superficie. Para poder determinar el área es necesario identificar la cantidad adsorbida que corresponde a una capa monomolecular. Emmett ha explicado claramente las etapas históricas del desarrollo del método Brunauer-Emmett-Teller . Puede existir una incertidumbre con relación a

si los valores obtenidos con el método corresponde con exactitud al área superficial. Sin embargo, esto tiene poca importancia relativa, pues el proceso está normalizado y los resultados son reproducibles. Cabe mencionar que el área superficial medida de esta manera puede no ser la efectiva para la catálisis. Por ejemplo, solo algunas partes de la superficie, esto es, los centros activos, pueden ser efectivos para una quimisorción de un reactante, mientras que el nitrógeno puede ser físicamente adsorbido en una extensión superficial mucho mayor. Además cuando el catalizador está dispersado en un portador de área considerable, es posible que solo una parte del área del portador esté recubierta con átomos catalíticamente activos y esta área puede ser de varios átomos de profundidad. Por tanto, los átomos activos pueden estar juntos en grupos de modo que la superficie catalítica sea menor que si los átomos estuvieran más completamente dispersos o separados. Por ejemplo, se encontró que un catalizador de níquel sobre Kieselgur tiene una superficie de $205 \text{ m}^2/\text{g}$, medida por adsorción del nitrógeno. Para determinar el área recubierta por átomos de níquel, se quimisorbió, se calculó que el área superficial de átomos de níquel es de unos $40 \text{ m}^2/\text{g}$. Sería muy útil conocer las áreas superficiales para quimisorción del reactante en las condiciones de la reacción. Sin embargo requeriría la medición de cantidades de quimisorción

relativamente pequeñas, a diferentes y a veces difíciles condiciones (alta presión y/o temperatura), para cada sistema reaccionante. En contraste, el nitrógeno puede adsorberse fácil y de manera rápida en forma rutinaria con equipo normal.

En el método clásico para determinar áreas superficiales se usa un aparato en su totalidad construido de vidrio para medir el volumen del gas adsorbido en una muestra del material sólido. El aparato opera a presiones bajas que pueden variarse desde casi cero hasta una atmósfera. La temperatura de operación es del orden de magnitud del punto de ebullición normal. Los datos obtenidos son volúmenes observados se corrigen a centímetros cúbicos.

A 0°C y 1 atmósfera (temperatura y presión normales) y se grafican en función de la presión en milímetros, o en forma de la relación entre la presión y la presión de Vapor a la temperatura de operación.



En esta figura se muestran los resultados típicos del trabajo de Brunauer y Emmett para la adsorción de diversos gases en una muestra de 0.606 g. De sílice. Para simplificar el procedimiento experimentalmente clásico, se ha desarrollado un método de flujo en el cual se hace pasar continuamente sobre la muestra del sólido, una mezcla de helio (u otro gas no adsorbido) y del gas adsorbible. La presión total de operación es constante y la presión parcial del gas se hace variar cambiando la posición de la mezcla.

Las curvas de la figura anterior son similares en cuanto a que bajas presiones aumentan más o menos rápido, aplanándose

en una sección lineal a presiones intermedias y, por último, aumentan su pendiente a mayores niveles de presión.

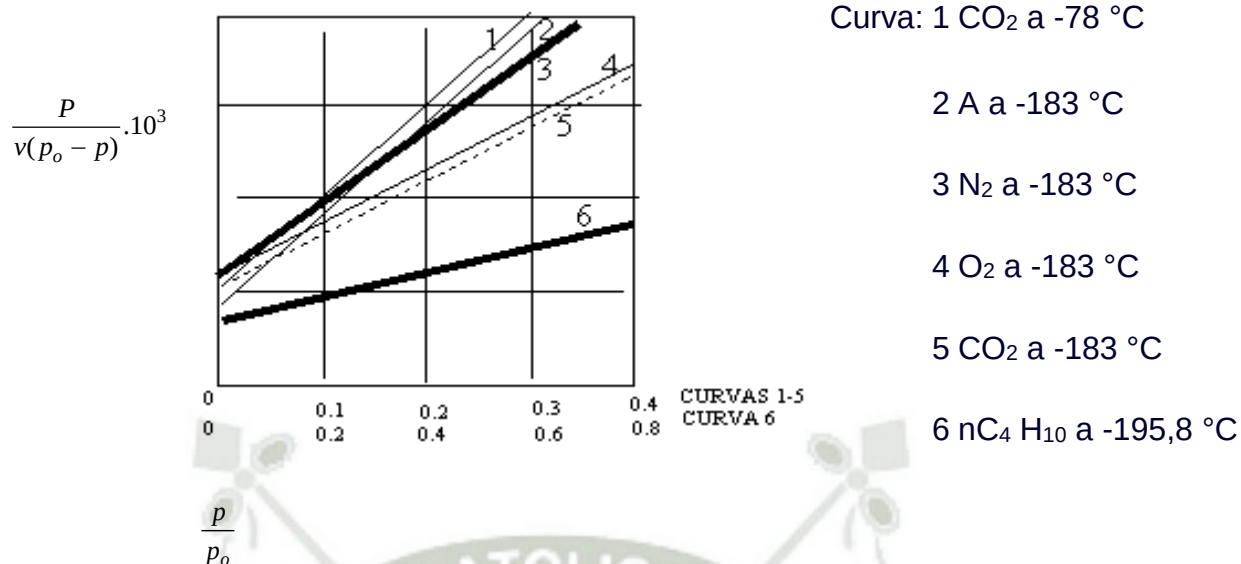
El método de Brunauer-Emmett-Teller localiza este punto a partir de una ecuación obtenida extendiendo la isoterma de Langmuir para aplicarla a una adsorción de capas múltiples. El desarrollo se puede resumir en la siguiente forma:

$$\frac{p}{v} = \frac{1}{kvm} + \frac{p}{vm} \dots\dots\dots (1)$$

Brunauer, Emmet y Teller adaptaron esta ecuación para adsorción en capas múltiples y llegaron al resultado.

$$\frac{P}{v(p_o - p)} = \frac{1}{vmc} + \frac{(c-1)p}{cvmp_o} \dots\dots\dots (2)$$

Donde p_o es la presión de vapor o de saturación y c es una constante para cada temperatura y cada sistema gas-sólido.



Gráfica de la ecuación (2) de Brunauer-Emmett-Teller para los datos anteriores.

De acuerdo con la ecuación (2) una gráfica de $p/v(p_o - p)$ en función de p/p_o debe dar una línea recta. En la figura anterior se vuelven a graficar de esta forma los datos de la figura anterior. Resulta muy significativo que dichas líneas rectas pueden extrapolarse con seguridad hasta $p/p_o = 0$. La intercepción I obtenida con esta extrapolación, junto con la pendiente de la línea recta, s , proporciona dos ecuaciones de las cuales puede obtenerse v_m ,

$$I = \frac{1}{v_m c} \quad \text{a} \quad \frac{p}{p_o} = 0$$

$$I = \frac{c-1}{vmc}$$

Resolviéndolas para el volumen de gas correspondiente a la capa monomolecular, se obtiene.

$$Vm = \frac{1}{1+s}$$

El volumen vm puede convertirse fácilmente al número de moléculas adsorbidas. Sin embargo, para determinar el área absoluta es necesario seleccionar un valor para el área cubierta por una molécula adsorbida. Si esta área por molécula es α , el área de superficie total está dada por la relación

$$Sg = \left[\frac{vmNo}{V} \right] \alpha$$

Donde No es el número de Avogadro 6.02×10^{23} moléculas/mol, y V es el volumen por mol de gas a las condiciones de vm . Puesto que V_m se registra a temperaturas y presión normales, $V = 22400 \text{ cm}^3/\text{mol g}$.

En el presente trabajo se ha adecuado el modelo matemático de acuerdo a los tres tipos de isothermas pero el que más se ajusta es la isoterma de Freundlich, los cuadros que se muestran a continuación se han ajustado de acuerdo a un

modelo polinomial de ajuste, determinándose el coeficiente de correlación donde r^2 nos indica el nivel de ajuste de los datos al modelo correspondiente en una escala de 0 a 1, para cada uno de los carbones activados obtenidos en cada zona de muestreo.

2.2.5. DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS DE ADSORCIÓN

Para esta determinación se utilizaron diluciones de azul de metileno, cuyo procedimiento se detalla en el anexo 01 (proyecto de investigación) cuyas concentraciones son: 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 1; 1,5; 2 y 2,5, y procediéndose a la lectura de la absorbancia de cada una de ellas, a una longitud de onda de 650 nm obteniéndose los siguientes resultados:

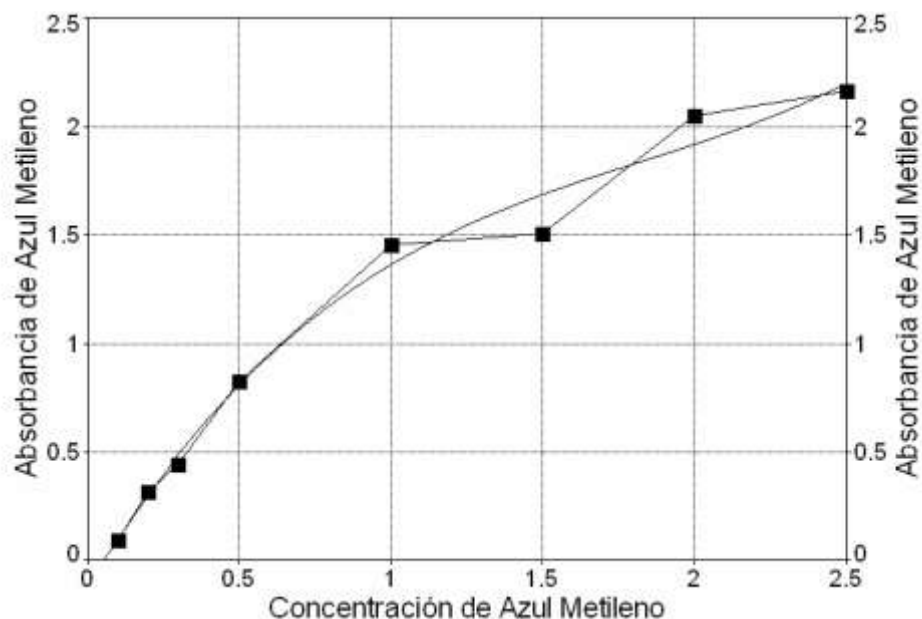
CUADRO No 14

ABSORVANCIA DE AZUL METILENO

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
0,1	0,123	0,084	0,120	0,109
0,2	0,331	0,383	0,318	0,344
0,3	0,421	0,468	0,558	0,482
0,5	0,835	0,881	0,917	0,878
1,0	1,485	1,531	1,534	1,517
1,5	1,949	1,162	1,788	1,633
2,0	2,213	2,242	2,230	2,228
2,5	2,196	2,241	2,440	2,292
Promedio	1,194	1,124	1,238	1,185

GRÁFICO N° 01

COMPORTAMIENTO DE LA ABSORBANCIA CON RESPECTO A LA
CONCENTRACIÓN DEL AZUL DE METILENO

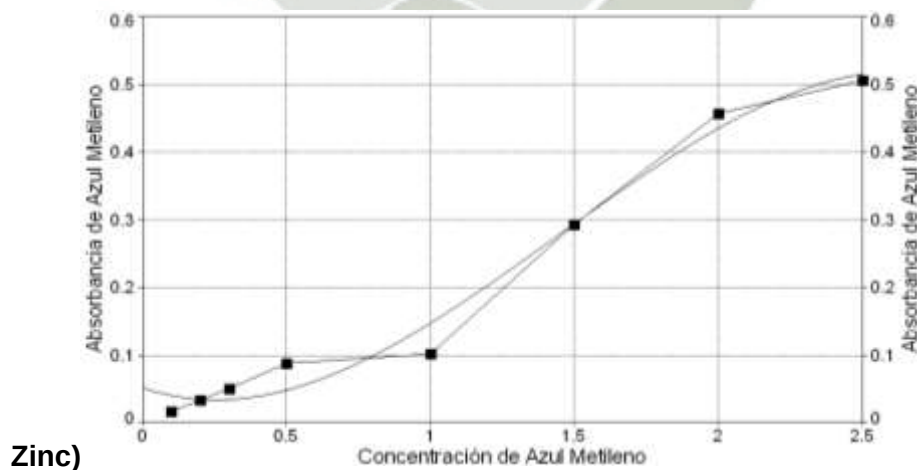


Modelo polinomial de ajuste : $Y = -0.124 + 2.325x - 1.027x^2 + 0.187x^3$ $r^2 = 0.986$

Podemos observar que a medida que las concentraciones de azul de metileno aumentan la lectura de la absorbancia también aumenta, en el gráfico se puede notar desde el quinto promedio 1.517 mg/Lt esto debido al color que presentan por la concentración.

CUADRO No 15
**ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA DE
HUAJJE. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc)**

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,034	0,031	0,033
0,2	0,065	0,058	0,062
0,3	0,094	0,080	0,087
0,5	0,169	0,119	0,144
1,0	0,092	0,142	0,117
1,5	0,415	0,424	0,420
2,0	0,679	0,563	0,621
2,5	0,632	0,618	0,625
Promedio	0,272	0,254	0,263

GRÁFICO N° 2
**ISOTERMA DE ADSORCIÓN PARA EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA DE
HUAJJE. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de**


Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.052 - 0.146x + 0.313x^2 - 0.722x^3$ $r^2 = 0.982$

El carbón activado de la zona de Huajje (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc) tiene una mejor adsorción en las tres primeras concentraciones del azul de metileno debido a que las mismas son bajas, lo contrario ocurre con las cuatro concentraciones siguientes, en conclusión a medida que la concentración aumenta las absorbancias van aumentando. La isoterma de adsorción muestra de igual manera que cuanto mayor es la concentración del azul de metileno el carbón activado adsorbe menos debido a la saturación de sus poros.

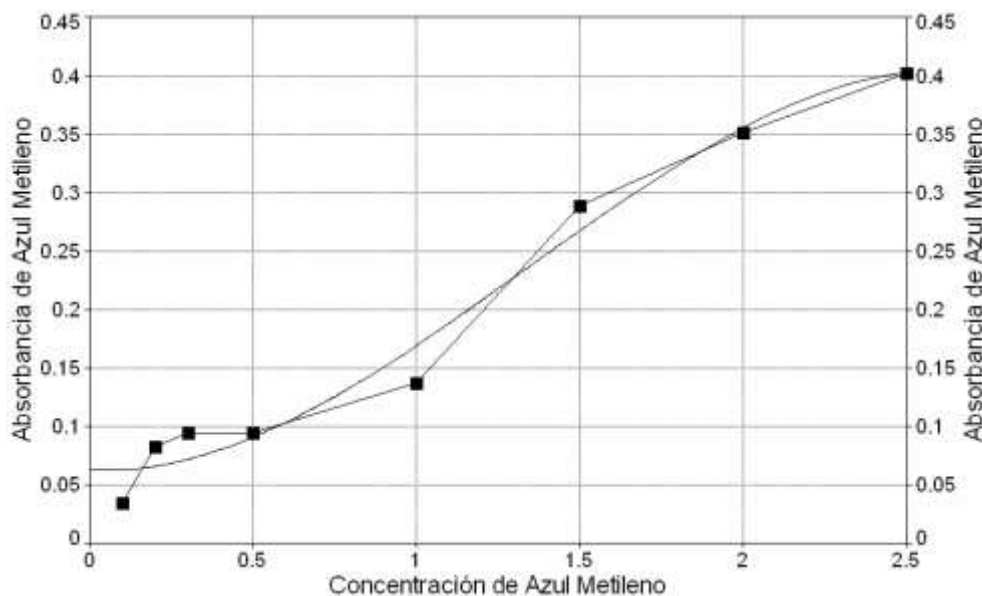
CUADRO No 16
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA
BAHIA INTERIOR. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,038	0,062	0,050
0,2	0,120	0,101	0,111
0,3	0,130	0,132	0,131
0,5	0,160	0,140	0,150
1,0	0,240	0,165	0,203
1,5	0,429	0,399	0,414
2,0	0,565	0,468	0,517
2,5	0,516	0,523	0,520
Promedio	0,275	0,249	0,262

GRÁFICO N° 3

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA

INTERIOR. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc).



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.063 - 0.014x + 0.161x^2 - 0.040x^3$ $r^2 = 0.977$

Podemos apreciar que el carbón activado de la zona Bahía interior (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc). es de mejor calidad debido a que la lectura de absorbancia para la concentración de 2.5 de azul de metileno es menor a la lectura del cuadro anterior a la misma concentración en promedio igual a 0.263 mg/ml, esto quiere decir que este carbón tiene una mejor capacidad de adsorción. Así también se puede observar que a partir de la quinta lectura 0.203 mg/ml la ubicación de los puntos es más distante debido a que las concentraciones del azul de metileno aumentan en un 50% cada vez.

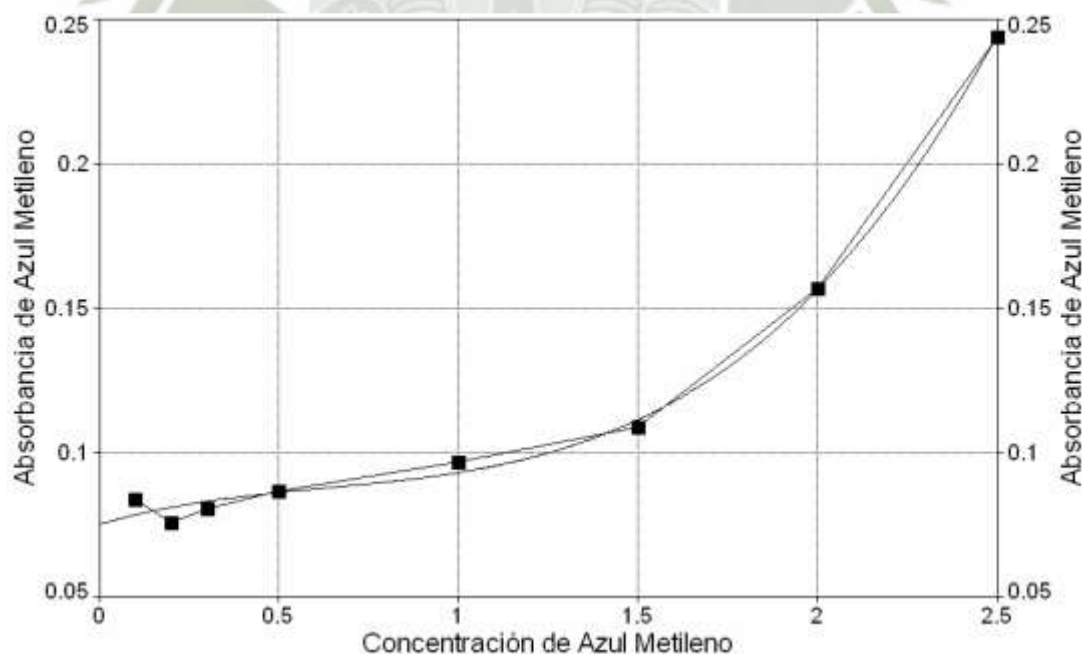
CUADRO No 17

ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,111	0,088	0,100
0,2	0,106	0,101	0,104
0,3	0,121	0,113	0,117
0,5	0,145	0,140	0,143
1,0	0,173	0,151	0,162
1,5	0,209	0,259	0,234
2,0	0,337	0,305	0,321
2,5	0,360	0,363	0,362
Promedio	0,195	0,190	0,193

GRÁFICO N° 4

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE. (1g Materia Prima - 0.5g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.075 + 0.036x - 0.039x^2 + 0.021x^3$ $r^2 = 0.996$

La lectura de la absorbancia de la concentración 2.5 mg/ml que es 0.362mg/ml nos indica que existe diferencia con los dos carbones anteriores esto quiere decir que la zona de donde proviene la materia prima tiene contenido de materia orgánica lo cual influye en la calidad del carbón activado.

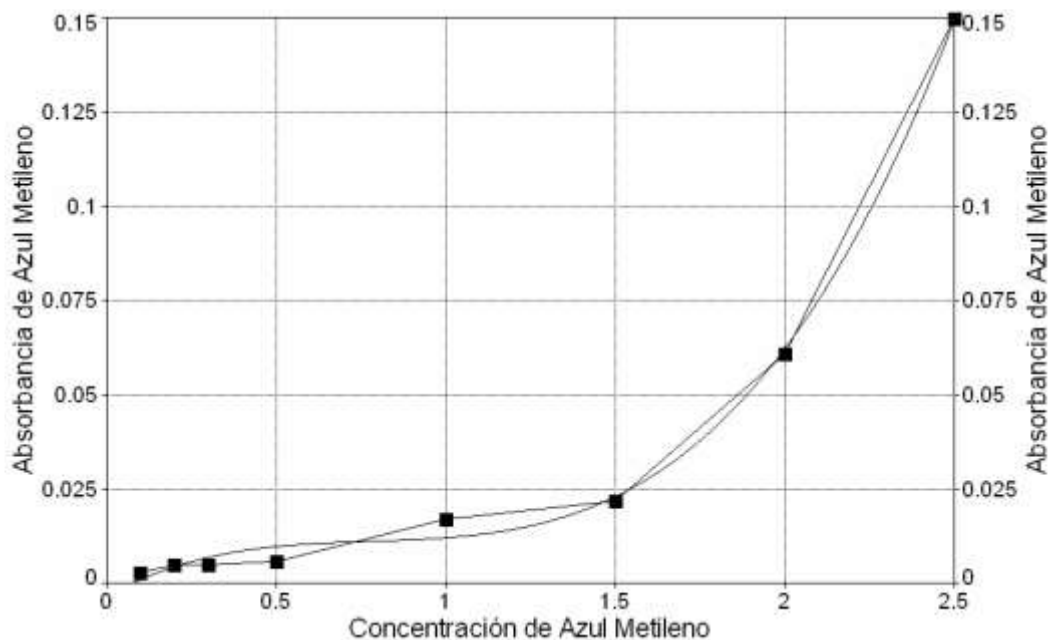
CUADRO No 18
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE. (1g
Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,021	0,015	0,018
0,2	0,034	0,030	0,032
0,3	0,044	0,037	0,041
0,5	0,074	0,047	0,061
1,0	0,098	0,065	0,082
1,5	0,124	0,169	0,147
2,0	0,244	0,205	0,225
2,5	0,275	0,257	0,266
Promedio	0,114	0,103	0,109

GRÁFICO N° 5

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE.

(1g Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.03 + 0.051x - 0.061x^2 + 0.026x^3$ $r^2 = 0.997$
 Las lecturas de absorbancia obtenidas nos indican que el carbón activado es de buena calidad, si se toma en cuenta la primera y la última lectura (0.002 y 0.150) así también apreciamos que la absorbancia es favorable debido que a sido adsorbida la mayor cantidad de color de azul de metileno.

