

## **ANEXOS**

**ANEXO A****MATERIALES Y REACTIVOS UTILIZADOS.**

Durante la elaboración del presente proyecto se utilizaron los siguientes materiales y reactivos:

**Tabla A-1: Materiales Utilizados.**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Vasos Precipitados de 100 ml	5
Bureta	1
Soporte Universal	1
Espátula	2
Pipeta de 50 ml	1
Pipeta de 25 ml	1
Pipeta de 10 ml	1
Pipeta de 5 ml	1
Erlenmeyer de 250 ml	2
Varilla de Vidrio	2
Filtro de Membranas	1
Papel Filtro	30 piezas circulares de 3 cm de Diámetro
Matraz Aforado de 500 ml	2
Vidrio de Reloj	1
Crisoles de 100 ml	12

Fuente: Elaboración Propia. 2016

**Tabla B-2: Reactivos Utilizados.**

<b>Reactivo</b>	<b>Cantidad</b>
Ácido Fosfórico 85% (Alimenticio)	2 l
Cloruro de Calcio 99% (Técnico)	1 Kg
Solución de Iodo 0.1 N	2.5 l
Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 N	2.5 l
Azul de Metileno	2.5 gr
Ácido Clorhídrico 5%	1 l
Ácido Clorhídrico 2 N	1 l
Ácido Acético 0.25%	1 l
Hidróxido de Sodio 95%	15 gr
Almidón	50 gr
Agua Destilada	2 l

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

## ANEXO B

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.

#### Molino de Rodillos.

- Molino de Fabricación Artesanal.
- Motor de 1 HP.

#### Zaranda o Tamiz.

- Marca ORTO-ARLESA.
- Potencia: 800 W
- Juego de tamices de 5; 4; 2; 1; 0,5; 0,25; 0,063 milímetros y bandeja de recepción de muestra.
- Diseñado y regido por Norma Española.

**Figura C-1: Tamiz ORTO-ARLESA.**



Fuente: Elaboración Propia- 2016.

**Balanza de Humedad.**

- Marca SARTORIUS
- Modelo: MA 100
- Rango de Temperatura 30-200 °C.
- Capacidad de pesada: 100 g.
- Consumo Eléctrico: 700 VA

**Estufa Eléctrica.**

- Marca: SELECTA.
- Rango de Temperatura: 30-250 °C
- Potencia: 2 KWh

**Mufla Eléctrica.**

- Marca: SELECTA.
- Rango de Temperatura: 30-1100 °C.
- Potencia: 1100 °C

**FIGURA C-2: Mufla Eléctrica SELECTA.**

Fuente: Elaboración Propia.

## **ANEXO C**

### **PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD.**

El análisis de humedad de la materia prima fue realizado en una balanza de humedad y secador de infrarrojos de marca Sartorius.

El procedimiento del análisis de humedad fue el siguiente:

- Se encendió el secador, luego se taró el platillo receptor de muestras del equipo.
- Se colocó la materia prima a analizar en el platillo receptor, aproximadamente entre 1 a 5 gramos de muestra.
- Se programó el análisis a una temperatura de 105°C y el secado hasta peso constante.
- Una vez finalizado el análisis se procedió a anotar el dato requerido.

## **ANEXO D**

### **PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE IODO.**

El procedimiento del análisis se encuentra de acuerdo a la norma AWWA B 600-78 de la American Water Works Association (Concilio Europeo de Manufactores Químicos, 1986) y su equivalente la norma ASTM D4607-94.

El procedimiento general del análisis es el siguiente:

- Dependiendo de la actividad del carbón, pesar el carbón seco, transferir la muestra pesada a un Erlenmeyer de 250 ml.
- Pipetear 10 ml de HCl al 5% y agitar hasta que el carbón esté humedecido.
- Llevar el frasco a una superficie caliente y hervir por 30 segundos exactamente.
- Dejar enfriar el frasco a temperatura ambiente y luego pipetear 100 ml de Solución de Iodo 0,10 N.
- Tapar el frasco y agitar vigorosamente por 30 segundos y filtrar inmediatamente después por gravedad en un papel filtro.
- Descartar los primeros 20 a 30 ml de solución filtrada y recolectar el resto en un frasco limpio.
- Mezclar con una varilla de vidrio y pipetear 50 ml en un Erlenmeyer de 250 ml.
- Titular la muestra con una solución Tiosulfato de Sodio de 0,10 N hasta que el color amarillo haya desaparecido, agregar 1 ml de solución de almidón y titular hasta que el color azul haya desaparecido, anotar el volumen de la solución utilizada.

## **ANEXO E**

### **PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE AZUL DE METILENO.**

El método de análisis del número azul de metileno se realizó de acuerdo a los procedimientos establecidos por el compendio de métodos de test para el carbón activado del concilio europeo de federaciones de manufactureros químicos y la norma técnica colombiana NTC-4467 (Concilio Europeo de Manufactores Químicos, 1986).

Para los análisis de azul de metileno se realizó el siguiente procedimiento:

- Preparar una solución de azul de metileno de 1.2 g/l.
- Diluir 5 ml de la solución madre de azul de metileno en una solución de 0.25% (V/V) de ácido acético hasta enrazar a 1 litro y medir la absorbancia de la solución con una longitud de onda de 620 nm. El valor de la absorbancia debe ser de  $0.840 \pm 0.01$ .
- Corregir la concentración de la solución de azul de metileno agregando agua y azul de metileno hasta que el valor de la absorbancia de la solución prueba sea igual a  $0.840 \pm 0.01$ .
- Pesar 0.1 gramos de carbón activado y poner en contacto con 5 ml de la solución de azul de metileno y agitar durante 5 minutos hasta que se decolore.
- Agregar 1 ml de la solución y agitar durante 5 minutos hasta que la solución se decolore. Se debe agregar de mililitro en mililitro de la solución hasta que el carbón deje de decolorar.

## ANEXO F

## VALORES DE LAS CORRIENTES DEL BALANCE DE LA ACTIVACIÓN QUÍMICA CON ÁCIDO FOSFÓRICO.

En las siguientes tablas se detallan los valores de masa en gramos de las corrientes del balance de materia general del proceso de Activación Química de Carbón de Leña de Quebracho Colorado de Villamontes.

**Tabla F-1: Muestras a 400° C con Ácido Fosfórico.**

Réplica	Carbón (A)	H3PO4 (B)	Mezcla (C)	Volátiles y H2O (D)	Mezcla Impregnada (E)	Volátiles y otros (F)	Carbón Activado (G)	Impurezas (H)	Carbón Activado o Limpio (I)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>									
1	17.017	20.044	37.061	3.305	33.756	9.837	23.919	8.247	15.672
2	17.064	20.068	37.132	3.498	33.634	8.48	25.154	9.411	15.743
3	17.001	20.076	37.077	2.855	34.222	9.728	24.494	9.075	15.419
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>									
1	17.066	30.078	47.144	3.345	43.799	13.457	30.342	13.865	16.477
2	17.069	30.058	47.127	