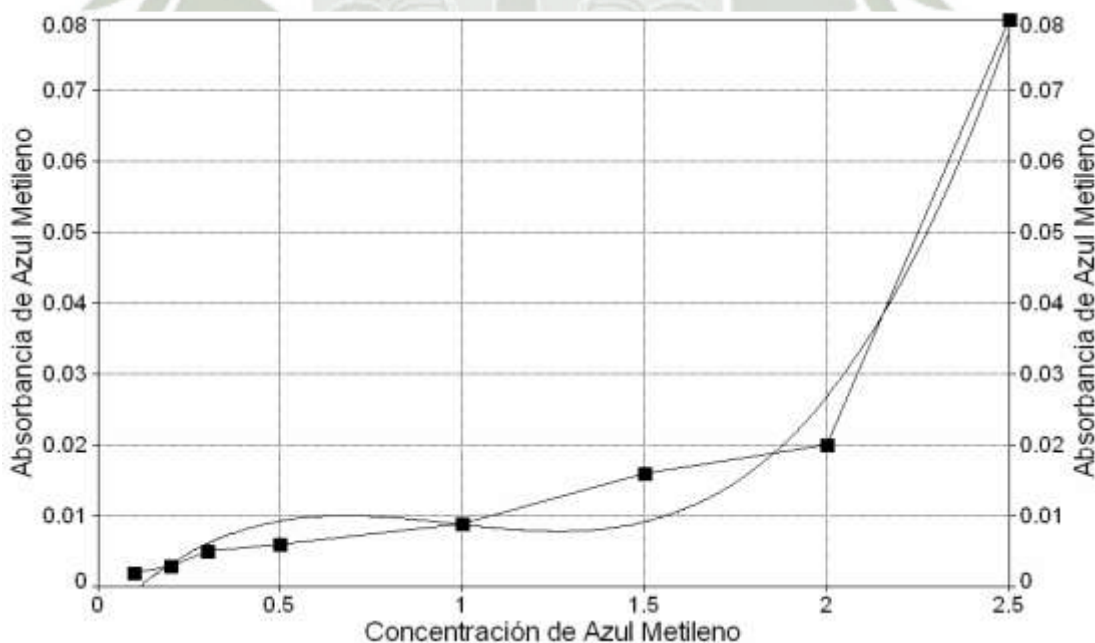
CUADRO No 19

ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA INTERIOR. (1g Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,019	0,014	0,017
0,2	0,033	0,028	0,031
0,3	0,045	0,037	0,041
0,5	0,076	0,045	0,061
1,0	0,090	0,058	0,074
1,5	0,116	0,165	0,141
2,0	0,200	0,167	0,184
2,5	0,195	0,199	0,197
Promedio	0,097	0,089	0,093

GRAFICO N° 6

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA INTERIOR. (1g Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = -0.0056 + 0.0562X - 0.0635x^2 + 0.0218x^3$ $r^2 = 0.975$

Si se toma en cuenta la lectura de la concentración 2.5 que es de 0.197 podemos decir que la adsorción es aun mucho mejor debido a que es menor a la del cuadro anterior a la misma concentración por lo tanto se puede notar la influencia de zona de muestreo de la materia prima.

CUADRO No 20

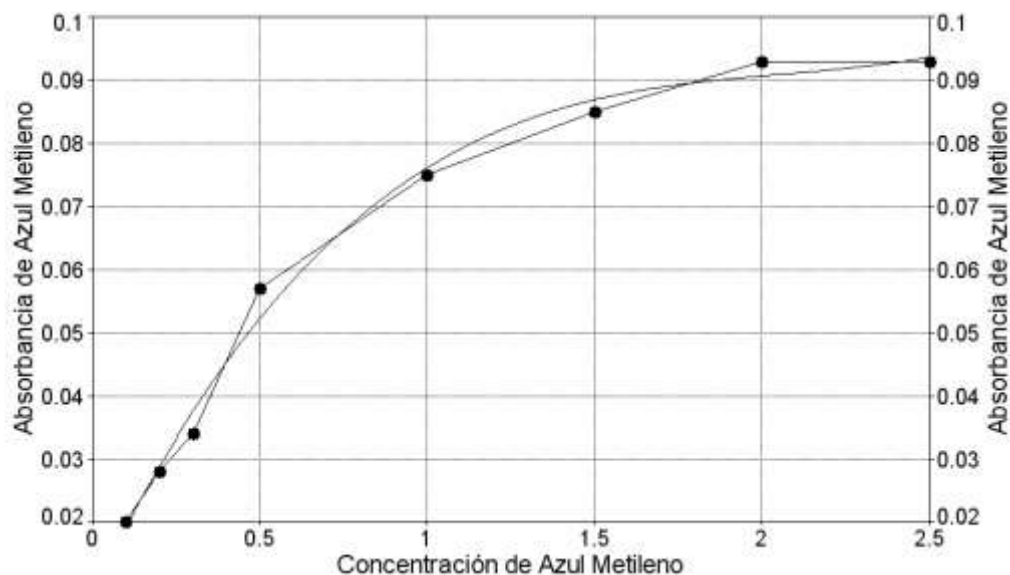
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE. (1g Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,037	0,032	0,035
0,2	0,049	0,061	0,055
0,3	0,059	0,076	0,068
0,5	0,092	0,132	0,112
1,0	0,137	0,142	0,140
1,5	0,178	0,241	0,210
2,0	0,268	0,245	0,257
2,5	0,203	0,217	0,210
Promedio	0,128	0,143	0,136

GRAFICO N° 7

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL

TERRESTRE (1g Materia Prima - 1g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.0086 + 0.01108X - 0.0515X^2 + 0.0083X^3$
 $r^2 = 0.993$

La lectura de las absorbancias son similares al cuadro anterior debido a que la materia prima en ambos casos proviene de zonas altamente contaminadas y con presencia de materia orgánica, por eso las propiedades de los carbones son parecidas.

La isoterma de adsorción es característica de procesos en los que se produce llenado de microporos, donde la cantidad adsorbida es casi constante. Este tipo de isotermas lo presentan aquellos materiales que son principalmente microporosos como la zeolita y los carbones activados.

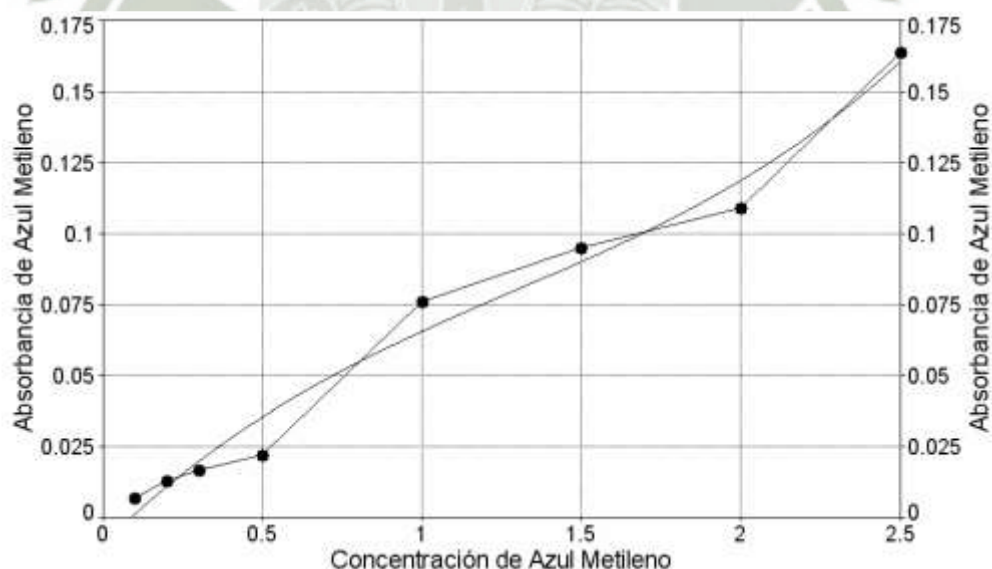
CUADRO No 21

**ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE. (1g
Materia Prima - 1.5g Cloruro de Zinc)**

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,025	0,019	0,022
0,2	0,043	0,038	0,041
0,3	0,056	0,049	0,053
0,5	0,092	0,062	0,077
1,0	0,141	0,142	0,142
1,5	0,174	0,266	0,220
2,0	0,278	0,268	0,273
2,5	0,251	0,313	0,282
Promedio	0,133	0,145	0,139

GRAFICO N° 8

**ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE
(1g Materia Prima – 1.5g Cloruro de Zinc)**



Modelo polinomial de ajuste

$$Y = -0.0091 + 0.1098X - 0.0475X^2 + 0.0123X^3$$

$$r = 0.980$$

La lectura de absorbancias de 0.282 nos indica que al haber aumentado la cantidad de reactivo no aumenta la capacidad de adsorción del azul de metileno.

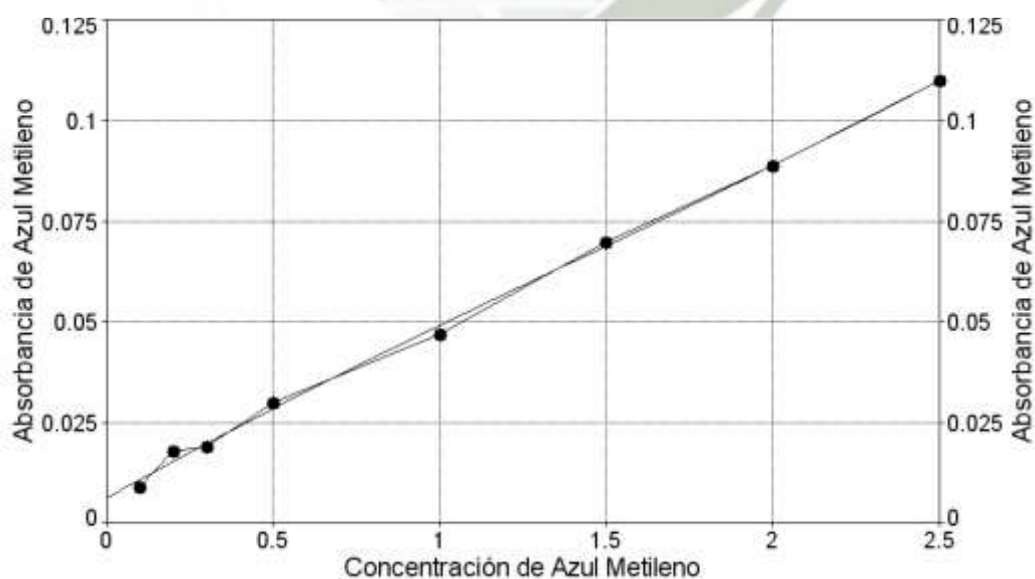
CUADRO No 22

ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA INTERIOR. (1g Materia Prima - 1.5g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,028	0,020	0,024
0,2	0,049	0,042	0,046
0,3	0,059	0,051	0,055
0,5	0,090	0,073	0,082
1,0	0,128	0,095	0,112
1,5	0,174	0,216	0,195
2,0	0,273	0,233	0,253
2,5	0,220	0,236	0,228
Promedio	0,128	0,121	0,124

GRAFICO N° 9

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA INTERIOR (1g Materia Prima – 1.5g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste, $Y = 0.0063 + 0.0468X - 0.0052X^2 + 0.0012X^3$
 $r^2 = 0.998$

De acuerdo con las lecturas obtenidas se puede volver a indicar que la zona de muestreo juega un papel importante en las propiedades del carbón activado. Existen dos factores que determinan este cambio, uno es el aumento de la concentración del reactivo y el otro la zona de muestreo que no es de alta contaminación como la zona de Terminal terrestre. La isoterma de adsorción lineal nos indica que la adsorción no es favorable ni desfavorable, encontrándose en un punto medio.

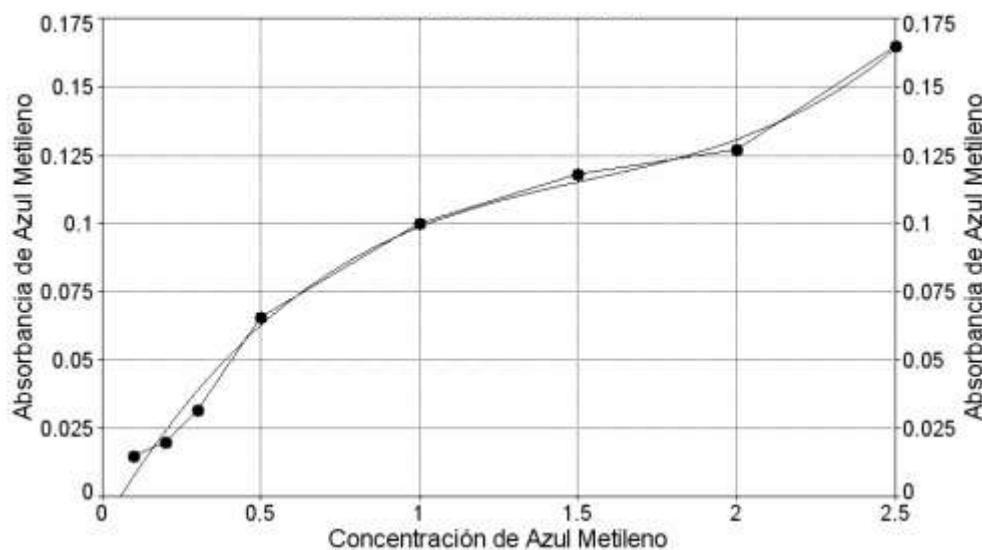
CUADRO No 23
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE. (1g Materia Prima - 1.5g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,037	0,023	0,030
0,2	0,052	0,044	0,048
0,3	0,082	0,054	0,068
0,5	0,161	0,082	0,122
1,0	0,189	0,141	0,165
1,5	0,220	0,266	0,243
2,0	0,315	0,268	0,292
2,5	0,264	0,302	0,283
Promedio	0,165	0,148	0,156

GRAFICO N° 10

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL

TERRESTRE (1g Materia Prima – 1.5g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste

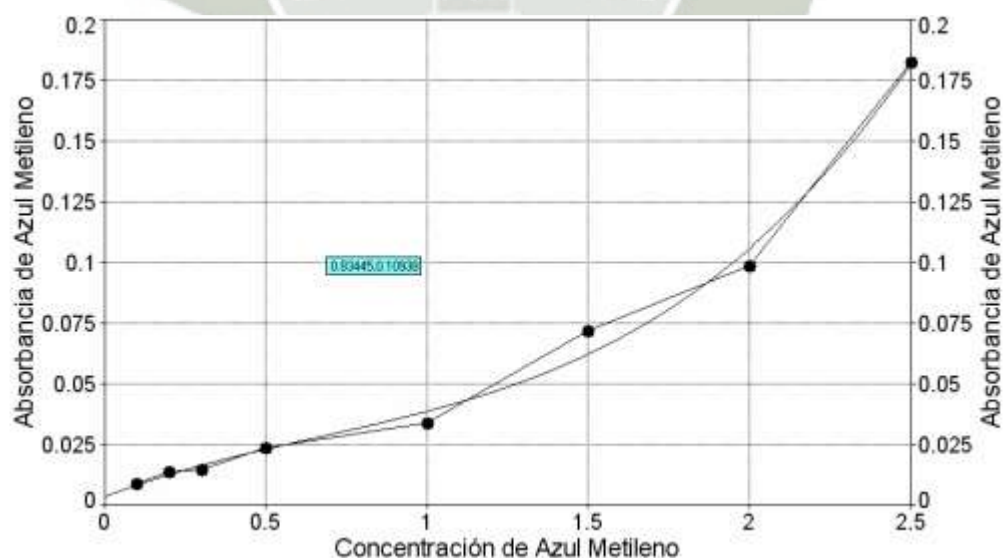
$$Y = -0.0108 + 0.1975X - 0.1124X^2 + 0.0245X^3$$

$$r = 0.993$$

La isoterma de adsorción guarda una relación similar a la anterior.

CUADRO No 24
**ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE. (1g
Materia Prima - 2g Cloruro de Zinc)**

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,025	0,023	0,024
0,2	0,043	0,040	0,042
0,3	0,055	0,047	0,051
0,5	0,095	0,063	0,079
1,0	0,117	0,081	0,099
1,5	0,179	0,215	0,197
2,0	0,290	0,237	0,264
2,5	0,332	0,269	0,301
Promedio	0,142	0,122	0,132

GRAFICO N° 11
**ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA HUAJJE
(1g Materia Prima – 2g Cloruro de Zinc)**


Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.0038 + 0.0509X - 0.0316X^2 + 0.0158X^3$ $r^2 = 0.993$

Se puede observar que las lecturas de absorbancia no mejoran con respecto a las lecturas de las absorbancias con los carbones de concentración 1-1g. Observándose que la lectura 0.301 que corresponde a la concentración 2.5 de azul de metileno no se diferencia mucho de la lectura de los cuadros anteriores.

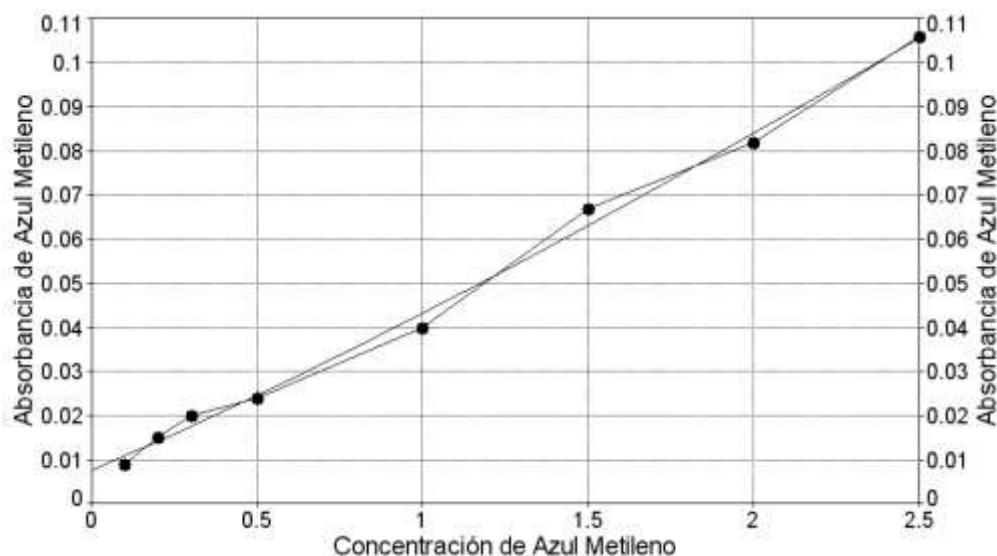
CUADRO No 25
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA
INTERIOR. (1g Materia Prima - 2g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,026	0,022	0,024
0,2	0,044	0,041	0,043
0,3	0,059	0,053	0,056
0,5	0,093	0,065	0,079
1,0	0,122	0,088	0,105
1,5	0,175	0,209	0,192
2,0	0,268	0,225	0,247
2,5	0,224	0,223	0,224
Promedio	0,126	0,116	0,121

GRAFICO N° 12

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA BAHIA

INTERIOR (1g Materia Prima – 2g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.0076 + 0.0318X + 0.0043X^2 - 0.0005X^3$ $r^2 = 0.996$.

La lectura que corresponde a la concentración 2.5 que es de 0.224 nos indica que se repite la constante de la procedencia de la materia prima, esto demuestra que la capacidad de adsorción del carbón activado aumenta cuando la muestra es de una zona contaminada como la zona de Bahía Interior. La isoterma de adsorción no mejora debido a que el aumento en las lecturas no es constante, se puede apreciar que para los primeros cuatro datos las lecturas aumentan casi constante y a partir de la quinta lectura esta se duplica.

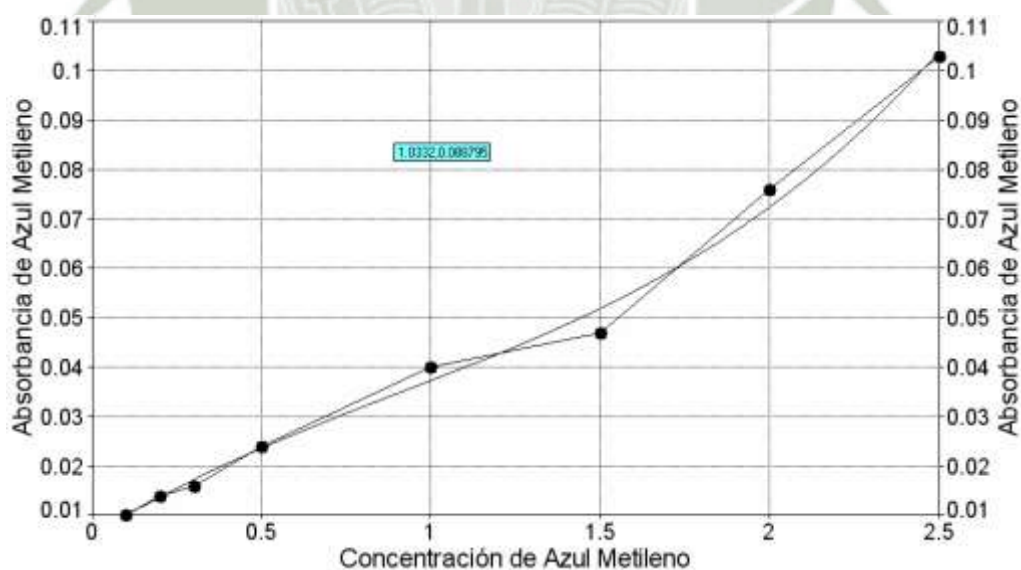
CUADRO No 26

ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE. (1g Materia Prima - 2g Cloruro de Zinc)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,030	0,021	0,026
0,2	0,044	0,038	0,041
0,3	0,055	0,049	0,052
0,5	0,093	0,064	0,079
1,0	0,119	0,091	0,105
1,5	0,147	0,197	0,172
2,0	0,257	0,223	0,240
2,5	0,216	0,224	0,220
Promedio	0,120	0,113	0,117

GRAFICO N° 13

ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO EN LA ZONA TERMINAL TERRESTRE (1g Materia Prima – 2g Cloruro de Zinc)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.0058 + 0.0427X - 0.0179X^2 + 0.0066X^3$ $r^2 = 0.994$

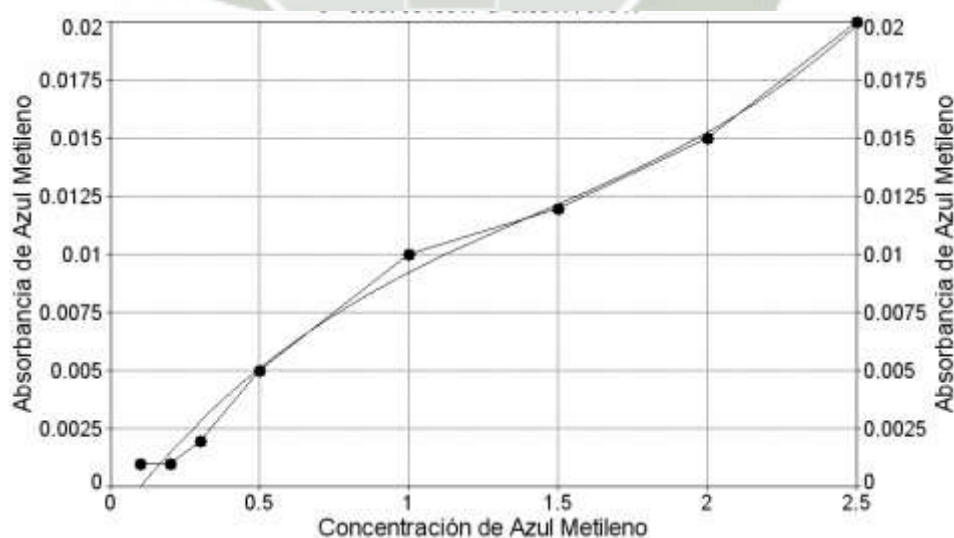
Se puede apreciar que las lecturas de absorbancia son similares a las del cuadro anterior debido a que ambas zonas de recolección de materia son contaminadas.

En las isotermas de adsorción se observa que el aumento de las lecturas no es constante, la quinta lectura se duplica, lo mismo ocurre con la penúltima lectura.

CUADRO No 27
ADSORCIONES CON EL CARBÓN ACTIVADO COMERCIAL (CHARCOAL ACTIVATED - LABORATORY CHEMICALS)

Concentración de Azul Metileno (mg/ml)	Absorbancia de Azul Metileno (nm)		
	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,1	0,019	0,013	0,016
0,2	0,031	0,026	0,029
0,3	0,042	0,034	0,038
0,5	0,075	0,044	0,060
1,0	0,089	0,060	0,075
1,5	0,111	0,162	0,137
2,0	0,195	0,163	0,179
2,5	0,134	0,141	0,138
Promedio	0,087	0,080	0,084

GRAFICO N° 14
ISOTERMA DE ADSORCIÓN CON EL CARBÓN ACTIVADO COMERCIAL



Modelo polinomial de ajuste $Y = -0.0015 + 0.0167X - 0.0077X^2 + 0.0018X^3$ $r^2 = 0.993$. Se puede apreciar que las lecturas son inmejorables debido a que son las

del carbón activado comercial, si tomamos en cuenta la concentración 2.5 que es 0.138 tenemos que es la mas baja lo cual nos indica que la capacidad de adsorción de este carbón es mejor. La isoterma de adsorción es característica de los carbones comerciales debido a que la lectura de las concentraciones no es constante.

2.2.6. ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DE REMOCIÓN

Este análisis fue realizado con la finalidad de hacer una comparación más sencilla. De la capacidad de adsorción del carbón activado de las tres zonas de muestreo con respecto al carbón comercial. Para el análisis se tomó en cuenta la siguiente relación:

$$\% \text{ Remoción} = B - A$$

Donde.

B = Absorbancia del azul de metileno.

A = Absorbancia de la adsorción.

A continuación se presentan los siguientes resultados:

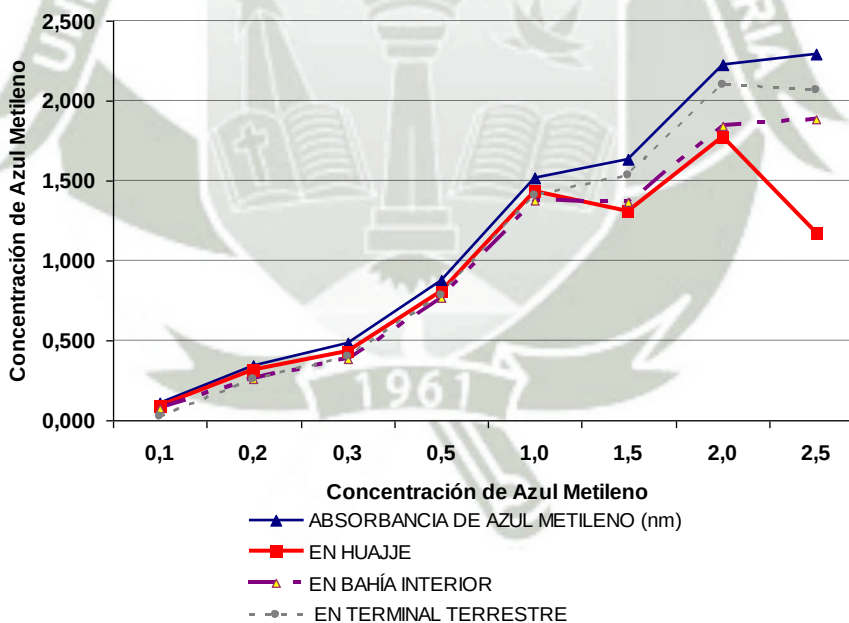
CUADRO N° 28

REMOCIÓN DE MUESTRAS EN HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y TERMINAL TERRESTRE,
CONCENTRACIÓN (1g Materia Prima – 0.5g Cloruro de Zinc)

CONCENTRACION DE AZUL METILENO (mg/ml)	ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCIÓN POR EL CARBÓN ACTIVADO (nm)		
		EN HUAJJE	EN BAHÍA INTERIOR	EN TERMINAL TERRESTRE
0,1	0,109	0,094	0,071	0,025
0,2	0,344	0,315	0,261	0,258
0,3	0,482	0,434	0,382	0,403
0,5	0,878	0,805	0,769	0,787
1,0	1,517	1,435	1,371	1,406
1,5	1,633	1,310	1,365	1,530
2,0	2,228	1,772	1,845	2,100
2,5	2,292	1,172	1,882	2,070
PROMEDIO	1,185	0,917	0,993	1,072

GRÁFICO N° 15

COMPARACIÓN DE REMOCIONES MUESTRAS HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y
TERMINAL TERRESTRE, CONCENTRACIÓN (1g lemnas-0.5gZnCl₂)



Modelo polinomial de ajuste

$$Y = -0.1866 + 2.3400X - 1.1885X^2 + 0.2279X^3$$

$$r^2 = 0.983$$

Considerando la mejor remoción; tenemos que es la remoción que nos da el carbón activado de la zona Terminal Terrestre (1-0.5 g) que es de 2.070 que comparado a la lectura de absorbancia del azul de metileno 2,292 notamos que la diferencia entre ambas es mínima con respecto a las otras dos remociones a la misma concentración.

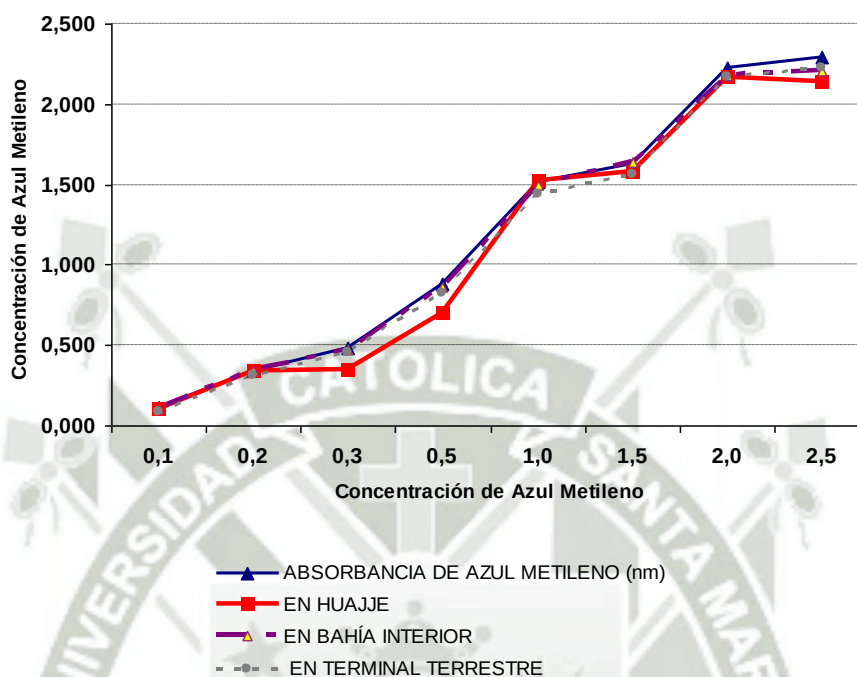
CUADRO N° 29

REMOCIÓN DE MUESTRAS EN HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y TERMINAL TERRESTRE,
CONCENTRACIÓN (1g Materia Prima – 1g Cloruro de Zinc)

CONCENTRACION DE AZUL METILENO (mg/ml)	ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCIÓN POR EL CARBÓN ACTIVADO (nm)		
		EN HUAJJE	EN BAHÍA INTERIOR	EN TERMINAL TERRESTRE
0,1	0,109	0,108	0,103	0,089
0,2	0,344	0,344	0,340	0,314
0,3	0,482	0,354	0,471	0,456
0,5	0,878	0,697	0,858	0,828
1,0	1,517	1,523	1,499	1,436
1,5	1,633	1,584	1,639	1,563
2,0	2,228	2,167	2,178	2,166
2,5	2,292	2,140	2,206	2,223
PROMEDIO	1,185	1,115	1,162	1,134

GRÁFICO N° 16

COMPARACIÓN DE REMOCIONES MUESTRAS HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y
TERMINAL TERRESTRE, CONCENTRACIÓN (1g lema-1gZnC12)



Modelo polinomial de ajuste $Y = -0.1194 + 2.2723X - 0.9655X^2 + 0.1661X^3$

$r^2 = 0.984$

La remoción del Carbón Activado de la zona Bahía Interior a una concentración 2,5 que es de 2,223 es la mejor con respecto a la lectura de abs. 2.292, la diferencia es mínima lo que nos indica una buena adsorción o remoción del color del azul de metileno.

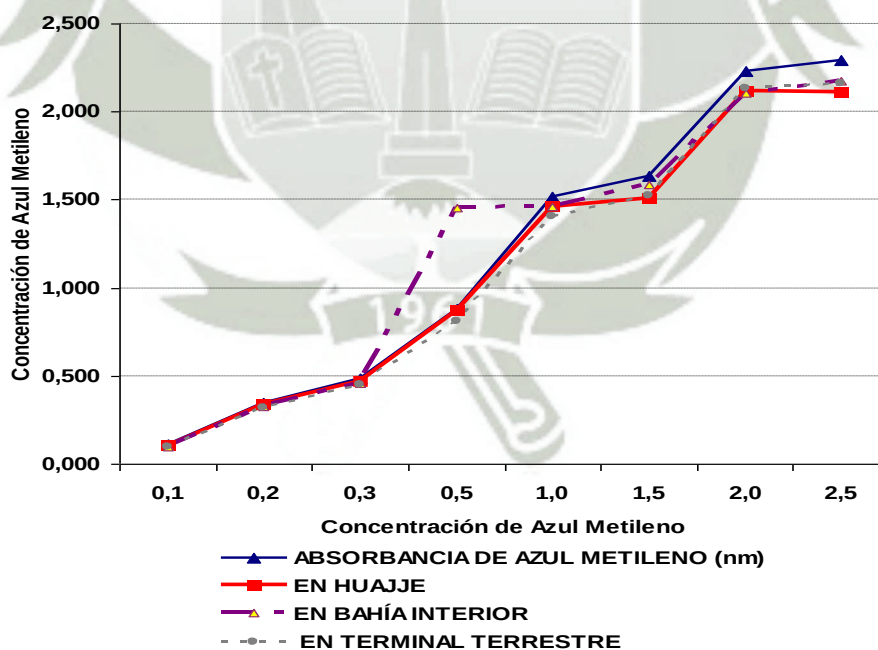
CUADRO N° 30

REMOCIÓN DE MUESTRAS EN HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y TERMINAL TERRESTRE,
CONCENTRACIÓN (1g Materia Prima – 1.5 g Cloruro de Zinc)

CONCENTRACION DE AZUL METILENO (mg/ml)	ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCIÓN POR EL CARBÓN ACTIVADO (nm)		
		EN HUAJJE	EN BAHÍA INTERIOR	EN TERMINAL TERRESTRE
0,1	0,109	0,105	0,097	0,094
0,2	0,344	0,336	0,326	0,319
0,3	0,482	0,469	0,458	0,452
0,5	0,878	0,872	1,451	0,808
1,0	1,517	1,462	1,461	1,403
1,5	1,633	1,509	1,584	1,521
2,0	2,228	2,120	2,108	2,130
2,5	2,292	2,115	2,174	2,158
PROMEDIO	1,185	1,124	1,207	1,111

GRÁFICO N° 17

COMPARACIÓN DE REMOCIONES MUESTRAS HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y
TERMINAL TERRESTRE, CONCENTRACIÓN (1gr lezna-1.5 grZnCl₂)



Modelo polinomial de ajuste $Y = -0.1299 + 2.2790X - 1.0224X^2 + 0.1863X^3$
 $r^2 = 0.983$

La remoción disminuye con respecto al cuadro anterior en la misma zona y concentración esto debido al aumento del reactivo para la activación del carbón.

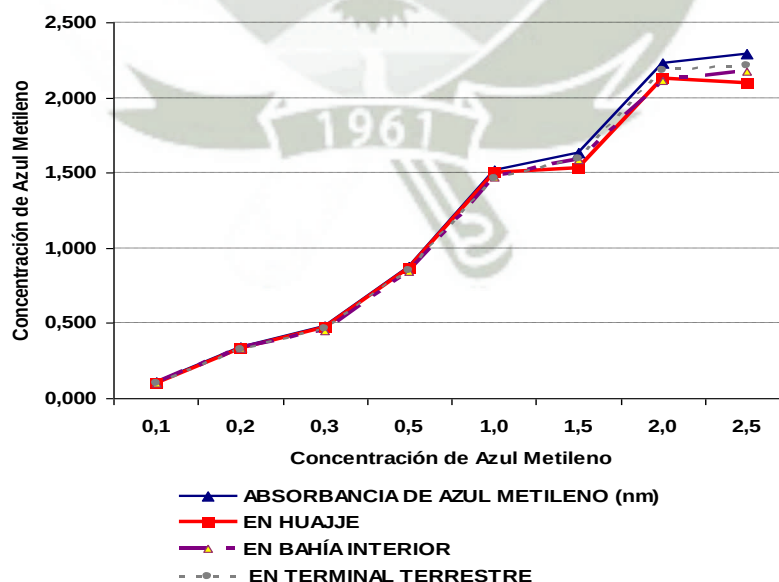
CUADRO N° 31

REMOCIÓN DE MUESTRAS EN HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y TERMINAL TERRESTRE,
CONCENTRACIÓN (1g Materia Prima – 2 g Cloruro de Zinc)

CONCENTRACION DE AZUL METILENO (mg/ml)	ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCIÓN POR EL CARBÓN ACTIVADO (nm)		
		EN HUAJJE	EN BAHÍA INTERIOR	EN TERMINAL TERRESTRE
0,1	0,109	0,103	0,097	0,099
0,2	0,344	0,335	0,329	0,325
0,3	0,482	0,470	0,452	0,468
0,5	0,878	0,870	0,840	0,850
1,0	1,517	1,504	1,468	1,463
1,5	1,633	1,532	1,587	1,592
2,0	2,228	2,130	2,115	2,181
2,5	2,292	2,096	2,178	2,211
PROMEDIO	1,185	1,130	1,133	1,149

GRÁFICO N° 18

COMPARACIÓN DE REMOCIONES MUESTRAS HUAJJE, BAHIA INTERIOR Y
TERMINAL TERRESTRE CONCENTRACION (1g de lezna – 2g de ZnCl₂)



Modelo polinomial de ajuste $Y = -0.1321 + 2.2920X - 1.0289X^2 + 0.1872X^3$ r^2

= 0.983

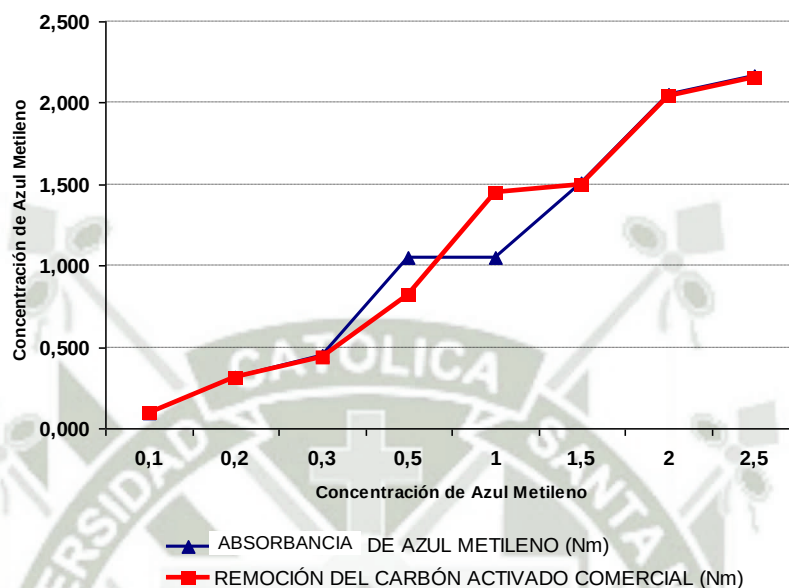
La remoción se mantiene similar con respecto a la del cuadro anterior, esto nos indica que el aumento de reactivo no hace que el carbón activado sea de mejor calidad.

CUADRO N° 32
REMOCIÓN DE MUESTRAS DEL CARBÓN ACTIVADO
COMERCIAL (LABORATORY CHEMICALS)

CONCENTRACION DE AZUL METILENO (mg/ml)	ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO COMERCIAL (nm)
0,1	0,109	0,111
0,2	0,344	0,348
0,3	0,482	0,483
0,5	0,878	0,891
1,0	1,517	1,535
1,5	1,633	1,599
2,0	2,228	2,221
2,5	2,292	2,267
PROMEDIO	1,185	1,182

GRAFICO N° 19

COMPARACIÓN DE REMOCIÓN MUESTRAS CARBÓN ACTIVADO
COMERCIAL (LABORATORY CHEMICALS)



Modelo polinomial de ajuste $Y = 0.0456 + 1.3550X - 0.2625X^2 + 0.0266X^3$

$$r^2 = 0.986$$

En este caso podemos notar que la remoción es casi total; 2,292 absorbancia del azul de metileno se tiene una remoción 2,267, demostrándonos que el color del azul de metileno a sido adsorbido en una mayor cantidad.

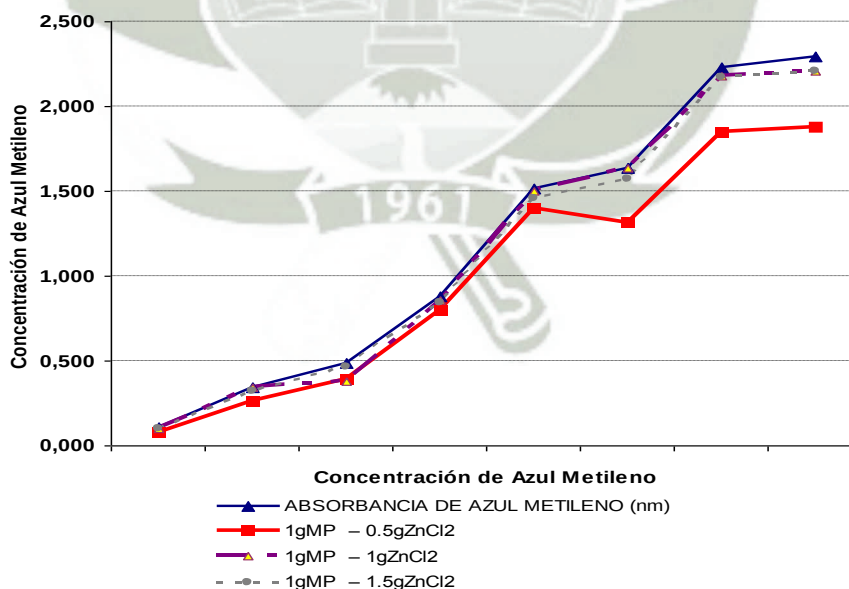
CUADRO N° 33

REMOCIÓN DE MUESTRAS EN HUAJJE, BAHÍA INTERIOR Y TERMINAL
TERRESTRE, CONCENTRACIÓN (1g Materia Prima – 2 g Cloruro de Zinc)

ABSORBANCIA DE AZUL METILENO (nm)	REMOCION DE MUESTRAS EN BAHIA INTERIOR (nm)				REMOCION EN CARBON COMERCIAL
	1gMP – 0.5gZnCl ₂	1gMP – 1gZnCl ₂	1gMP – 1.5gZnCl ₂	1gMP – 2gZnCl ₂	
0,109	0,077	0,103	0,100	0,100	0,111
0,344	0,266	0,340	0,321	0,324	0,348
0,482	0,390	0,382	0,465	0,459	0,483
0,878	0,799	0,858	0,844	0,850	0,891
1,517	1,401	1,499	1,456	1,463	1,535
1,633	1,315	1,639	1,569	1,562	1,599
2,228	1,850	2,178	2,168	2,175	2,221
2,292	1,877	2,206	2,204	2,208	2,267
PROMEDIO	0,997	1,151	1,141	1,143	1,182

GRAFICO N° 20

COMPARACIÓN DE REMOCIONES MUESTRAS BAHIA INTERIOR Y CARBON
COMERCIAL



Este cuadro fue realizado previa elección del mejor carbón activado obtenido, que es el carbón activado de la zona Bahía Interior, en sus distintas concentraciones, por la remoción obtenida según cálculos tenemos que este carbón es el que más se acerca a los rangos de remoción del carbón activado comercial.

2.2.7. ANÁLISIS DEL MODELO ESTADISTICO

El análisis se hizo en el software, SAS 9.0, SPSS 15 softwares de análisis estadístico.

Diseño en Bloques Completamente al Azar con un Arreglo Factorial de 4x8.

$$Y = \mu + \theta_i + \beta_j + \alpha_k + \phi_l + \alpha\phi_{kl} + Error$$

μ = Efecto medio

θ_i = Efecto de la i-esima repetición $i = 1,2$

β_j = Efecto del j-ésimo lugar (bloques) $j =$ Huajje, Bahia Interior, Terminal Terrestre.

α_k = Efecto del k-ésimo nivel del factor concentración de materia prima y reactivo

ϕ_l = Efecto del l-ésimo nivel del factor azul de metileno 0,1;

0,2; 0,3; 0,5; 1; 1,5; 2 y 2,5

$(\alpha\phi)_{kl}$ = Efecto del k-ésimo nivel del factor concentración de materia prima con el l-ésimo nivel del factor azul metileno

Nivel de significación:

n s = no significativo

* = Significativo al 95% de confianza

** = Altamente significativo al 99 % de confianza

Del análisis de datos realizado se obtuvieron los siguientes resultados:

CUADRO No 34

CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA DEL MODELO ESTADISTICO

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pr
Repeticiones	1	0.003502	0.003502	1.70	0.1946n.s
Lugares	2	0.004721	0.002360	1.14	0.3212n.s.
Metileno	7	2.150129	0.307161	148.85	<.0001**
Lemna	3	0.487321	0.162440	78.72	<.0001**
Metileno*Lemna	21	0.275181	0.013103	6.35	<.0001**
Error	157	0.323968	0.002063		
TOTAL	191	3.244823			

$R^2 = 90,01\%$ R^2 ajustado = 87,85%

Coefficiente de Variación = 29.57

Raíz Cuadrado Medio del Error = 0.0455

Promedio General Absorbancia = 0.153646

Del cuadro anterior se desprende que el modelo es significativo tanto para los factores concentración de azul metileno y concentración de *lemna sp.* y la interacción de ambas como lo confirma la prueba de Duncan para la diferencia de promedios en los siguientes cuadros.

CUADRO No 35

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA POR LUGARES

Diferencia	Promedio	n _i	LUGAR (bloque)
A	0.160656	64	HUAJJE
A	0.150297	64	TERMINAL TERRESTRE
A	0.149984	64	BAHIA INTERIOR

Alfa 0.05
Error de grados de libertad 158
Error de cuadrado medio 0.002073
Número de Promedios 2 3
Rango crítico . 01590 .01673
Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes.

El cuadro No 34, nos muestra que efectuado una prueba de diferencia de promedios de DUNCAN, entre lugares de obtención de las muestras de materia prima no existe ninguna diferencia estadística, por lo que sus promedios son iguales estadísticamente, en consecuencia no tiene ningún efecto el lugar de la toma de muestras, que en el diseño de experimento se para efectos de análisis es considerado como bloque.

CUADRO No 36
**PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA
POR CONCENTRACIONES DE AZUL METILENO**

Diferencia	Promedio	n _i	Concentraciones de Azul Metileno (mg/ml)
A	0.30967	24	2.5
A	0.30754	24	2.0
B	0.23192	24	1.5
C	0.12529	24	1.0
D	0.09883	24	0.5
E	0.06821	24	0.3
F E	0.05433	24	0.2
F	0.03338	24	0.1

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Número de medias 2 3 4 5 6 7 8

Rango crítico .02596 .02732 .02823 .02890 .02942 .02984 .03019

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

El Cuadro No 36, podemos observar la evidente diferencia de promedios de adsorción, que existe a diferentes niveles de concentración de azul metileno en mg/ml, los que están etiquetados con la letra A, son la concentraciones de 2.5 y 2.0 mg/ml que tienen promedios altos de absorbancia siendo estas 0.30967 y 0.30754 respectivamente, comparado con las demás concentraciones que son inferiores, por mencionar observamos las concentraciones de 0.2 y 0.1 mg/ml sus capacidades de adsorción son de 0.5433 y 0.03338.

CUADRO No 37

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA POR
CONCENTRACIONES DE LEMNA SP. – CLORURO DE ZINC (reactivo)

Diferencia	Promedio	n _i	Concentraciones de Lemna sp. – Cloruro de Zinc
A	0.30967	48	1g <i>Lemna sp.</i> – 0.5 Zncl ₂
B A	0.30754	48	1g <i>Lemna sp.</i> – 1.5 Zncl ₂
C B	0.23192	48	1g <i>Lemna sp.</i> – 2.0 Zncl ₂
C	0.12529	48	1g <i>Lemna sp.</i> – 1.0 Zncl ₂

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Número de medias 2 3 4

Rango crítico .01835 .01932 .01996

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes...

El cuadro No 37, al igual que los 02 cuadros anteriores nos presenta el análisis de la diferencia de promedios por el método de Duncan, a distintos niveles de concentración de materia prima y cloruro de Zinc, observándose que la concentración de 1g *Lemna sp.*–0.5 Zncl₂, posee mejor rendimiento de absorbancia con un promedio de 0.30967 y los demás niveles tienen promedios inferiores. En los gráficos No 21 y 22 nos ilustra mejor estas diferencias de promedios para los dos factores materia de este análisis.

GRAFICO N° 21

EFFECTOS PRINCIPALES PARA LA ABSORBANCIA, EN LOS FACTORES
CONCENTRACION DE AZUL METILENO Y LEMNA SP

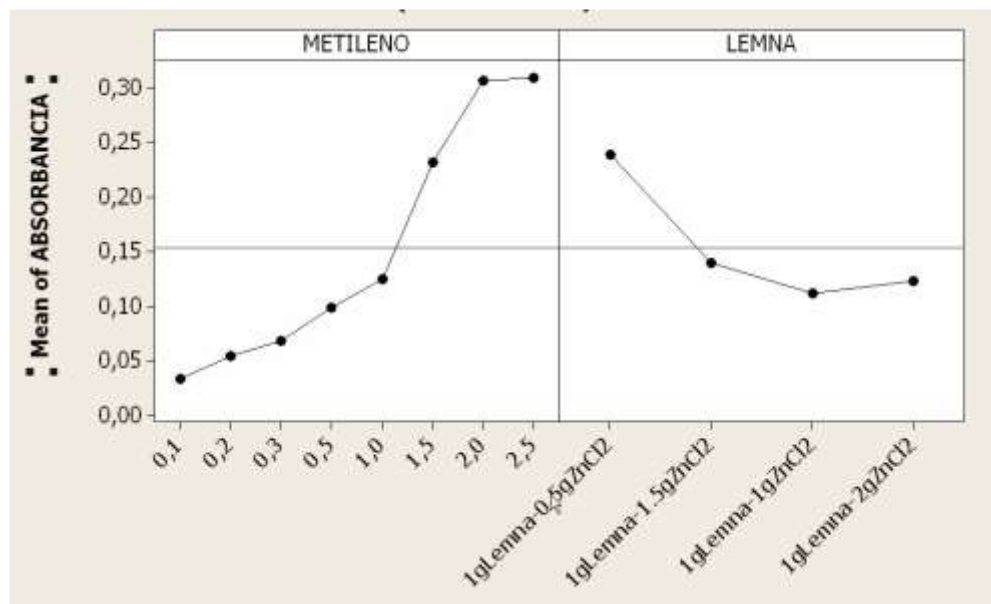
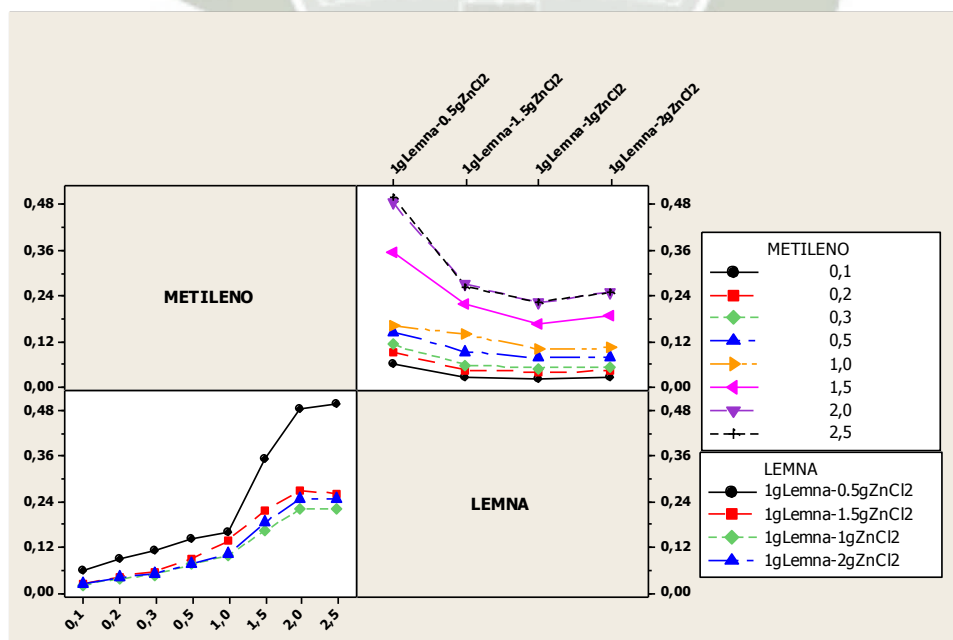


GRAFICO N° 22

INTERACCION DE LOS FACTORES CONCENTRACION DE AZUL METILENO Y
LEMNA SP. (materia prima)



2.3 IMPORTANCIA Y USOS DEL CARBON ACTIVADO: Los usos y aplicaciones del carbón activado son muchos y muy variados, cada vez ampliándose más los conocidos y hallándose también nuevos usos.

Entre los usos más frecuentes del carbón activado se tiene:

Purificación del agua: en la potabilización y en aguas industriales.

Refinación de azúcar: para quitar el color, sustancias nitrogenadas y coloides liofílicas del jugo de azúcar; también extrae las cenizas y los microorganismos del jugo de caña, particularmente las bacterias formadoras de goma.

Purificación de grasas y aceites: como decolorante y adsorbente de sustancias inhibidoras que interfieren en el proceso de neutralización de los ácidos grasos con álcali. Además quita los olores y sabores desagradables.

En bebidas alcohólicas : acelera el desarrollo del bouquet en el whisky y lo purifica de impurezas, como aldehidos. En los brandies quita en mayor proporción ácidos, furfural y taninos, que esteres, aldehidos y alcoholes superiores

En productos alimenticios: constituye una parte integrante en la producción de alimentos, como gelatina, pectina, jugos de frutas, miel y jarabes.

En productos orgánicos: en general la adsorción de impurezas permite la obtención de mejores productos cristalizados. Los olores y el color en la

producción de glicerina solo puede quitarse con carbón activado. Lo mismo con el ácido glutámico, glutamato monosódico, betaína, cafeína, etc.

En productos inorgánicos: recuperación del yodo del petróleo por adsorción; del oro y la plata por adsorción de los convencionales procesos de cianuración, también la purificación de baños de niquelado.

Aplicaciones analíticas: a través de la adsorción selectiva de los compuestos a analizar, por ej. ácido nicotínico, paracetamol, aspirina, barbitúricos, etc., o por eliminación de interferentes. Análisis de contaminantes orgánicos de aguas de abastecimiento por métodos de adsorción de carbón.

Como ejemplos concretos del uso de carbón activado se pueden mencionar: la recuperación de vapores de solventes como metil etil cetona y 2-propanol; su uso como trampa molecular en la industria petroquímica, quitando del aire gases de bajo peso molecular o sustancias coloreadas de alto peso molecular de un líquido; para la concentración y obtención del oxígeno del aire utilizando mallas moleculares de carbón; en la purificación de la sangre de estafilococos por adsorción en carbón activo; para la desinfección de agua, haciendo pasar por un lecho fijo de carbón con iodo adsorbido. La importancia de los carbones activados es que poseen una capacidad de adsorción elevada y se utilizan para la purificación de líquidos y gases. Mediante el control adecuado de los procesos de carbonización y activación se puede obtener una gran variedad de carbones activados que posean diferentes distribuciones de tamaño de poros.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

Para la presente investigación los modelos de adsorción para el carbón activado obtenido a partir de la *lemna sp.* (lenteja de agua) se ajustan al modelo de FREUNDLICH, siendo sus coeficientes de correlación r^2 valores cercanos a 1. Los rendimientos de obtención de carbón activado se dan en la concentración de 1g. *lemna sp.*-0.5 g Cloruro de Zinc con un promedio de 0.30967 de absorbancia y concentraciones de Azul de Metileno de 2.0 y 2.5 mg/ml con promedios de 0.30754 y 0.30697 respectivamente. No teniendo ningún efecto las repeticiones del experimento ni el lugar de obtención de las muestras.

SEGUNDA:

Los resultados obtenidos en el comportamiento de las propiedades físico químicas fueron en promedio; Humedad 4.12%, cenizas 3.14%, materia volátil 9.80%, pH 6.15, densidad aparente 0,24. todos ellos comprendidos dentro de los rangos estandarizados por las normas ASTM.

TERCERA:

El carbón activado obtenido a partir de la *lemna sp.* presenta rendimientos entre 17 a 20%.

CUARTA:

La *lemna sp.* de las zonas Bahía Interior y Terminal Terrestre son de mejor calidad de acuerdo al comportamiento de las Isotermas de adsorción.

QUINTA:

El Carbón activado de la zona Bahía interior a concentraciones 1gr de *lemna sp.*-1gr de cloruro de Zinc es el de mejor calidad con respecto a los demás carbones, de acuerdo a la comparación de remoción con el carbón activado comercial.

SEXTA:

El método de activación química es el más adecuado para obtener carbón activado a partir de la *lemna sp.*, usando como activante cloruro de zinc.

SEPTIMA:

La temperatura de activación es un factor determinante en la activación, siendo la más adecuada 450°C.

OCTAVA:

El tiempo de activación para el presente trabajo de investigación no debe ser mayor ni menor de 30 minutos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Se recomienda el uso de otros agentes activantes para evaluar el costo y las cualidades de los carbones a obtenerse con fines industriales.

SEGUNDA:

Se recomienda analizar las soluciones de lavado obtenidas para determinar que tan ventajoso resultaría reciclar el cloruro de zinc.

TERCERA:

Realizar pruebas de adsorción con otros tipos de carbón comercial como Merck entre otros para evaluar las isotermas y compararlas entre ellas.

CUARTA:

Realizar análisis más específicos sobre la presencia de metales pesados en la *lemna sp*, para obtener carbón activado de mejor calidad que servirá para la descontaminación del lago.

QUINTA:

Se recomienda realizar el mismo trabajo con otras especies de la zona, tales como el rastrojo de quinua, paja, semillas de frutos, tarwi, etc para la obtención de carbón activado.

SEXTA:

Difundir los resultados obtenidos para concientizar a la población sobre la utilidad del carbón activado en la descontaminación del ecosistema.

SEPTIMA:

Proponer un estudio de los costos de operación en la obtención de carbón activado a partir de la *lemna sp* a nivel industrial.

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, 1973. Enciclopedia de Ciencia y Tecnología , Editorial Rust . EEUU. Págs. 35-43.

A.S.T.M. Manual de procedimientos para la Evaluación del Carbón Activado.

AYESTAS ARDILES, Jorge, 1996. "Obtención de Carbón Activado por el método de activación química a partir de la Ttola".Revista Investigación N°2 UNA-PUNO. pp 51.

BARCELO, J. R. 1989. "Diccionario Terminológico de Química" Editorial Alhambra, México pp 89.

BANERJEE, 1976. Elaboración de carbón activado,Editorial Zairos, España. pp 1-23.

BRICEÑO CH. 1985. Tesis: obtención de carbón activado en polvo a partir del carozo de durazno (prunua persica), La Molina pp: 20-26.

CABRERA M. 1985. Boletín Usos del carbón activado en la recuperación de metales preciosos, CIP Lima. pp. 10-22.

CALGÓN Corporación, 1981 Carbón Granular y tratamiento de aguas, Editorial Kapelus, Buenos Aires pp. 89-110.

CHAPARRO, Moreno 1984 Tesis "Obtención del Carbón Activado de desechos vegetales" Universidad Nacional del Callao Lima. pp. 60-80

CHAPARRO, M. (1988), "obtención del carbon activado de desechos vegetales" Editorial Backus y Jhonston, Lima Peru.

COLLOT, D. (1980). Los macrofitos de Quelques Laes (Lake Titicaca, Lake Poopo, Dos Valles D. Hyhuja). Universidad Mayor San Andres, La Paz Bolivia.

DICCIONARIO, 1995. Diccionario de Química y productos químicos, Editorial Salvat EE.UU. Pág. 1533.

DOMINO, 1997 Folletos Parámetros de carbón activado en polvo y granular EE.UU. pp. 1-5

FREMOND R. 1985 Métodos de Adsorción Editorial Halambra Págs. 143-149

GUERRERO A, 1983 Carbón activado a partir de las cáscaras de café, estudio FAO-Roma pp. 30-43.

GRIMWOOD, 1980. Teorías de la adsorción, Editorial UNICE pp. 31-63.

HASSLER J.W. Purification with Activated Carbon, Chemical Publishing Co, Inc. New York 1974.

HASSLER, 1974 Termodinámica, Editorial Prentice pp. 69,74-75.

KIRK R, 1983, Enciclopedia de Tecnología química, tomos 1 y 3 Edit. Uthea. México pp. 974, 1000, 2325

LAZO LA TORRE, Milagros 1999, Tesis Investigación tecnológica para la obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco y su aplicación en la clarificación de jarabes, Universidad Católica Santa María pp. 35-38, 56-72

LURGY M. 1984 Boletín Carbón activado en el campo de la depuración de aguas, pp.38-40.

NORMAS INDECOPI 1991 Análisis Físico Químico del Carbón Activado en polvo, pp.1-10

PALACIOS FRISANCHO, Balbino, 1991 Tesis, Estudio de la Biomasa y análisis bromatológico de la lenteja de agua (lemna sp.) en la bahía Puno, Universidad Nacional del Altiplano pp. 6-10,20

PEÑA ALVAREZ, Roberto 1989 Tesis Obtención de carbón activado a partir de desechos de castaña, Universidad San Andrés de Bolivia pp. 8-11, 40-56.

PELT 2000 Diagnóstico Ambiental de la ciudad, microcuenca y bahía interior de Puno, Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) pp. II-5, III-19,22.

PERRY, Jhon, ALONZO, Sarba. Manual del Ingeniero Químico, Editorial UTEHA, Mexico. 1958.

RODRIGUEZ, Reinoso Francisco. Universidad de Oviedo España, 2008

RUESTA L. 1985, Sistema de Adsorción Editorial Bruguera pp. 300-307

URRUTIA LEÓN, Cesar 1999, Plan de cosecha de la Lenteja de agua. PELT-PUNO pp. 125-235

VALENCIA M. 1982, Uso del carbón activado en el tratamiento de aguas residuales XXV Congreso de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Colombia pp. 62-85.

VILLAFUERTE PRUDENCIO, Nazario 2000 Obtención de Biogas a partir de la Lemna sp. con energía solar. UNA-PUNO pp. 8-10, 21-25

YAPU MACHICADO Waldo, 1990 Tesis Carbón activo de cáscaras de Lupinus Mutabilis (tarwi) Instituto Químico de Sarria. Barcelona pp. 18-29, 60.



ANEXOS



ANEXO N° 1
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARÍA

ESCUELA DE POSTGRADO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA LEMNA sp. (Lenteja de Agua) POR ACTIVACIÓN QUÍMICA”

**PRESENTADO POR:
Br. Sofía Lourdes Benavente Fernández**

AREQUIPA – PERU

2004

INDICE

PRESENTACIÓN

CAPÍTULO I Preámbulo

CAPÍTULO II Planteamiento Teórico

1. Problema de Investigación
 - 1.1 Enunciado del Problema
 - 1.2 Descripción del Problema
 - 1.3 Justificación del Problema
2. Marco Conceptual
3. Análisis de Antecedentes Investigativos
4. Objetivos
5. Hipótesis

CAPÍTULO III Planteamiento Operacional

1. Técnicas, Instrumentos y materiales de Verificación.
2. Campo de Verificación
 - 2.1 Ubicación Espacial
 - 2.2 Ubicación Temporal
 - 2.3 Unidades de Estudio
3. Estrategia de recolección de datos

CAPÍTULO IV Cronograma de Trabajo

CAPÍTULO V Bibliografía Básica

PREAMBULO

En la última década, se viene observando una elevada abundancia de la “Lenteja de Agua” en la bahía interior del lago Titicaca, causada por la contaminación o eutrofización que implica el enriquecimiento orgánico y de desequilibrio ecológico, que conlleva a alterar la vida de sus componentes bióticos y la funcionalidad del ecosistema.

La lenteja de agua (*lemna sp.*) cumple un rol importante en la dinámica funcional de la bahía del lago Titicaca, resaltando su rol purificador o descontaminante.

La mayoría de estas macrofitas se encuentran en aguas ricas en sales disueltas, aguas servidas, con un alto contenido de nutrientes, a la que en recientes investigaciones se les considera como un indicador en la contaminación y/o eutrofización del lago (Wetzel, 1981): frente a esta problemática se plantea la producción de CARBÓN ACTIVADO a partir de la *Lemna sp.*

CAPITULO II PLANTEAMIENTO TEORICO

1. Problema de Investigación

En los últimos años, el desarrollo científico tecnológico avanzó a pasos agigantados y la población humana creció exageradamente. Por ello corresponde a los hombres, verdaderos agentes y forjadores de un tiempo, aprender a valorar los recursos de que se dispone en beneficio nuestro y de futuras generaciones.

La contaminación no es un problema reciente y aparece casi con el hombre: aunque sus efectos se tornan dramáticos en nuestra era debido a cuatro factores:

1. El crecimiento poblacional de la humanidad.
2. El efecto térmico o recalentamiento del globo terráqueo (efecto invernadero).

3. El deterioro sistemático de la calidad ético moral de los individuos modernos.
4. El aumento de la producción de desechos tóxicos y nocivos (residuos industriales)

En la última década el fenómeno de la eutrofización y la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca han ido en aumento debido al crecimiento abundante de la lenteja de agua (*Lemna sp.*) cuyos nutrientes proceden del enriquecimiento orgánico de los diferentes afluentes o cloacas de la ciudad de Puno.

Este fenómeno causa desequilibrio ecológico el cual conlleva a alterar la vida de sus componentes del lago y el desequilibrio del ecosistema.

Los riesgos ambientales críticos constituyen una contribución en la eutrofización natural del lago y el desequilibrio fotosintético que es debido al desarrollo de plantas acuáticas y dentro de ellas la de mayor productividad es la *lemna sp* (lenteja de agua), que es la responsable de la eutrofización y anoxia que genera el desequilibrio en la masa biótica del lago.

Algunas manifestaciones de eutrofización de un lago son físicas, por ejemplo la marcada disminución en la transparencia del agua superficial, siendo las causas del origen químico, el término eutrofización implica un rico suministro de nutrientes, siendo los más importantes el nitrógeno y el fósforo.

El enriquecimiento orgánico de las aguas facilita la multiplicación de la lenteja de agua, esta biomasa abundante cumple su ciclo biológico, muere y se sedimenta.

La sobrecarga del Lago en materia vegetal, provoca una rápida disminución, su transparencia y la fotosíntesis se da en los primeros metros por debajo de la superficie provocando el incremento de la concentración de oxígeno disuelto en las aguas superficiales del lago.

Todo este proceso se da en un tiempo geológico que puede ser controlado en nuestro lago, por lo tanto es importante tomar en cuenta un manejo sustentable del Lago Titicaca, esto implica entre muchos aspectos la utilización de la lenteja de agua (*Lemna sp.*) para evitar la eutrofización acelerada, facilitar la fotosíntesis de otras plantas acuáticas y con ello su

oxigenación, además de dar paso a lentejas de agua que cumpla más eficientemente el rol de purificación o contaminación en nuestro Lago.

La mayoría de estas macrofitas se encuentran en aguas ricas en sales disueltas, aguas servidas, con un alto contenido de nutrientes a la que en recientes investigaciones se les considera como un indicador en la contaminación y/o eutroficación del Lago (Wetzel, 1981); frente a esta problemática se plantea la obtención de Carbón Activado a partir de la *Lemna sp.*

1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA:

“OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE LA *Lemna s.p.* (lenteja de agua) POR ACTIVACIÓN QUÍMICA”

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

1.2.1 Área de Investigación:

Pertenece a las Ciencias Naturales Área Química Orgánica y contaminación ambiental vinculada al estudio, tratamiento, técnicas de obtención de nuevos materiales.

1.2.2 Análisis de Variables:

Variable Dependiente: Obtención de Carbón Activado

Indicadores:

- Temperatura
- Propiedades del Carbón
- Poder Absorbente del carbón.
- Grado de rendimiento

Variable Independiente: *Lemna*

Indicadores

- Características de la *Lemna*
- Tipo de *Lemna*
- Propiedades físico químicas

- Grado de eficiencia

1.2.3 Tipo de Investigación

Corresponde a la investigación Experimental y descriptiva vinculada a la producción de tecnología operativa.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la necesidad de conservación del medio ambiente, así como la experiencia adquirida en estos años, se ha pensado en la aplicación de los conocimientos a un tema de gran actualidad: la eliminación o disminución del proceso de eutroficación mediante la utilización de la *Lemna sp.* Como materia prima para la obtención de carbón activado.

Es conocido que en la última década el fenómeno de eutroficación y la contaminación de la bahía interior del Lago Titicaca ha experimentado un aumento debido al crecimiento abundante de la lenteja de agua cuyos nutrientes proceden del enriquecimiento orgánico de los diferentes afluentes o cloacas de la ciudad de Puno.

Algunas manifestaciones de la eutroficación de un lago son físicas, por ejemplo la marcada disminución en la transparencia del agua superficial, siendo las causas del origen químico. El término “eutrofización” implica un rico suministro de nutrientes, siendo las más importantes el nitrógeno y el fósforo.

Los elevados valores de la demanda bioquímica de oxígeno en la bahía interior indican altos aportes de materia orgánica procedente del descargue de aguas residuales y de la descomposición de las plantas acuáticas. Por otra parte, suelen presentarse periódicamente concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto, junto con gran mortalidad de peces.

Los niveles elevados de pH por encima de 8.75 indican una alta producción fotosintética.

Los riesgos ambientales críticos constituyen, la contribución en la eutroficación natural del Lago y el desequilibrio fotosintético.

Frente a esta problemática se plantea la producción de carbón activado a partir de la *Lemna sp*, por su alto contenido proteico lo que permitirá en algo solucionar la tensión del ecosistema.

2.- MARCO CONCEPTUAL

2.1.-CARBONO.- “MUNDO DE LA QUÍMICA”, (1995). EL carbono se halla en la corteza y en la atmósfera terrestre en una proporción del 0,1% en peso, libre o combinado.

Es un sólido inodoro, insípido e insoluble, en agua que posee carácter reductor. Arde fácilmente dando CO_2 . Si hay una atmósfera pobre en oxígeno se produce CO , que es un gas tóxico, inodoro e incoloro.

El carbono es un elemento del grupo IV del sistema periódico.

Proviene del nombre latino CARBONIS, sus propiedades son:

- Símbolo	C
- Número atómico	6
- Valencia	+2+-4
- Peso Atómico	12,01
- Punto de Fusión	3700°C
- Punto de ebullición	3850°C
- Radio covalente	0,77Å

- Primer potencial de ionización 11,260 V
- Segundo potencial de ionización 24,383 V
- Radio Atómico 0,91°A
- Densidad 273°K 2,62 g/cm³
- Electronegatividad 2,55 V
- Estados de oxidación +/- 4,2

El carbón existe en tres modificaciones alotrópicas, el carbón el grafito y el diamante, las cuales se emplean en la industria en general, el carbón es químicamente inerte y no se funde a la presión atmosférica.

2.2.-CARBON ACTIVADO.- “MUNDO DE LA QUÍMICA”, (1995), lo define como un carbón puro muy poroso, con gran superficie hasta de 300 m²/g, que se obtiene por una carbonización adecuada de madera, lignitos y otros productos. El carbón activado es mucho mas efectivo que el carbón de madera, la cantidad de material adsorbido por el carbón activado es sorprendentemente mas grande, llega con frecuencia a partir de un cuarto hasta un peso igual al de vapores como el de la gasolina, benceno y tetracloruro de carbono.

El carbón activado se clasifica en:

- Carbón activado GRANULAR, para la adsorción de gases y vapores.

-Carbón activado PULVERIZADO o en polvo, para la adsorción de líquidos y soluciones.

2.3.- ACTIVACION.- “MUNDO DE LA QUÍMICA”, (1995), define a la activación como el cambio físico por el cual la superficie del carbón aumenta en cantidades muy grandes, debido a la eliminación de hidrocarburos. La activación consiste en el tratamiento del material carbonáceo con gases oxidantes como el aire, el vapor de agua o el dióxido de carbono y la carbonización de la materia prima en presencia de agentes químicos como el cloruro de zinc o el ácido fosfórico.

2.4.- ADSORCIÓN.- Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta®, (2003), define Adsorción, unión de los átomos, iones o moléculas de un gas o de un líquido (adsorbato) a la superficie de un sólido o líquido (adsorbente). En los sólidos porosos o finamente divididos la adsorción es mayor debido al aumento de la superficie expuesta. De forma similar, la superficie adsorbente de una cantidad de líquido se incrementa si el líquido está dividido en gotas finas. En algunos casos, los átomos del adsorbato comparten electrones con los átomos de la superficie adsorbente, formando una capa fina de compuesto químico. La adsorción es también una parte importante de la catálisis y otros procesos químicos. En la absorción, las moléculas de la sustancia adsorbida penetran en todo el volumen del sólido o líquido adsorbente.

RAFAEL GARCÍA LOVERA; Departamento de Físico-Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción Chile, 2003; La

representación gráfica de la cantidad adsorbida, a temperatura constante en función de la presión o concentración del adsorbato se denomina Isotermas de adsorción.

2.5 ISOTERMAS DE ADSORCIÓN. Brenauer, Deming y Teller (BDDT), han realizado una sistematización basada en datos empíricos obtenidos con diferentes tipos de sólidos porosos o no porosos. La clasificación propuesta por estos autores es conocida como clasificación BDDT, y consiste en 5 tipos de isotermas, bajo los cuales es posible clasificar la gran mayoría de los sólidos, de acuerdo a las propiedades de adsorción.

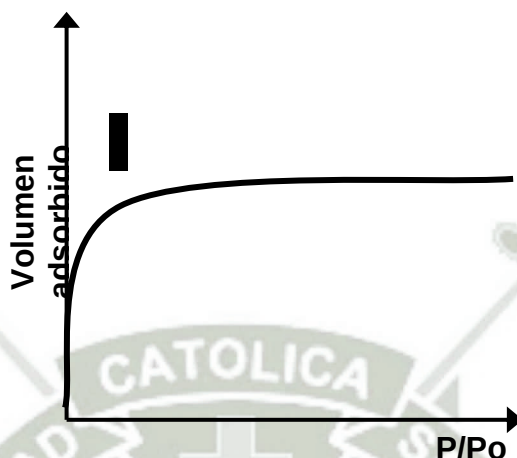
En la clasificación BDDT, cada tipo de isoterma se asocia a un determinado tipo de proceso de adsorción y tipo de sólido. A continuación describiremos las isotermas I y IV por ser las más comunes:

a) ISOTERMA TIPO I.- También llamada isoterma de Langmuir, es característica de procesos en los que se produce llenado de microporos. Se observa que el proceso de adsorción tiene lugar de manera muy importante a bajos valores de presión P^0 , y luego de llenados los microporos con el adsorbato, la cantidad adsorbida es constante. Este tipo de isoterma la presentan aquellos materiales que son principalmente microporosos, como las zeolitas y los Carbones Activados.

En el desarrollo de su modelo, Lagmuir considera que la superficie del sólido es geométrica y enérgicamente homogénea es decir que todos los sitios de adsorción son equivalentes.

GRÁFICO N° 1

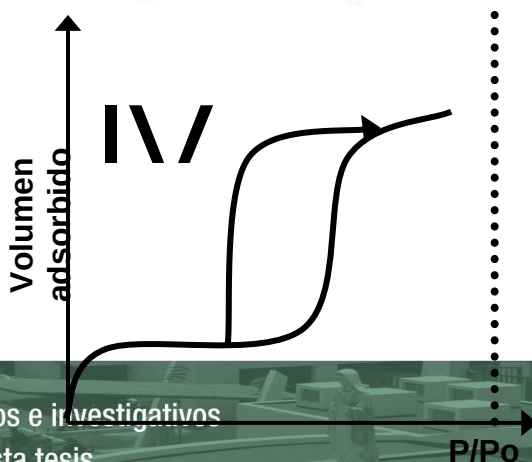
ISOTERMA DE ADSORCIÓN DE LANGMUIR



b) ISOTERMA TIPO IV.- Esta isoterma se caracteriza por la presencia de un ciclo de histéresis, demostrando que la adsorción y la desorción siguen mecanismos distintos. En su etapa inicial esta isoterma es similar a la isoterma II, pero a presiones medias se inicia un nuevo proceso de adsorción correspondiente a la condensación capilar de los mesoporos del material. Como se muestra en el gráfico número 2:

GRÁFICO N 2

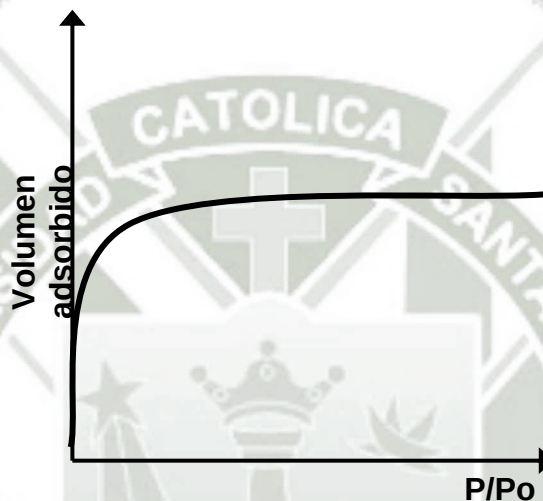
ISOTERMA DE ADSORCIÓN IV



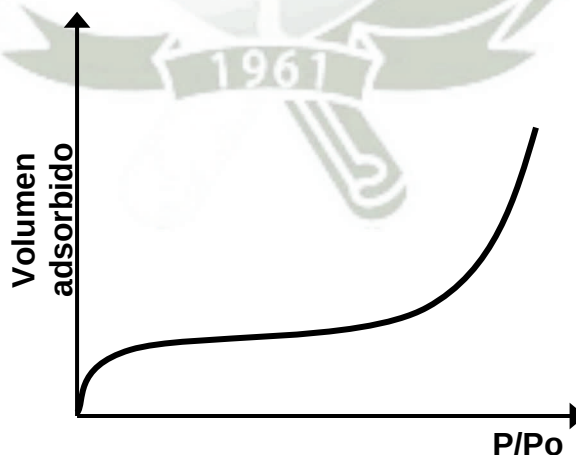
A continuación se presenta en el Gráfico 3 la Clasificación
Gráfica BDDT de las isothermas de Adsorción:

ISOTERMAS DE ADSORCIÓN CLASIFICACIÓN BDDT

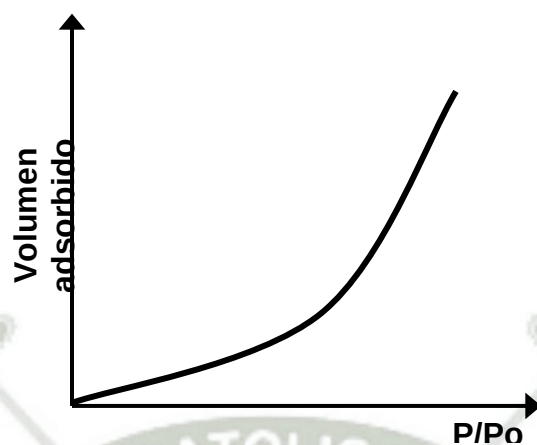
ISOTERMA DE ADSORCIÓN I



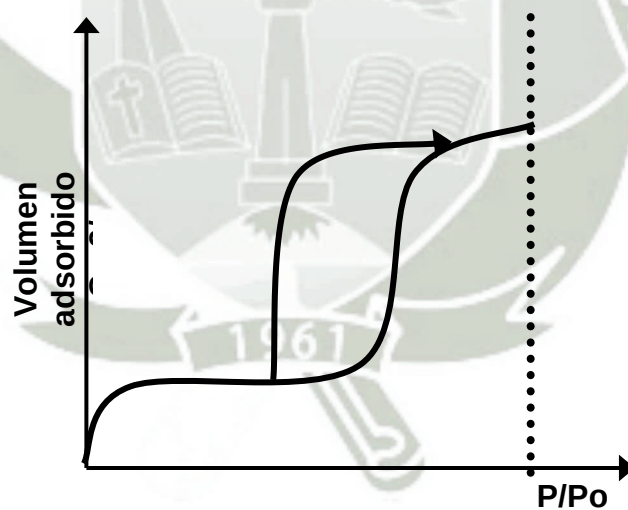
ISOTERMA DE ADSORCIÓN II



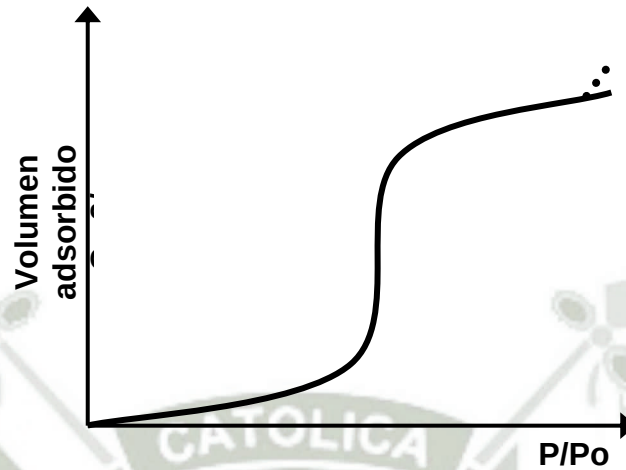
ISOTERMA DE ADSORCIÓN III



ISOTERMA DE ADSORCIÓN IV



ISOTERMA DE ADSORCIÓN V



- c) **ACS MEDIO AMBIENTE ES UNA MARCA REGISTRADA DE TECNOLOGÍA DELTA, S.A. DE C.V, 2001;** La adsorción es el proceso mediante el cual las moléculas de los fluidos se adhieren a la superficie por fuerzas químicas o físicas (o una combinación de ambas). En la adsorción física, las fuerzas Van der Waals de bajo nivel dejan las impurezas en la superficie del carbón en la adsorción química utilizando carbones impregnados, las fuerzas son relativamente fuertes y ocurren en los lugares impregnados de la superficie. La adsorción física predomina cuando se utilizan carbones activados en la purificación de agua, y la eficiencia del carbón dependerá de su superficie disponible.

La adsorción de elementos disueltos es compleja, porque en muchos casos las impurezas sólidas y elementos disueltos tienen afinidad por la

superficie carbonosa. El medio más común para representar el proceso de adsorción es la ecuación empírica Freundlich de acuerdo a:

$$x/m = Kc^1$$

x = peso de la impureza adsorbida

m = peso del carbón

c = concentración de la impureza residual

k y 1 con constantes

Cuando x/m es confrontada con c y graficada en papel log/log, la curva obtenida es generalmente lineal obteniéndose así una adsorción isotérmica.

Varios factores pueden afectar la adsorción: la distribución del tamaño de los poros, el tamaño molecular de la impureza, tamaño de la partícula de carbón temperatura del tratamiento del carbón, y el pH de la solución. Sin embargo cuando las otras variables se mantienen constantes, las siguientes situaciones producen:

- La eficiencia de la adsorción aumenta cuando el tamaño de la partícula del carbón disminuye.
- La eficiencia de la adsorción aumenta cuando la temperatura disminuye.
- La eficiencia de adsorción aumenta cuando la solubilidad del contaminante disminuye.

- La eficiencia de la adsorción aumenta cuando el tiempo de contacto aumente

d) INFLUENCIA DE LA POROSIDAD EN LA ADSORCIÓN EN FASES GAS Y LIQUIDA.

Una forma simple de seleccionar un carbón activado para su uso en procesos de eliminación de gases apolares (hidrocarburos) o de sustancias disueltas (fenoles) es cuantificando su superficie. En general, una mayor superficie conlleva mayor capacidad de retención de contaminantes, y la forma de aumentarla es prolongando el nivel o grado de activación (cuantificado a través del porcentaje de carbono perdido durante el proceso o porcentaje de quemado).

Un comportamiento similar al descrito ocurre cuando se aplican estos carbones en procesos de eliminación de sustancias disueltas en agua, como son los fenoles y colorantes. Como referencia se incluye la superficie del carbón. Se puede observar de nuevo que cuando el grado de activación es bajo la microporosidad es tan estrecha que la superficie no está totalmente disponible para la retención del paranitrofenol, por tener un tamaño molecular mayor que el de una fracción de los microporos. Esto no ocurre a medios-altos grados de activación, ya que los microporos se han ensanchado. El efecto es todavía más notable en la retención de azul de metileno, cuyas dimensiones moleculares son mucho mayores que las del

paranitrofenol: la ausencia de microporos de mayor tamaño y de mesoporos hace que las cantidades retenidas de azul de metileno sean prácticamente despreciables hasta que no se alcanza el 30% de activación.

2.6 LEMNA s.p. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La Lemna sp. (lenteja de agua) es una planta acuática (Macrófita) flotante o analítica, perteneciente a la familia Lemnaceae del grupo Angiosperma Monocotiledonea.

Se caracteriza por sus diminutas hojas de forma oval redondeada, con una longitud promedio de 2 milímetros, encontrándose individuos solitarios o formando grupos de dos o tres, inclusive de grandes asociaciones en época de inflorescencia.

Las flores prácticamente microscópicas, nacen en una especie de repliegue de las hojas; por regla general se desarrollan dos masculinas y una femenina y todo el conjunto se ve envuelto por una espata u hoja transformada de consistencia membranosa. Las raíces son muy reducidas y aparecen por la cara inferior de la planta en contacto con el agua.

Presenta dos tipos de reproducción: reproducción sexual con producción de semillas como resultado de la unión de gametos masculino y femenino, la cual se da en un período estacional y una reproducción vegetativa o asexual, es decir, que una parte de la planta da lugar a una nueva planta, cuyo proceso se da en períodos cortos (8 días) y sujeto a las condiciones ambientales del lugar.

Le lenteja de agua se desarrolla en cuerpos acuáticos con poco movimiento o de aguas remansadas, caso típico del lago Titicaca, lo que facilita su crecimiento.

2.7 IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Todas las macrófitas del Lago Titicaca cumplen roles preponderantes en el equilibrio ecológico del ecosistema, pudiendo resaltar los siguientes aspectos:

a. **ROL PURIFICADOR O DESCONTAMINANTE.**

La lenteja de agua debido a sus condiciones biológicas tiene una gran capacidad de adsorción de nutrientes, desarrollándose con mayor éxito en aguas con altos contenidos de nitratos y fosfatos, dándose estas condiciones en la bahía Interior del Lago Titicaca cuyos nutrientes proceden del enriquecimiento orgánico de los diferentes afluentes o cloacas de la ciudad de Puno, por tal razón, la lenteja de agua, cumple el rol purificador o descontaminante de las aguas solucionadas de la bahía interior del Lago Titicaca.

2.8. RIESGOS AMBIENTALES POR DESEQUILIBRIO ECOLÓGICO DEL SOBRE CRECIMIENTO DE LA LENTEJA DE AGUA.

La naturaleza constituye una unidad viviente manteniendo un equilibrio dinámico entre todos sus componentes biológicos (plantas y animales) y su medio ambiente. Este equilibrio ecológico se rompe cuando uno de sus componentes aumenta, disminuye o desaparece y condiciona a los factores ambientales.

Tal es el caso de la contaminación o eutrofización natural de la Bahía Interior del Lago Titicaca, que implica el enriquecimiento orgánico y de nutrientes de sus aguas por las cloacas de la ciudad de Puno, facilitando así, el hiperdesarrollo de la lenteja de agua.

El crecimiento abundante de la lenteja de agua observada en los últimos años, constituye causa de riesgos ambientales en desmedro de un normal funcionamiento de las aguas del Lago Titicaca, pudiendo resaltar los siguientes aspectos:

a. FACTOR NEGATIVO DE LA FOTOSÍNTESIS.

La lenteja de agua ocupa una gran superficie acuática de la Bahía Interior de Puno, cuya densidad en zonas ribereñas de la ciudad, ha alcanzado hasta 3 cm. de grosor.

En estas condiciones se convierte en una cubierta que impide el paso de los rayos solares, los cuales son indispensables como fuente energética para el proceso de fotosíntesis de otras plantas acuáticas sumergidas, resultado de ello, es la presencia de otras macrofitas en la Bahía Interior de Puno y su implicancia, es decir, no hay elementos oxigenantes para un desarrollo normal del lago.

Es necesaria una cosecha casi total, que permitiría a partir de ello realizar estudios reales sobre la capacidad reproductiva de la planta y su bioecología, permitiendo además restituir el nivel tóxico de descomposición de materia orgánica de limos o fango de la Bahía Interior de Puno.

b. FACTOR CONSTITUYENTE A LA EUTROFICACIÓN NATURAL DEL LAGO.

El enriquecimiento orgánico de las aguas facilita la multiplicación de la lenteja de agua, esta biomasa abundante cumple su ciclo biológico, muere y se sedimenta.

Empieza una descomposición vegetal que da lugar al agotamiento de oxígeno, fermentaciones anaeróbicas (sin oxígeno), aparición de bacterias que reducen los sulfatos a sulfuros con desprendimiento de SH_2 , otras producen metano, producto de degradación de moléculas hidrocarbonadas de estructura simple, otras bacterias anaeróbicas, amonificantes, metabolizan los compuestos nitrogenados desprendiendo amoníaco.

Estos microorganismos confieren a los cienos y limos un color negrusco puesto que producen la formación de sulfuro ferroso negro, por reacción de hierro SH_2 . Indudablemente, el proceso es muy lento y se verifica solamente a la escala de los tiempos geológicos.

Por lo indicado, es importante entrar a una etapa de manejo del Lago Titicaca, esto entre muchos aspectos, la obtención de carbón activado a partir de la

lenteja de agua, para evitar la eutroficación acelerada, facilitar y con ello su oxigenación. Además de dar paso a lentejas de agua que cumplan más eficientemente el rol de purificación o de contaminación en nuestro lago Titicaca.

2.9 LA EUTROFICACIÓN DE LOS LAGOS

El hombre acelera considerablemente la eutroficación de las aguas, puesto que vierte constantemente en los lagos cerrados considerables cantidades de materias orgánicas y compuestos minerales ricos en fosfatos y nitratos (abonos químicos, detergentes, etc.)

El aporte contaminante se denomina también distrofia o eutroficación natural que se caracteriza por tener cuatro fases:

FASE A. El lago es expuesto a un crecimiento de la polución o contaminación, y acumula en sus aguas importantes cantidades de sales minerales transportadas por afluentes de origen diverso.

FASE B. El enriquecimiento de nutrientes de las aguas provoca la proliferación de algas y plantas acuáticas o fitoplacton, el considerable aumento de la biomasa se traduce en un incremento de la turbidez del agua que adquiere además un inconfundible color verdoso, dando una impresión general de la suciedad.

La sobrecarga del lago en materia vegetal, provoca una rápida disminución en su transparencia y la fotosíntesis se da sólo en los primeros metros por debajo de la superficie, provocando el incremento de la concentración de oxígeno disuelto en las aguas superficiales del Lago.

2.10 ALTERNATIVAS DE USO DE LENTEJA DE AGUA

La gran capacidad de absorción de nutrientes de la lenteja de agua, la facultad de propiedades proteicas que llegan a niveles entre 32 a 38% de materia seca, junto a otras cualidades minerales. Esto permite la utilidad de la planta una vez

cosechada, es decir, completar ciclos biológicos, algunas alternativas de uso pueden ser:

1. Producción de Compost

Se obtiene abono orgánico de lata calidad en tiempos de compuesto de 4 a 5 meses.

El enriquecimiento orgánico para los cultivos es:

Papas, quinua, cañihua.	-9 Tn/Ha.
Cebolla, zanahoria	-6 Tn/Ha.
Alfalfa, tarwi, habas	-3 Tn/Ha.

2. Con fines Forestales:

La producción de plantones forestales es fundamental para controlar la erosión de laderas, sin ella se da arrastre de materiales que determina en el Lago Titicaca.

Las camas de almácigo requiere 12m³ de abono natural (estiércol) equivalente a s/. 12.00 para 10.000 plantones.

Esto puede ser sustituido por la lenteja de agua como abono verde.

3. Con fines de Lombricultura y Producción de Humus:

La lenteja de agua con 14 a 18 días de precomposteo puede ser utilizado para crianza de lombrices, los que pueden tener niveles de 68 a 82% de proteínas.

4. Con fines de Producción de Biogás:

La lenteja de agua al igual que otro material vegetal, en descomposición puede ser utilizado en biogestores que dan como resultado la producción de gas metano.

5. Con fines de Alimento

La lenteja de agua, por su alto contenido proteínico puede ser fuente alimenticia previamente preparada como alimento balanceado (pelets), algunas experiencias se ha realizado por la UNA-PUNO y el PELT, para la crianza de pollos y cerdos. Como alimento fresco es también una potencialidad de uso, con fines ganaderos y avícolas.

Concluyendo, estas alternativas de uso de la “Lenteja de Agua” LEMNA sp. nos indica la potencialidad biológica de nuestros recursos naturales cuando se puede realizar el manejo adecuado de ellos.

La cosecha de lenteja de agua, es una actividad de interés social con aspectos positivos. En términos del problema de contaminación, la cosecha aliviará en algo la tensión del ecosistema, al permitir el retiro de cierto elemento (fosfatado y nitrogenado) almacenado en enorme cantidad en la bahía Interior.

En término de manejo de recursos naturales la cosecha de lenteja de agua, podrá tener una amplia utilidad, para la producción de materia orgánica, para la agricultura y como alimento para la producción de animales.

Así mismo aspecto social económico, son importantes en la contaminación del agua del Lago Titicaca que seguirá latente de no encontrar una solución integral del mismo.

2.11 EL LAGO TITICACA:

La Bahía Interior de Puno (16 Km²) ubicada a 3820 m.s.n.m es un área más o menos cuadrada, situada detrás de los promontorios de Chullune y Chimú con una profundidad media de 2.7 m. y un volumen de 43.000m³.

El periodo de luz que recibe esta área tiene un mínimo de 11.2 y un máximo de 13 horas día, las temperaturas de las aguas superficies varían entre 10°C en la época seca (junio y julio) hasta 15°C a mediados de octubre, la temperatura máxima a 20°C, se registra cerca del muelle de Puno entre finales de noviembre a mediados de diciembre.

Los vientos no ejercen mezclas verticales de las aguas en el interior de la Bahía de Puno. Tampoco se da intercambio sustancial de agua entre la parte interior y exterior de la Bahía de Puno, restringido por la morfometría de la cubeta y la presencia de macrófitas acuáticas. El conjunto de estos factores hace que la Bahía Interior de Puno sea muy susceptible a la eutroficación.

Algunas manifestaciones de eutroficación de un lago son físicas, por ejemplo la marcada disminución en la transparencia del agua superficial, siendo la causa de origen químico. El término “eutroficación” implica un rico suministro de nutrientes, siendo los más importantes el nitrógeno y el fósforo.

La concentración de nitrato ha excedido $21 \mu\text{g átomos/ l}$, el fósforo reactivo soluble excedió $0.3 \mu\text{g átomos/l}$. ambos indican niveles que provocan eutroficación severa.

Los elevados valores de la demanda bioquímica de oxígeno en la bahía interior, indican altos aportes de materia orgánica procedente del descargue de aguas residuales y de la descomposición de las plantas acuáticas.

Por otra parte, suelen presentarse periódicamente concentraciones muy bajas de oxígeno disuelto, junto con gran mortandad de peces.

Los niveles elevados de pH por encima de 8.75 indican una alta producción fotosintética.

En suma, estos indicadores químicos son signos de una eutroficación extrema.

2.12 CARBÓN ACTIVADO

Carbón Activado. Es el residuo de la destilación de varios productos orgánicos que han sufrido un tratamiento especial destinado a incrementar su poder absorbente. Según la F.E. debe haber sido obtenido exclusivamente de vegetales.

Características: polvo negro inodoro e insípido absorbente hasta el 15 -20% de agua por simple permanencia en el aire.

2.13 ADSORBENTES

Los adsorbentes son polvos químicamente inertes que tienen la capacidad de adsorber gases, toxinas y bacterias. La fina subdivisión de estos polvos inertes le confiere una alta capacidad de adsorción. Sin embargo, en el medio tan complejo de las secreciones intestinales, los adsorbentes físicos tienden a ser más selectivos para las sustancias tensioactivas, como las sales biliares, que para las toxinas bacterianas u otras sustancias nocivas. En consecuencia, sólo ciertos materiales que poseen propiedades de adsorción química son efectivos en la detoxicación intestinal y en la adsorción de gases que resultan de una fermentación intestinal anormal.

Tales sustancias son el caolín, que se emplea para adsorber toxinas bacterianas en la diarrea, disentería y colitis ulcerosa crónica, y carbón

activado que se emplea especialmente para adsorber tóxicos orgánicos y gases gastrointestinales. Es dudoso que cualquiera de ellos sea un adsorbente efectivo en el tracto gastrointestinal inferior, ya que el pasaje por el tracto superior satura e inactiva al agente: la efectividad de estos agentes para dispersar los agregados bacterianos puede contribuir a sus efectos beneficiosos en el tracto inferior.

Muchos de los antiácidos no sistémicos pueden actuar como protectores y adsorbentes internos, especialmente luego de su regeneración en el ambiente alcalino del intestino delgado. Se considera que el trisilicato de magnesio también ejerce una acción protectora en el estómago debido a la liberación de ácido silícico que actuaría como un demulcente más que como un protector sólido. Los antiácidos usualmente se combinan con caolín u otros adsorbentes.

3.0 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Hay trabajos relacionados a la cosecha de la Lemna s.p. obtención de carbon activado a partir de tarwi, otras plantas algunos de estos trabajos realizados a continuación:

a) Carbón Activado para recuperar oro de soluciones cianuradas por Ing. Jorge CHIRINOS Morales Universidad de Lima 1993.

En este trabajo se trató del metal precioso por excelencia y las soluciones expuestas por el autor son de valioso interés permitiendo comprobar que a partir del carbón se puede, mediante los procedimientos técnicos, la obtención del oro.

El carbón activado es empleado industrialmente en el tratado de minerales y relaves de baja ley para recuperar el oro contenido en soluciones cianuradas por los procesos denominados carbón en pulpa (CIP), carbón en lixiviación (CIL) y carbón en columna (CIC)

El carbón activado usado en minería es el llamado carbón activado adsorbente, que es un sólido de gran porosidad que tiene un área superficial $>1000 \text{ m}^2/\text{g}$, y una porosidad donde el 95% se encuentra entre 10-20 Å, lo que le da una alta capacidad adsorbente.

Los mecanismos de recuperación del oro con carbón activado son la adsorción, desorción y electro deposición, a partir de soluciones cianuradas donde el oro se

encuentra en forma iónica con carga negativa constituido por el cianuro aurico $\text{Au}(\text{CN})_2^-$.

Con la adsorción el carbón capta los iones que contiene el oro por la interacción electrostática de la carga positiva de la superficie del carbón; e inversamente, con la desorción del carbón cargado se somete a un proceso de alta temperatura a fin de recuperar dichos iones valiosos usando ya sea soda cáustica o alcohol.

Después que el carbón ha sido desorbido y el oro incorporado a la solución re-estraída, éste se recupera en celdas electrolíticas por electrodeposición, empleándose para ello cátodos y ánodos contruidos de lana de acero y planchas de acero inoxidable, respectivamente. Se hace una revisión de las investigaciones realizadas sobre la naturaleza del carbón activado y la cinética de adsorción y desorción, así mismo se analiza otros factores como el pH, la temperatura y la fuerza iónica.

El caso Otuzco, de la Cía. Minera Otuzco S.A. fue factible debido a que se trataba de relaves donde el costo de producción es bajo y las cotizaciones de la polata eran superiores a las actuales y el caso de Algamarca, de la Cía, Minera Algamarca S.A. porque se trataba de optimizar el proceso Cerril Coger debido a la abundancia de finos, que no permitían obtener recuperaciones adecuadas. El carbón activado es indicado cuando la presencia de finos es grande.

b) Estudio del Medio Natural Publicación del Pelt 1993

En la fase de estudio se logró:

- Diagnóstico de la situación de poblaciones animales y vegetales.
- Definición del grado de deterioro del medio natural.
- Grado de protección requeridos y las pautas para establecer normas de manejo.
- Tipo de restauración del ecosistema.
- Definición de la participación de la población local.

Se puede decir que el Lago Titicaca es un medio muy estable y la irregularidad de los aportes de agua no modifica notablemente la química del agua. La calidad del agua es compatible con la vida acuática en general.

La bahía interior de Puno es un lugar muy contaminado, donde el fenómeno de eutroficación se incrementa. Una observación reciente ha mostrado un desarrollo

importante de lemna gilba. La zona del puerto, de poca profundidad presenta altas concentraciones de nutrientes y varios síntomas de un estado extremo de hipertrofia (N. Miranda 1991).

El nitrógeno parece el factor limitante para el desarrollo de la población de algas. Este documento trata de los principales aspectos reactivos al medio ambiente, analizados a partir de informaciones bibliográficas, de contactos con las principales instituciones involucradas en el tema de Perú y Bolivia y visitas al campo.

Los estudios y actividades desarrolladas han sido los siguientes:

- Análisis de situación ambiental actual.
- Propuestas de estrategia de preservación y restauración de los ecosistemas.
- Propuestas de gestión de los recursos naturales.

Como objeto primordial de este estudio, conviene señalar la necesidad de reducir la contaminación y preservar la biodiversidad, en los términos del Convenio sobre medio ambiente de Río de Janeiro (1992).

Dentro de la problemática medio ambientalista del sistema podemos destacar la **contaminación** de varios tipos observados entre los que podemos señalar:

- Contaminación por materia orgánica (Puno – Juliaca Desaguadero, Oruro).
- Contaminación por sales agua debajo de la confluencia con el río Mauri.
- Contaminación por metales pesados, en particular en los alrededores de Oruro (Poopó y tributarios).

Por otro lado tenemos contaminación de sedimentos en:

- El río Coata agua debajo de Juliaca.
- El río Desaguadero Uru-Uru y lago Poopó.

Todas estas circunstancias inciden en una contaminación de la cadena trófica en particular de los peces.

Las principales fuentes de contaminación son afluentes urbanos y los afluentes de las industrias mineras.

c) LEMNA, El fantasma verde de la contaminación Revista Gaceta Universitaria N° 5, 1995.

El comité Técnico trabajo en la compilación bibliográfica, análisis de campo y discusiones, y llegó a algunas conclusiones sobre la biología y dinámica de la Lenteja de Agua, resaltando la necesidad de promover estudios de mayor profundidad sobre la Bioecología de esta macrófita.

En consenso pleno el comité técnico, determinó la importancia del manejo de los recursos naturales, tal es el caso de la cosecha de la Lenteja de Agua. (*Lemna* sp.) de la Bahía Interior del Lago Titicaca para concentrar nutrientes contaminantes en todas sus fases de desarrollo; el equilibrio natural del ecosistema y la utilidad que puede tener a partir de cosechas temporales, es decir el manejo sustentable.

4.0 OBJETIVOS

1. Obtener carbón activado por el método de activación química a partir de la *Lemna* sp. (Lenteja de agua)
2. Evaluar el comportamiento de las propiedades físicas y químicas del carbón activado obtenido de la *Lemna* sp. (lenteja de agua) de las zonas de muestreo.
3. Evaluar el comportamiento de las curvas obtenidas de acuerdo a las isotermas de Freundlich

5.- HIPÓTESIS.

Dado los compuestos orgánicos que existen en las plantas: es probable que se pueda obtener carbón activado a partir de la *lemna* sp. por el método de activación química.

III. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. TECNICAS INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACION

3.1.- ESTRATEGIA EXPERIMENTAL

- En primer lugar esta investigación consistirá en obtener Carbón Activado mediante métodos convencionales utilizados comúnmente con materias primas diferentes.
- Luego se procederá al análisis del Carbón Activado obtenido, a partir de la adsorción o remoción del color de diferentes muestras de azul de metileno a distintas concentraciones, dicho análisis nos permitirá saber si nuestras muestras de carbón obtenido son buenas o no.

3.2.- MATERIA PRIMA

Se empleará como materia prima la Lenteja de Agua "*Lemna sp*", procedente de la bahía interior del Lago Titicaca de nuestra ciudad de Puno.

3.3.- EQUIPOS Y MATERIALES

3.3.1.- EQUIPOS

- Espectrofotómetro
- Mufla
- Estufa
- Desecador
- Balanza Analítica de alta precisión
- Molino
- phmetro

3.3.2.- MATERIAL DE VIDRIO

- Vasos de Precipitado
- Fiolas de 1000, 100 y 50 ml.
- Probetas de 100y 50 ml.
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml.

- Pipetas de 20, 5 y 1 ml.
- Varillas
- Embudos

3.3.3.- MATERIALES DE PORCELANA

- Crisoles con tapa
- Cápsulas
- Mortero

3.3.4.- REACTIVOS

- Cloruro de zinc
- Ácido nítrico
- Agua destilada
- Azul de Metileno

3.3.5.- OTROS

- Papel filtro
- Pinzas
- Rejillas de asbesto
- Espátula
- Mechero Bunsen
- Pipetas
- Papel aluminio
- Carbón Activado comercial

3.4.- ANÁLISIS Y METODOLOGIA

3.4.1.- ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

A.- CONTENIDO DE HUMEDAD

El contenido de humedad de la lenteja de agua será determinado siguiendo la norma ASTM. D-1762, para lo

cual se coloca 40 g de muestra en una cápsula de porcelana, llevándose luego a la estufa por un espacio de 3 horas a una temperatura de 105 °C, o esperar hasta que el peso de la muestra seca sea constante; para efectos del cálculo se reemplazaron los datos obtenidos en la siguiente relación:

$$\%H = [W_h - W_s / W_h] * 100$$

Donde:

%H = Porcentaje de Humedad

Wh = Peso de la muestra húmeda

Ws = Peso de la muestra seca

B.- CENIZAS TOTALES

El porcentaje de cenizas se determinará siguiendo la norma ASTM. D-1762, para lo cual se coloca 2 gr de muestra seca en un crisol previamente pesado y tapado con papel aluminio, luego se coloca el crisol en una mufla a 600°C de temperatura por un tiempo de 6 horas; para efectos del cálculo se utiliza la siguiente relación:

$$\%Cz = [W_f - W_c / W_m] * 100$$

Donde:

%Cz = Porcentaje de Cenizas

Wf = Peso final del crisol con cenizas

Wc = Peso del crisol vacío

W_m = Peso de la muestra en gramos

C.- MATERIA VOLÁTIL

La cantidad de materia volátil se determina siguiendo la norma ASTM. D-1762, para lo cual se procede de la siguiente manera:

- 1.- Pesar 1 g de muestra previamente secado.
- 2.- Colocar la muestra en un crisol con tapa.
- 3.- El crisol tapado se pone encima de una parrilla triangular de arcilla refractaria de 30 cm. de altura.
- 4.- A 10 cm. debajo del crisol se coloca el mechero Bunsen, se enciende y se le deja hasta que deje de eliminar humo o materia volátil.
- 5.- Se retira a un desecador hasta que enfríe, y luego se pesa, por diferencia de pesos se determina la materia volátil.

D.- CARBONO FIJO

El porcentaje de carbono fijo es determinado siguiendo la norma ASTM. D-1762, por diferencia de 100 menos la suma de los porcentajes de cenizas y materia volátil, cuya relación es:

$$\%C_f = 100 - (\%C_z + \%M_v)$$

Donde:

$\%C_f$ = Porcentaje de carbono fijo

$\%C_z$ = Porcentaje de cenizas

$\%M_v$ = Porcentaje de materia volátil

E.- DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente de la materia prima se determina siguiendo la norma ASTM. D-1762, para lo cual se llena una probeta de 50 cm³ con lenteja seca y molida, se movió lentamente hasta obtener un volumen constante, finalmente se pesa para la determinación de la densidad.

F.- GRANULOMETRÍA

Se determina pesando 100 gr de la muestra seca y molida, luego esta muestra es tamizada en las mallas 50, 70, 80, 100 y 200 de la serie Tyler.

3.5.- DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO EXPERIMENTAL

3.5.1.- MÉTODO DE ACTIVACIÓN QUÍMICA

La obtención del Carbón Activado se realiza utilizando el método de activación química, en el cual la materia prima Lenteja de Agua (*Lemna sp*), es impregnada con diferentes concentraciones de agente activante en este caso Cloruro de cinc, para luego ser sometido a diferentes temperaturas en ausencia de aire para evitar la oxidación de la materia, seguidamente es lavado con ácido clorhídrico, y finalmente es lavado con agua destilada para la eliminación de vestigios de agente activante, finalmente es secado para ser sometido a evaluación de sus propiedades fisicoquímicas.

3.5.2.PROCEDIMIENTO Se muestra a continuación



3.5.3. RECOLECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

El trabajo se inicia con la recolección de la materia prima de las tres zonas de muestreo respectivamente como son, Malecón Ecoturístico, (interior del lago y Costanera), Embarcadero San José :Zona de Huajje y Av. Simón Bolívar (lados derecho e izquierdo de Terminal Terrestre). Cada muestra con un peso de 10 Kg por zona de muestreo, haciendo un total de 30 Kg. Dicho muestreo se realiza durante tres días, una zona cada día y en horas de la mañana.

3.5.4. SECADO DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima recolectada se hace secar extendiéndola sobre papel periódico y bajo techo a temperatura ambiente

durante 7 días, cada día la lenteja es volteada para que el proceso de secado sea uniforme. Transcurrido este tiempo las muestras de lenteja de agua deberán tener una humedad del 20 % aproximadamente.

3.5.5 MOLIENDA

La molienda se realiza con la finalidad de obtener muestras con tamaños uniformes de partícula. Esto debido a que el objetivo de la investigación es obtener carbón activado pulverizado.

3.5.6. TAMIZADO

La materia prima obtenida después de haber sido molida es pasada por el tamiz, con 5 diferentes mallas como son: mallas 50, 70, 80, 100 y 200 con la finalidad de tener una clasificación específica de la materia prima, en el presente trabajo de investigación se utilizará solo las muestras de malla 200 cuyo diámetro es de 0.071 mm.

3.5.7 TRATAMIENTO CON CLORURO DE ZINC

Las muestras de la materia prima debidamente pesada y colocada en crisoles, serán impregnadas con cloruro de zinc con distintas concentraciones como son:

CUADRO N° 01

RELACIÓN MATERIA PRIMA, CLORURO DE ZINC

MATERIA PRIMA (g)	REACTIVO (g)
1	0,5
1	1
1	1,5
1	2

ELABORACIÓN: PROPIA

Luego la lenteja impregnada es mezclada o agitada con una varilla, aumentando poco a poco agua destilada hasta lograr que la mezcla quede húmeda, finalmente es almacenado por un lapso de tiempo de 18 horas.

3.5.8. SECADO

Una vez cumplidas las 18 horas de impregnación las muestras pasan a ser secadas en la mufla (horno eléctrico) a una temperatura de 200°C, por un lapso de tiempo de 15 minutos.

3.5.9. CARBONIZACIÓN – ACTIVACIÓN

Una vez cumplidos los 15 min. de secado la temperatura de la mufla (horno eléctrico) es elevada a 450°C durante un tiempo de 20 min. dejando enfriar las muestras.

3.5.10. MOLIENDA

La molienda se efectúa efectuada con ayuda de un mortero de porcelana manual. Con la finalidad de obtener nuevamente una muestra pulverizada.

3.5.11 TAMIZADO

Esta operación se realiza con la finalidad de obtener una muestra pulverizada, se lleva a cabo en un tamiz vibratorio de la serie Tyler mallas 150 y 200.

CUADRO N° 02
TAMAÑO DEL CARBÓN ACTIVADO OBTENIDO

N° DE MALLA	TAMAÑO DE PARTÍCULA (mm)
150-200	$0,075 \leq 0,086$
200	$0 \leq 0,071$

ELABORACIÓN: PROPIA

3.5.12 LAVADO

El lavado de la muestra se realiza con la finalidad de eliminar el exceso de iones Cl^- existente, primero se lava con una solución de ácido clorhídrico 0,1 normal y finalmente se enjuaga con agua destilada para regular el pH del carbón obtenido. Dicha operación se realiza colocando el carbón activado en papel filtro encima de un embudo de filtración.

3.5.13 SECADO

El carbón que quedó en el papel filtro luego de ser lavado se lleva a secar, se le coloca en la mufla a una temperatura de 100°C por un lapso de tiempo de 2 horas al final del mismo se retira y coloca en el desecador hasta que enfríe.

3.5.14 ENVASADO

Una vez frías las muestras son envasadas en bolsas de polipropileno, para evitar su contaminación.

3.5.15. ALMACENAMIENTO

Las bolsas que contienen el carbón serán almacenadas en un área ventilada y seca, para su posterior análisis.

3.5.16. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CARBÓN ACTIVADO

Se toma la muestra de Carbón Activado, para poder determinar sus propiedades siguiendo las normas ASTM. D-

1762, tal como se realiza para la materia prima las propiedades son las siguientes:

3.5.17.-PROPIEDADES QUÍMICAS

1. HUMEDAD
2. CENIZAS
3. MATERIA VOLATIL
4. CARBONO FIJO
5. POTENCIAL DE HIDRÓGENO

3.5.18 PROPIEDADES FÍSICAS

1. DENSIDAD APARENTE
2. DETERMINACION DEL GRADO DE ADSORCIÓN

3.6.-DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS DE ADSORCIÓN

Esta prueba se realiza con soluciones de azul de metileno de acuerdo a los siguientes pasos :

1. Preparar una solución de azul de metileno al 0.10%, se diluye 1 g de azul de metileno en 1000 ml de agua destilada.
2. Preparar 8 fioles con las siguientes concentraciones : 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, y 2.5 ml., luego aforar las fioles a 100ml con agua destilada, agitar hasta homogenizar las diluciones.
3. Pesar 0.5g de carbón activado para el filtrado de cada fiola y colocar en el papel filtro del embudo.
4. Filtrar la muestra, se sugiere desechar los primeros 30 ml del filtrado.
5. Calibrar el espectrofotómetro a 650 nm de longitud de onda.
6. Leer el grado de adsorción (absorbancia).
7. Repetir la operación para cada una de las muestras.

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

a) Ubicación Espacial: El presente estudio de investigación está dado en la zona de la bahía interior del Lago Titicaca-Puno.

- Zona de disposición final de aguas residuales.

b) Ubicación Temporal:

Esta investigación es coyuntural y se llevará a cabo en el presente año.

c) Unidades de Estudio

Universo: Lemna de la Bahía Interior del Lago Titicaca

Unidades de estudio: 100Kgs. De Lemna distribuidos en 3 puntos de muestreo de diferentes sitios.

3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Trabajo en gabinete

- Elaboración de plan operativo considerando apoyo logístico y recursos necesarios que contemplará las actividades siguientes.
- Preparación de soluciones.
- Análisis de muestras.
- Redacción de resultados.

2. Trabajo de Campo

- Recolección de muestras de lemna sp
- Observación del fenómeno de eutroficación

3. Tiempo

- Se tiene previsto que la investigación se realizará en nueve meses en el presente año.

4. Recursos Humanos.

Las muestras serán tomadas por la tesista, con la ayuda de un personal técnico para la etapa de recolección de muestras.

5. Prueba de instrumentos: se verificará utilizando estándares.

6. Métodos y Técnicas-

- Obtención de carbón activado por el método de activación química: vía calcinación.

- Determinación de las pruebas de adsorción con azul de metileno, la técnica a utilizar es: espectrofotométrica.
- 7. Para el muestreo de la materia prima se utilizará el método aleatorio simple. Los cálculos estadísticos se realizarán mediante análisis de varianza y paquetes estadísticos (SAS)

CAPITULO IV CRONOGRAMA DE TRABAJO

Tiempo	Mes...	Mes...	Mes...
Actividades	F M A	M J J	A S O
1. Recolección y selección de información.	*****		
2. Recolección de datos.		*****	
3. Estructura de Resultados			****
3. Informe final			****

CAPITULO V. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

B. de MORALES, C 1990. Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada. Instituto de Ecología , Universidad Mayor de San Marcos Andrés. 318p.

CELINA SANTANA, María

Carbón activado de aserrín de pino elliotti, Elliotti II Sao Paulo 1977 (EP-USP), Ingeniería Química.

CEPIS, Edit. Limnusa 1981 Toxicología Ambiental oms.

Díaz ELZA FELICIDAD

Obtención y caracterización en laboratorio del carbón activado de cáscara de coco, orientada su utilización en el descubrimiento de celdas en el refinamiento de azucares 1984 Tesis Maestría EP=USP.

D.A. SKOOG West Análisis Instrumental. Edit. Mac Graw Hill México Segunda Edición, 1990

Gary CHRISTIAN, Química Analítica, Edit. Limusa México Segunda Edición 1990.

FRIEDEMANN (P) ZAVALA MENESES (J) 1965 estudio general del río desaguadero, informe N° 58 Ministerio de Economía Nacional, Deutsche project Unión GMBH. Ingeniería Global.

LAUZANNE (L) 1991 Especies nativas. Las Orestias el lago Titicaca, síntesis del conocimiento Limnología Actual. El Lago Titicaca. Claude Dejous y André Litis.

Max SCHWARZ DIAZ Ecología y ecosistema revista Ingeniería Industrial N° 5, 1993 Universidad de Lima.

Marech JERRY Y A. Wile Tour. Edition Advanced Orgganic Chemistry. Science Publication, 1992.

MORALES (B) 1990, Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. 318 p.

RICARDO DE LIMA Isaac (Escuela EP. USP Politecnia de Sao Paolo, abastecimiento: redención e columnas de carbón activado granular e estación de tratamiento de Agua Tesis de Maestría.

Snoveyink Vermon L.Y. Química del agua, edit. Limusa 1990.

REVISTAS Y MANUALES

O.M.S. Cepis Lima 1994. Manual de Evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales sección 3,6.

Revista Ingeniería Química: junio 1991, setiembre 1993.

Gaceta Universitaria N° 5 UNA-PUNO, 1995.

PERFIL AMBIENTAL DEL PERÚ Mayo 1986 Agencia para el Desarrollo Internacional AID

Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales ONERN.

PELT PERÚ BOLIVIA 1993.

Términos de referencia para el establecimiento de la Reserva Binacional Peruano Boliviano, Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca.

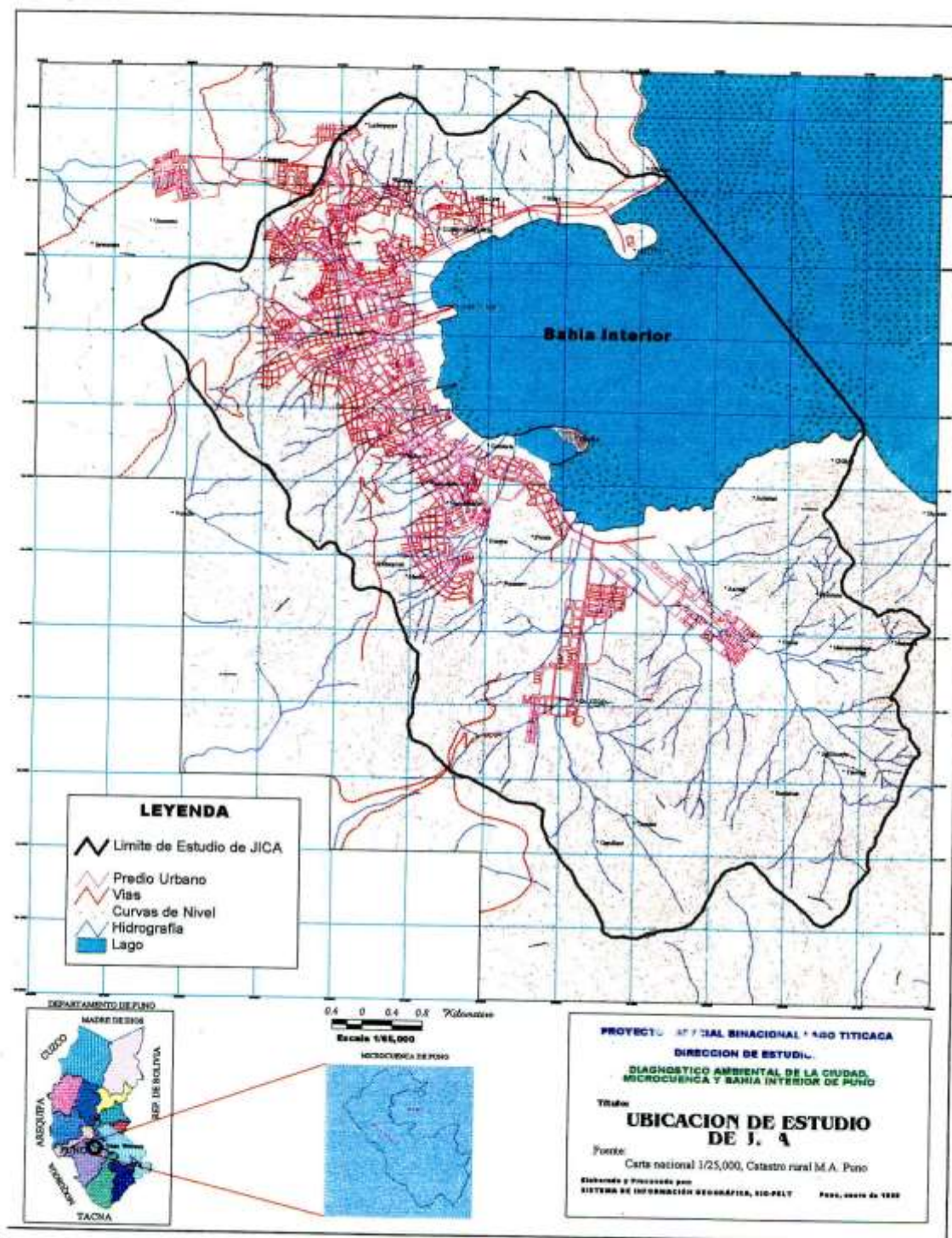
PERFIL AMBIENTAL DE BOLIVIA Julio 1986

Agencia Para el Desarrollo Internacional, Instituto Internacional para el Desarrollo y Medio Ambiente

ANEXO 02

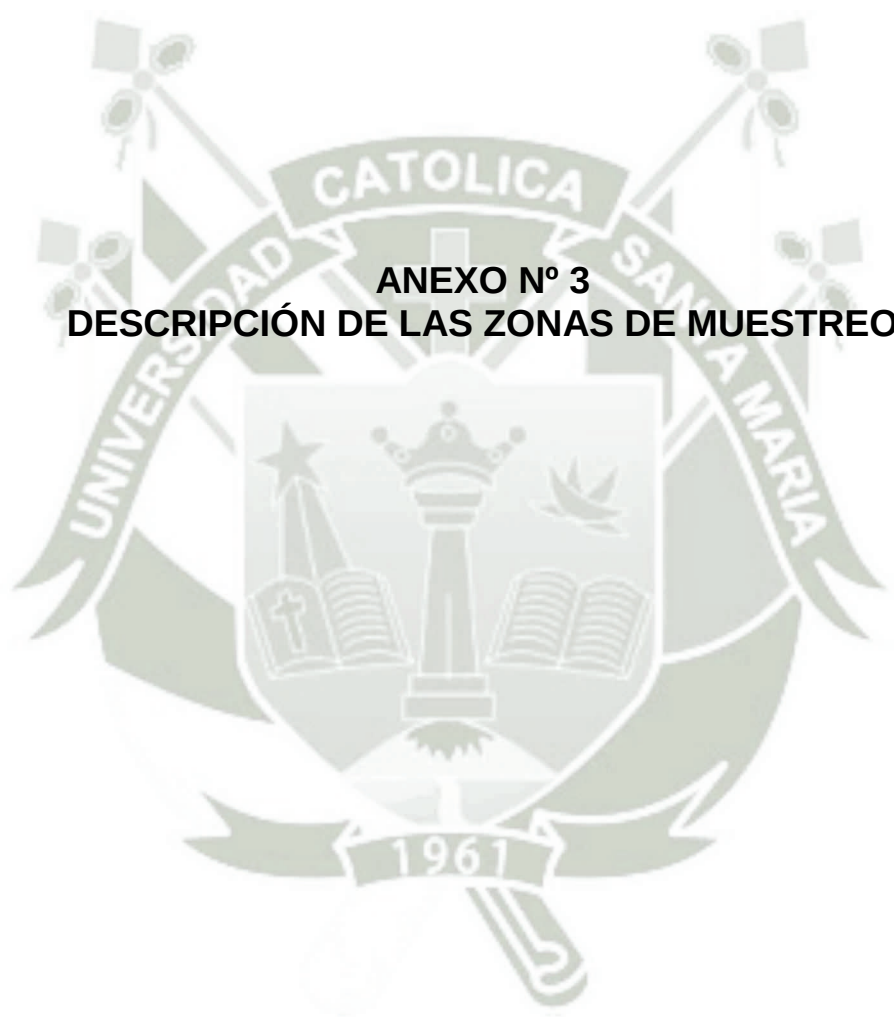
MAPA DE UBICACIÓN- ZONAS DE MUESTREO





1-9

Figura I.1 Area de Estudio



ANEXO N° 3
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTREO

La Bahía interior de Puno del lago Titicaca ubicada a 15° 45' de latitud sur y 69° 28' de longitud oeste, a una altura de 3808.5 m.s.n.m presenta en los lugares denominados Bahía interior, Huajje y Terminal Terrestre abundante cantidad de *lemna* sp (lenteja de agua) asociada a cierta flora y fauna de la zona. (plano N° 1 de ubicación).

ZONA BAHÍA INTERIOR:

Caracterizada por presentar aguas contaminadas por desechos orgánicos; su flora es muy variada y escasa, así podemos mencionar que sólo existe *lemna* sp como planta flotante libre y como plantas anfibias se encuentra totora (*schoenoplectus totora*) y otras plantas sumergidas como *Elodea potamogetum* “yana llachu” y *potamogetum* sp “yurac llachu”

ZONA HUAJJE:

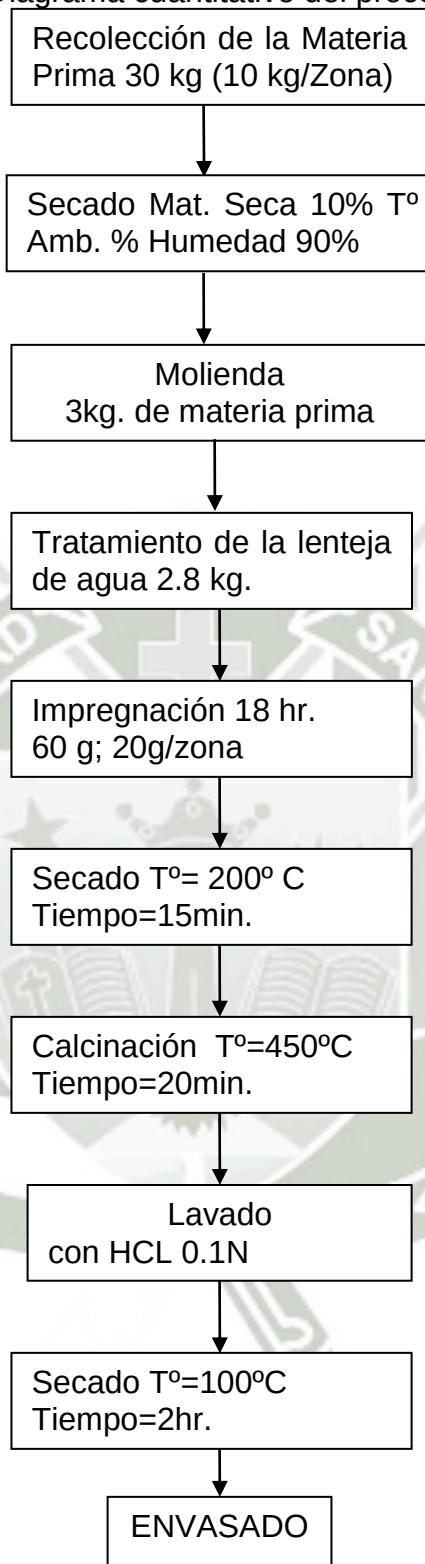
Predominan en sus aguas gran cantidad de material inorgánico proveniente de los detergentes, en cuanto se refiere a su flora se puede mencionar plantas flotantes como la azolla foliculoides “helecho de agua” que está estrechamente relacionada con *lemna* sp “lenteja de agua” proliferando en esta zona gran cantidad de algas filamentosas como *Ulotrix*, *Spirogira* sp. envolviendo a la *lemna* sp, también se encuentran plantas sumergidas como *Myriophyllum elatinoides* “hinojo llacho” *Elodea potamogetum* “yana llachu” y *potamogetum* sp “yurac llachu” y como plantas anfibias la *schoenoplectus totora* que se encuentra relacionada con la *lemna*.

ZONA TERMINAL TERRESTRE:

Se caracteriza porque en sus aguas se encuentra gran cantidad de material orgánico proveniente de las aguas servidas de la ciudad de Puno, por lo que se encuentra contaminada, en cuanto se refiere a la flora se puede mencionar que las plantas flotantes libres se encuentran en mayor densidad con respecto a las otras dos zonas, siendo estas la *lemna* sp. y la azolla sp. que están relacionadas íntimamente; siendo casi escasas las plantas anfibias como *schoenoplectus totora* y en relación a las plantas sumergidas se encuentra el *myriophyllum platinoide* “hinojo llacho”, *Elodea potamogetum* “Yana llacho”.



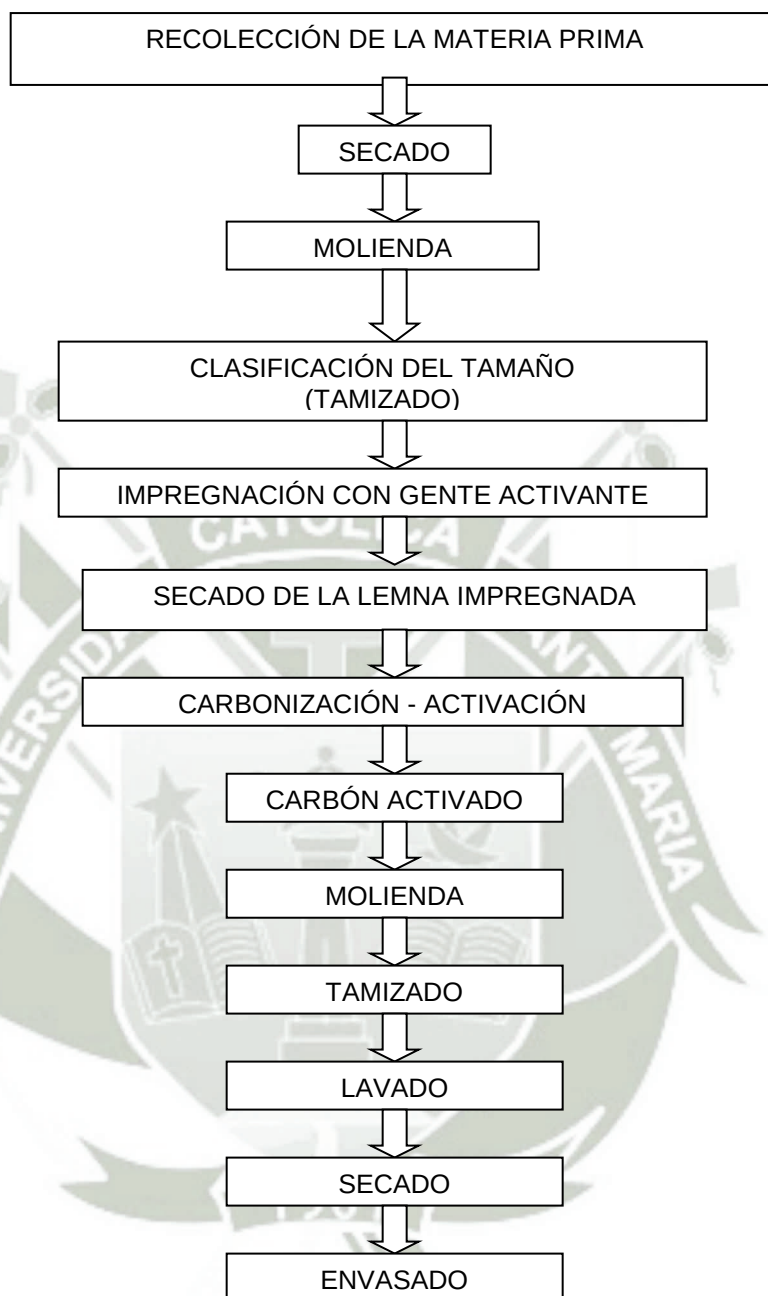
Diagrama cuantitativo del proceso



Rendimiento: se tiene que de 30g de leña sp y 30g de reactivo se obtiene un rendimiento de 22.83g de carbón activado

ANEXO Nº 5
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN
ACTIVADO

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO



ANEXO N° 6
NORMAS ASTM

Norma ASTM D-1762-84 (revisado 2001)

Método de Evaluación Estándar para el análisis químico de carbón orgánico de madera.

1. Ámbito:

- 1.1 Este método de evaluación alcanza la determinación de humedad, material volátil, y cenizas de carbón orgánico hecho de madera. El método de evaluación es aplicable a trozos y bloques y está diseñado para la evaluación de la calidad de carbón orgánico. Este método emplea aparatos que son encontrados en muchos laboratorios y esta adaptado a un análisis de rutina de una gran cantidad de muestras.
- 1.2 Este estándar no pretende abordar todo lo correspondiente a inquietudes, si alguna, esta relacionada con su uso. Es responsabilidad del usuario de este estándar establecer prácticas seguras y saludables y determinar las normas de aplicación antes de usarlo.

2. Documentos de Referencia

2.1 Estándares ASTM

D346 Prácticas para la recolección y preparación de muestras de coque para análisis de laboratorio.

D410 Método para análisis de carbón por tamizado.

D3176 Prácticas para análisis final de carbón y coque.

D3180 Prácticas para calcular análisis de carbón y coque de predeterminados a bases diferentes .

3. Resumen del Método.

- 3.1 La muestra es suelo de una manera específica y la humedad determinada como perdida de peso en un horno de secado a 105°C La materia volátil está determinada como perdida de peso a 950°C bajo condiciones específicas. La ceniza está determinada como residuo luego de quemar a peso constante a 750° C.

4. Significado y uso

- 4.1 Baja calidad de madera y residuos de madera son usados para el carbón orgánico de madera. Este método de evaluación es usado para evaluar el

carbón orgánico, para evaluar los métodos de producción y asistir en el desarrollo de nuevos métodos.

5. Aparatos:

- 5.1 Molino, para muestras en granos.
- 5.2 Horno, con control automático de temperatura a $105 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- 5.3 Caldero, para controlar temperaturas a $750 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y $950 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 5.4 Balanza analítica, con una capacidad de al menos 100gr y una sensibilidad de 0.1 mg.
- 5.5 Contenedores, herméticos, botellas con tapas roscas para el almacenamiento de las muestras.
- 5.6 Coladores, especificados en el método D410.
- 5.7 Crisoles, porcelana, 41x37 mm con tapas de porcelana.
- 5.8 Disecador, conteniendo cloruro de calcio como agente de secado.

6. Muestra:

- 6.1 Selección de muestra. La muestra deberá ser seleccionada para presentar a todo el material contenido en gran cantidad. La selección de muestra deberá ser llevada a cabo de acuerdo con la práctica D346, D3176 y D3180.
- 6.2 Preparación de muestra. Las muestras serán normalmente pedazos o trozos de carbón orgánico, secados al aire. Las muestras mojadas o humedecidas por la lluvia deberán ser puestas a secar al aire antes de llevar a cabo el análisis. Para especificaciones de compra, el contenido de humedad del carbón orgánico, tal como se recibió, deberá ser determinado en muestras de suelo para pasar al tamiz N° 20 (850- μm) ya que el excesivo molido resultará en pérdida de humedad debido a la generación de calor. Para la evaluación del laboratorio: humedad, ceniza y materia volátil deberán ser determinados en muestras de suelo tal y como sigue:
 - 6.2.1 Toda la muestra seleccionada deberá ser suelo; ninguna parte de la muestra debe ser rechazada. La muestra deberá ser pulverizada rápidamente en el molinillo. Excesivo tiempo de molido deberá ser evitado porque la generación de calor provocará pérdida de peso en el material volátil. El molido excesivo producirá una gran cantidad de

pequeñas partículas menores a la del tamiz nº 100 (150-um). Estas finas partículas contribuirán a producir errores debido al barrido del crisol durante la rápida evolución de los gases en la determinación del material volátil. Las partículas que serán retenidas en el tamiz Nº 20 (850-um) no deberán ser usadas las muestras con el siguiente análisis del tamiz han sido encontradas satisfactorias.

6.2.2 La muestra del suelo deberá ser bien mezclada y almacenada en un contenedor hermético.

7. Procedimiento:

7.1 Hacer determinaciones duplicadas

7.2 Calentar la caldera a 750°C, ubicar los crisoles de porcelana previamente encendidos (nota 1) y cubrir la caldera por 10 minutos enfriar los crisoles con el disecador por 1 hora. Pesar los crisoles y añadir aproximadamente a cada un 1 gramo, pesado a un aproximado de 0.1 mg de la muestra de suelo. Ubicar las muestras en el horno a 105°C por horas. Ubicar las muestras secas en el disecador por 1 hora y pesar.

Nota1- En la práctica, 1 crisol de una determinación previa es usado.

Nota 2 L muestra deberá ser considerada secada en el horno cuando la disminución en el peso de pesadas consecutivas sean de 0.0005 g o menos. Periodos exitosos de secado deberán ser menores a 1 hora.

7.3 Materia Volátil. Calentar el horno a 950° C. precalentar los crisoles usados para la determinación de humedad, con las tapas en posición y conteniendo la muestra, como sigue: con la puerta del caldero abierta por 2 minutos en el borde externo del horno (300 °C) y luego por 3 minutos en el borde del horno (500°C) (nota 3), luego mover las muestras a parte posterior del horno por 6 minutos con la puerta del horno cerrada mire las muestras a través de un agujero de observación en la puerta del horno; si se producen chispas los resultados serán erróneos (nota 4). Enfriar las muestras en el disecador por 1 hora y pese.

Nota 3 –recipientes de alambre de nicromo para sostener los crisoles son convenientes.

Nota 4- si la muestra con chispas no está de acuerdo a los resultados del duplicado que no crispeo dentro de + /- 0.5%, el análisis deberá ser repetido.

7.4 Cenizas. Ubique las tapas y el crisol sin tapar usado para la determinación de materia volátil y conteniendo la muestra en el horno a 750°C por 6 horas. Enfríe los crisoles con las tapas en su lugar en el desecador por 1 hora y pese. Repita el quemado de la muestra hasta lograr una pérdida de menos de 0.0005 g en un período de una hora.

8. Cálculos y Reporte:

8.1 Calcular el porcentaje de humedad en la muestra como sigue:

$$\text{Humedad \%} = [(A-B) / A] \times 100$$

Donde: A= gramos de aire seco usado en la muestra y

B = gramos de muestra después del secado a 105°C

8.2 Calcular el porcentaje de materia volátil en la muestra como sigue:

$$\text{Materia Volátil \%} = [(B-C) / B] \times 100$$

Donde: C = gramos de la muestra después del secado a 950°C

8.3 Calcular el porcentaje de Ceniza en la muestra como sigue:

$$\text{Ceniza\%} = (D/B) \times 100$$

Donde: D = gramos de residuo

8.4 Reportar todos los resultados aproximándolos al primer decimal. Los valores para las determinaciones del duplicado deberían tener concordancia con lo siguiente:

Constituyente determinado	Diferencias permisibles entre dupl.
Humedad	0.1
Materia volátil	0.5
Ceniza	0.1

9. Precisión y sesgo

9.1 No hay actualmente datos disponibles con los cuales se pueda desarrollar un alegato de precisión y sesgo.

10. Palabras Clave

10.1 Ceniza; carbón orgánico, humedad, material volátil.





ANEXO N°7
NORMA TÉCNICA PERUANA DE ITINTEC



COMISIÓN DE REGLAMENTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES



NORMA TÉCNICA PERUANA

RIAL Y
DE

PERÚ
NORMA TÉCNICA

CARBÓN ACTIVADO USADO EN LA INDUSTRIA
AZUCARERA Y OTROS PRODUCTOS EDULCORANTES
REQUISITOS GENERALES

ITINTEC
207.024
Marzo, 1982

NACIONAL		
1. NORMAS A CONSULTAR		
ITINTEC 350.001	Tamices de ensayo.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar la densidad aparente del carbón activado empleado en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-024	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar el potencial de hidrógeno (pH) en muestras de carbones activados.	
ITINTEC 21:15-025	CARBÓN ACTIVADO. Determinación de las cenizas totales en el carbón activado empleado en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-026	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar la granulometría en muestras de carbones activados empleados en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar el índice de decoloración de azúcar crudo en el carbón activado empleado en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar el número de yodo en el carbón activado empleado en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar la humedad en el carbón activado empleado en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de ensayo para determinar las cenizas solubles en agua.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Método de muestreo de los carbones activados empleados en la refinación de azúcar y otros productos.	
ITINTEC 21:15-000	CARBÓN ACTIVADO. Definiciones y clasificación.	
2. OBJETO		
2.1. La presente Norma Técnica establece las especificaciones que deben cumplir los carbones activados de cualquier origen empleados en la refinación de azúcar y otros productos edulcorantes.		
R.D. Nº 047-82 – ITINTEC DG/DN 82-03-09		3 Páginas

C.D.U. 661.183. 2: 664-11

ITINTEC 207.024

Pag. 2

3. REQUISITOS

2.1. Las definiciones serán las indicadas en la Norma Técnica 21:15-000 CARBON ACTIVADO. Definiciones

4. CLASIFICACIÓN

a. Los carbonos activados se clasificarán de acuerdo con el tamaño de sus partículas, en dos tipos:

4.1.1. Tipo I Carbonos activados en polvo

4.1.2. Tipo II Carbones activados granulados

5. REQUISITOS

a. Carbones activados en polvo

- | | |
|---|--|
| a) Apariencia | Polvo negro |
| b) PH | 5,5 a 7,5 |
| c) Contenido de humedad
(en el momento de envase) | máximo, 12% |
| d) Densidad aparente | 0,35 a 0,40 g/cm ³ |
| e) Cenizas totales
(residuo de ignición) | 12% |
| f) Cenizas solubles en agua | máximo, 3,5% |
| g) Tamaño de partículas | mínimo, 95% pasa el tamiz 149 um(Nº100)
mínimo, 92% para el tamiz 74 um (Nº200) |
| h) Poder decolorante de
soluciones de azúcar
crudo. | mínimo 90% |

i) Actividad del yodo

mínimo, 60%

NOTA.- 1 En la industria azucarera y otros productos edulcorantes, sólo se utiliza carbón activado en polvo, por lo tanto no se consideran los requisitos de carbón granular.

ITINTEC 207.024

Pag. 3

NOTA.- 2 Para usos especiales el contenido de cenizas solubles no será mayor de 1%, de acuerdo entre las partes.

6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

6.1. La inspección y recepción se realizará de acuerdo a la Norma Técnica 21:15-000 CARBON ACTIVADO. Método de muestreo de los carbones activados empleados en la refinación de azúcar y otros productos.

7. METODO DE ENSAYO

7.1. Los métodos de ensayo que se utilicen para determinar los valores de los requisitos son los indicados en el Capítulo 1. NORMAS A CONSULTAR

8. ROTULADO ENVASES Y EMBALAJE

8.1. Rotulado. El rotulado deberá indicar la siguiente información:

8.1.1. Marca registrada o símbolo del fabricante.

8.1.2. Tipo.

8.1.3. Número de lote y de serie.

8.1.4. Contenido neto expresado en Kg.

8.2.1. Envase. El envase protegerá al producto contenido durante el almacenamiento y transporte.

8.2.2. El envase deberá realizarse en bolsas de papel de 3 capas, o equivalentes, que aseguren la impermeabilidad.

8.2.3. El cocido deberá realizarse con hilazo tarsal de 12-5 (100% algodón).

9. ANTECEDENTES

9.1. COPANTE 7:2-023 Carbones activados usados en la industria azucarera Buenos Aires, Argentina (1979).

ANEXO N° 8
ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN EL PROGRAMA SAS 9.0, SPSS



ANALISIS ESTADISTICO EN EL PROGRAMA SAS
DISEÑO DBCA FACTORIAL 4*8

PROGRAMA EN SAS

```
data lemna;
options nodate nocenter nonumber ls=90 ps=80;
title ' Diseño dbca factorial 2*8 ';
input metileno lemna lugar repeticion absorbancia;
cards;
1      1      1      1      0.034
2      1      1      1      0.065
3      1      1      1      0.094
.
.
.
proc PRINT;
run;
proc ANOVA ;
class metileno lemna lugar;
model absorbancia = lugar metileno lemna metileno*lemna;
means lugar metileno lemna metileno*lemna/duncan tukey;
run;
```

RESULTADOS EN SAS

Obs	metileno	lemna	lugar	repeticion	absorbancia
1	1	1	1	1	0.034
2	2	1	1	1	0.065
3	3	1	1	1	0.094
4	4	1	1	1	0.169
5	5	1	1	1	0.092
6	6	1	1	1	0.415
7	7	1	1	1	0.679
8	8	1	1	1	0.632
9	1	1	1	2	0.031
10	2	1	1	2	0.058
11	3	1	1	2	0.080
12	4	1	1	2	0.119
13	5	1	1	2	0.142
14	6	1	1	2	0.424
15	7	1	1	2	0.563
16	8	1	1	2	0.618
17	1	1	2	1	0.038
18	2	1	2	1	0.120
19	3	1	2	1	0.130
20	4	1	2	1	0.160
21	5	1	2	1	0.240
22	6	1	2	1	0.429
23	7	1	2	1	0.565
24	8	1	2	1	0.516
25	1	1	2	2	0.062
26	2	1	2	2	0.101
27	3	1	2	2	0.132
28	4	1	2	2	0.140
29	5	1	2	2	0.165
30	6	1	2	2	0.399
31	7	1	2	2	0.468
32	8	1	2	2	0.523
33	1	1	3	1	0.111
34	2	1	3	1	0.106
35	3	1	3	1	0.121
36	4	1	3	1	0.145

37	5	1	3	1	0.173
38	6	1	3	1	0.209
39	7	1	3	1	0.337
40	8	1	3	1	0.360
41	1	1	3	2	0.088
42	2	1	3	2	0.101
43	3	1	3	2	0.113
44	4	1	3	2	0.140
45	5	1	3	2	0.151
46	6	1	3	2	0.259
47	7	1	3	2	0.305
48	8	1	3	2	0.363
49	1	2	1	1	0.021
50	2	2	1	1	0.034
51	3	2	1	1	0.044
52	4	2	1	1	0.074
53	5	2	1	1	0.098
54	6	2	1	1	0.124
55	7	2	1	1	0.244
56	8	2	1	1	0.275
57	1	2	1	2	0.015
58	2	2	1	2	0.030
59	3	2	1	2	0.037
60	4	2	1	2	0.047
61	5	2	1	2	0.065
62	6	2	1	2	0.169
63	7	2	1	2	0.205
64	8	2	1	2	0.257
65	1	2	2	1	0.019
66	2	2	2	1	0.033
67	3	2	2	1	0.045
68	4	2	2	1	0.076
69	5	2	2	1	0.090
70	6	2	2	1	0.116
71	7	2	2	1	0.200
72	8	2	2	1	0.195
73	1	2	2	2	0.014
74	2	2	2	2	0.028
75	3	2	2	2	0.037
76	4	2	2	2	0.045
77	5	2	2	2	0.058
78	6	2	2	2	0.165
79	7	2	2	2	0.167
80	8	2	2	2	0.199
81	1	2	3	1	0.037
82	2	2	3	1	0.049
83	3	2	3	1	0.059
84	4	2	3	1	0.092
85	5	2	3	1	0.137
86	6	2	3	1	0.178
87	7	2	3	1	0.268
88	8	2	3	1	0.203
89	1	2	3	2	0.032
90	2	2	3	2	0.061
91	3	2	3	2	0.076
92	4	2	3	2	0.132
93	5	2	3	2	0.142
94	6	2	3	2	0.241
95	7	2	3	2	0.245

96	8	2	3	2	0.217
97	1	3	1	1	0.025
98	2	3	1	1	0.043
99	3	3	1	1	0.056
100	4	3	1	1	0.092
101	5	3	1	1	0.141
102	6	3	1	1	0.174
103	7	3	1	1	0.278
104	8	3	1	1	0.251
105	1	3	1	2	0.019
106	2	3	1	2	0.038
107	3	3	1	2	0.049
108	4	3	1	2	0.062
109	5	3	1	2	0.142
110	6	3	1	2	0.266
111	7	3	1	2	0.268
112	8	3	1	2	0.313
113	1	3	2	1	0.028
114	2	3	2	1	0.049
115	3	3	2	1	0.059
116	4	3	2	1	0.090
117	5	3	2	1	0.128
118	6	3	2	1	0.174
119	7	3	2	1	0.273
120	8	3	2	1	0.220
121	1	3	2	2	0.020
122	2	3	2	2	0.042
123	3	3	2	2	0.051
124	4	3	2	2	0.073
125	5	3	2	2	0.095
126	6	3	2	2	0.216
127	7	3	2	2	0.233
128	8	3	2	2	0.236
129	1	3	3	1	0.037
130	2	3	3	1	0.052
131	3	3	3	1	0.082
132	4	3	3	1	0.161
133	5	3	3	1	0.189
134	6	3	3	1	0.220
135	7	3	3	1	0.315
136	8	3	3	1	0.264
137	1	3	3	2	0.023
138	2	3	3	2	0.044
139	3	3	3	2	0.054
140	4	3	3	2	0.082
141	5	3	3	2	0.141
142	6	3	3	2	0.266
143	7	3	3	2	0.268
144	8	3	3	2	0.302
145	1	4	1	1	0.025
146	2	4	1	1	0.043
147	3	4	1	1	0.055
148	4	4	1	1	0.095
149	5	4	1	1	0.117
150	6	4	1	1	0.179
151	7	4	1	1	0.290
152	8	4	1	1	0.332
153	1	4	1	2	0.023
154	2	4	1	2	0.040

155	3	4	1	2	0.047
156	4	4	1	2	0.063
157	5	4	1	2	0.081
158	6	4	1	2	0.215
159	7	4	1	2	0.237
160	8	4	1	2	0.269
161	1	4	2	1	0.026
162	2	4	2	1	0.044
163	3	4	2	1	0.059
164	4	4	2	1	0.093
165	5	4	2	1	0.122
166	6	4	2	1	0.175
167	7	4	2	1	0.268
168	8	4	2	1	0.224
169	1	4	2	2	0.022
170	2	4	2	2	0.041
171	3	4	2	2	0.053
172	4	4	2	2	0.065
173	5	4	2	2	0.088
174	6	4	2	2	0.209
175	7	4	2	2	0.225
176	8	4	2	2	0.223
177	1	4	3	1	0.030
178	2	4	3	1	0.044
179	3	4	3	1	0.055
180	4	4	3	1	0.093
181	5	4	3	1	0.119
182	6	4	3	1	0.147
183	7	4	3	1	0.257
184	8	4	3	1	0.216
185	1	4	3	2	0.021
186	2	4	3	2	0.038
187	3	4	3	2	0.049
188	4	4	3	2	0.064
189	5	4	3	2	0.091
190	6	4	3	2	0.197
191	7	4	3	2	0.223
192	8	4	3	2	0.224

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
metileno	8	1 2 3 4 5 6 7 8
lemná	4	1 2 3 4
lugar	3	1 2 3

Número de observaciones 192

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: absorbancia

Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	34	2.92085514	0.08590750	41.63	<.0001
Error	157	0.32396878	0.00206350		
Total correcto	191	3.24482392			
R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	absorbancia Media		
0.900158	29.56521	0.045426	0.153646		

Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
repeticion	1	0.00350208	0.00350208	1.70	0.1946

lugar	2	0.00472114	0.00236057	1.14	0.3212
metileno	7	2.15012958	0.30716137	148.85	<.0001
lemnna	3	0.48732129	0.16244043	78.72	<.0001
metileno*lemnna	21	0.27518104	0.01310386	6.35	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	la media	Cuadrado de F-Valor	Pr > F
repeticion	1	0.00350208	0.00350208	1.70	0.1946
lugar	2	0.00472114	0.00236057	1.14	0.3212
metileno	7	2.15012958	0.30716137	148.85	<.0001
lemnna	3	0.48732129	0.16244043	78.72	<.0001
metileno*lemnna	21	0.27518104	0.01310386	6.35	<.0001

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA (LUGARES)

NOTA: Este test controla el índice error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Número de medias 2 3

Rango crítico .01590 .01673

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO DUNCAN

	Media	N	lugar
A	0.160656	64	HUAJJE
A	0.150297	64	TERMINAL TERRESTRE
A	0.149984	64	BAHIA INTERIOR

PRUEBA DE TUKEY PARA LA ABSORBANCIA (LUGARES)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Valor crítico del rango estudentizado 3.34610

Diferencia significativa mínima 0.019

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO TUKEY

	Media	N	lugar
A	0.160656	64	HUAJJE
A	0.150297	64	TERMINAL TERRESTRE
A	0.149984	64	BAHIA INTERIOR

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA (CONCENTRACIONES DE AZUL METILENO)

NOTA: Este test controla el índice error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Número de medias 2 3 4 5 6 7 8

Rango crítico .02596 .02732 .02823 .02890 .02942 .02984 .03019

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO DUNCAN

	Media	N	Concentración de Azul Metileno (mg/ml)
A	0.30967	24	2.5
A	0.30754	24	2.0
B	0.23192	24	1.5
C	0.12529	24	1.0
D	0.09883	24	0.5
E	0.06821	24	0.3
F E	0.05433	24	0.2
F	0.03338	24	0.1

PRUEBA DE TUKEY PARA LA ABSORBANCIA (CONCENTRACIONES DE AZUL METILENO)

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Valor crítico del rango estudentizado 4.34445

Diferencia significativa mínima 0.0404

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO TUKEY

	Media	N	Concentración de Azul Metileno (mg/ml)
A	0.30967	24	2.5
A	0.30754	24	2.0
B	0.23192	24	1.5
C	0.12529	24	1.0
D C	0.09883	24	0.5
D E	0.06821	24	0.3
E	0.05433	24	0.2
E	0.03338	24	0.1

PRUEBA DE DUNCAN PARA LA ABSORBANCIA (CONCENTRACIONES DE LEMNA CON CLORURO DE ZINC)

NOTA: Este test controla el índice error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Número de medias 2 3 4

Rango crítico .01835 .01932 .01996

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO DUNCAN

	Media	N	Lemna
A	0.239271	48	1g Lemna - 0.5g Cloruro de Zinc
B	0.139667	48	1g Lemna - 1.5g Cloruro de Zinc
C B	0.123250	48	1g Lemna - 2.0g Cloruro de Zinc
C	0.112396	48	1g Lemna - 1.0g Cloruro de Zinc

PRUEBA DE TUKEY PARA LA ABSORBANCIA (CONCENTRACIONES DE LEMNA CON CLORURO DE ZINC)

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para absorvancia

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa 0.05

Error de grados de libertad 158

Error de cuadrado medio 0.002073

Valor crítico del rango estudentizado 3.67214
Diferencia significativa mínima 0.0241
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

AGRUPAMIENTO TUKEY

	Media	N	Lemna
A	0.239271	48	1g Lemna - 0.5g Cloruro de Zinc
B	0.139667	48	1g Lemna - 1.5g Cloruro de Zinc
C	0.123250	48	1g Lemna - 2.0g Cloruro de Zinc
C	0.112396	48	1g Lemna - 1.0g Cloruro de Zinc

PROMEDIOS Y DESVIACIONES ESTANDAR POR INTERACCION METILENO*LEMNA

Nivel de Concentración De azul Metileno ----- (mg/ml) std	Nivel de Lemna	N	Media	Dev
0.1	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.06066667	
0.03282479				
0.1	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.02300000	
0.00940213				
0.1	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.02533333	
0.00659293				
0.1	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.02450000	
0.00327109				
0.2	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.09183333	
0.02460420				
0.2	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.03916667	
0.01301409				
0.2	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.04466667	
0.00504645				
0.2	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.04166667	
0.00242212				
0.3	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.11166667	
0.02075251				
0.3	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.04966667	
0.01520088				
0.3	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.05850000	
0.01204575				
0.3	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.05300000	
0.00438178				
0.5	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.14550000	
0.01746711				
0.5	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.07766667	
0.03219110				
0.5	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.09333333	
0.03497237				
0.5	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.07883333	
0.01627780				
1.0	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.16050000	
0.04821099				
1.0	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.09833333	
0.03524013				

1.0 0.03024346	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.13933333
1.0 0.01825377	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.10300000
1.5 0.09622976	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.35583333
1.5 0.04481406	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.16550000
1.5 0.04117604	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.21933333
1.5 0.02520317	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.18700000
2.0 0.14470994	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.48616667
2.0 0.03721693	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.22150000
2.0 0.02622022	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.27250000
2.0 0.02644239	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.25000000
2.5 0.11872489	1g Lemna - 0.5g ZnCl ₂	6	0.50200000
2.5 0.03360159	1g Lemna - 1.0g ZnCl ₂	6	0.22433333
2.5 0.03669696	1g Lemna - 1.5g ZnCl ₂	6	0.26433333
2.5 0.04538282	1g Lemna - 2.0g ZnCl ₂	6	0.24800000

GRAFICOS: INTERACCION DE FACTORES POR LUGAR DE OBTENCION DE MUESTRA

Gráfico de Promedios de absorvancia (nm) por concentración de Lemna s.p. - Cloruro de Zinc

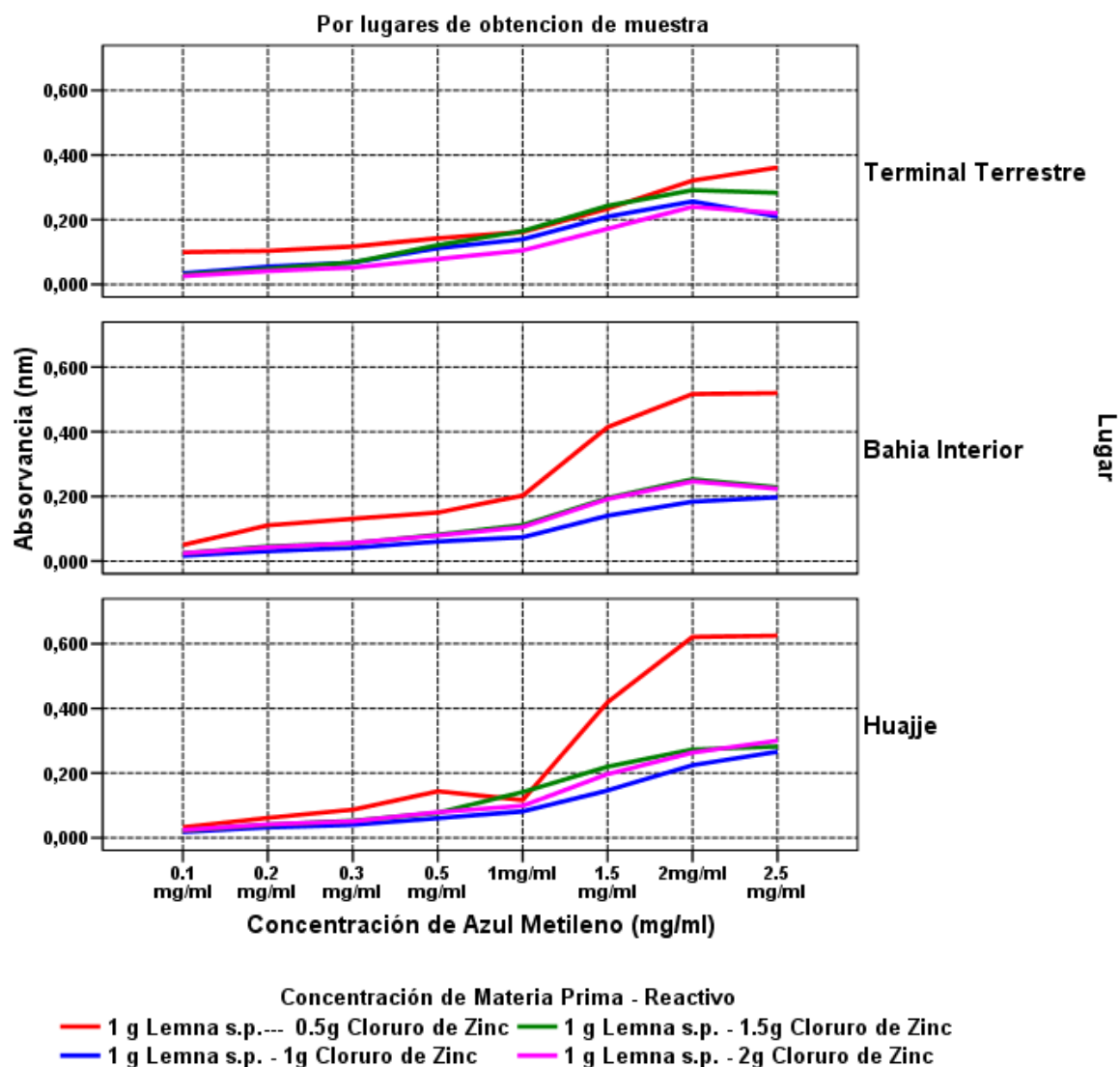
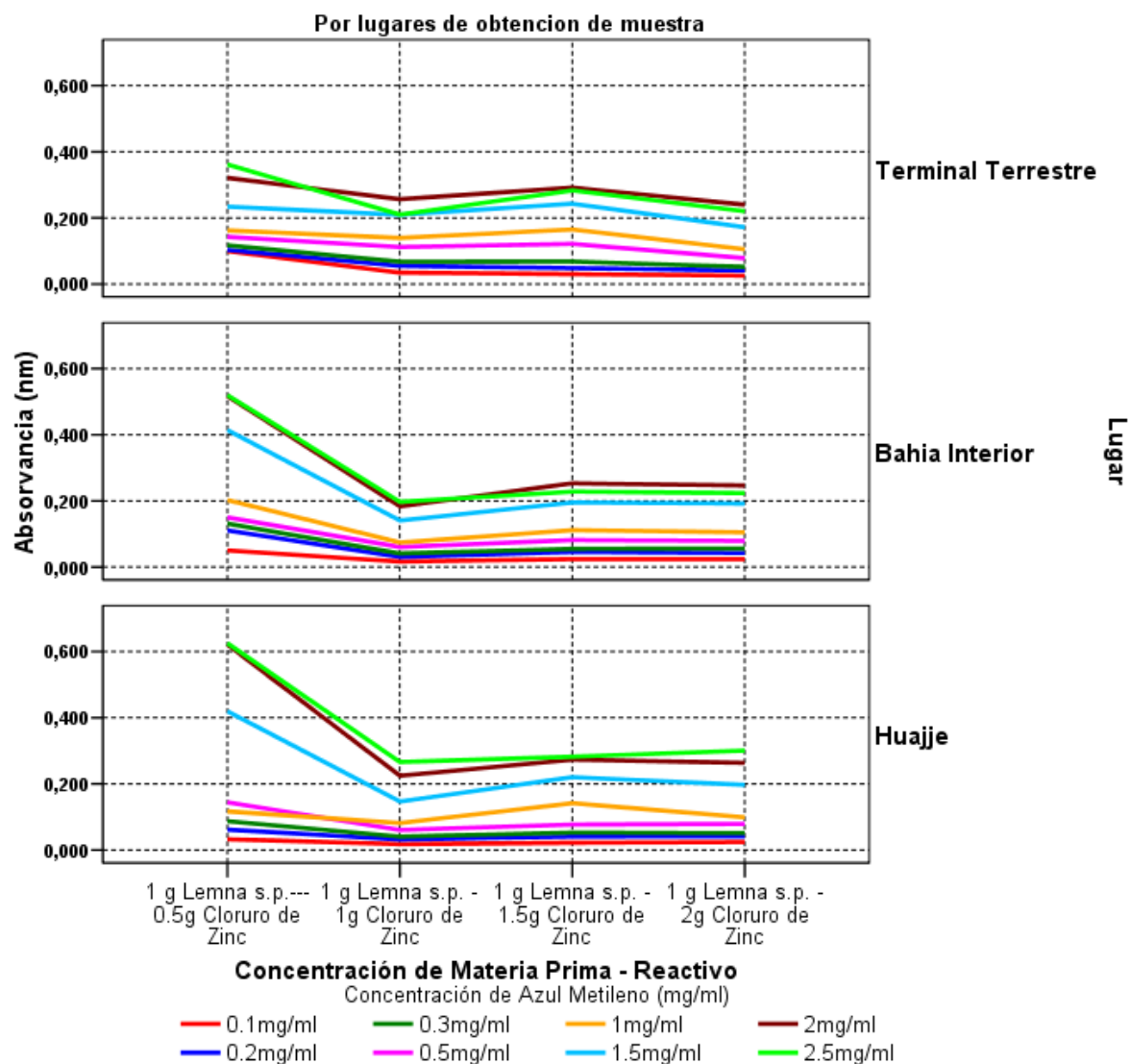


Gráfico de Promedios de absorvancia (nm) por Concentración de Azul Metileno (mg/ml)



ANEXO N° 9
PRINCIPALES APLICACIONES DEL CARBÓN CALGON

ANEXO N° 09

Cuatro buenas razones para comprar productos de Calgon

- Disponibilidad - Cinco plantas productoras repartidas alrededor del mundo (dos en los Estados Unidos y tres en Europa) producen más de 70 mil toneladas al año, asegurando una capacidad de producción ininterrumpida.

- Eficiencia - Más de 50 variedades de productos de carbón activado en forma de polvo, granula pelletizado se fabrican de grados seleccionados de carbón, cáscara de coco y madera.

Esto permite selección más eficiente y económica para la purificación, separación, concentración, decoloración del producto y catálisis.

PRODUCTOS		TRATAMIENTO DE AGUA	TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZACIÓN DE AGUA	PURIFICACIÓN DE AGUA	DESODORIZ
-----------	--	---------------------	------------------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	-----------

ANEXO N° 10
FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



Foto N°01 Cosecha de *lemna sp.* en la Bahía Interior (1995).



Foto N°02 *lemna sp.* de la zona de Terminal Terrestre.



Foto N° 03 Naturaleza muerta, en un manto de *lemna sp.* Zona Huajje



Foto N° 04 *lemna sp.*, con su gran capacidad de crecimiento



Foto N° 05 Presencia de *lemna sp.* en la zona Terminal Terrestre



Foto N°06 *lemna sp.* zona Bahía Interior

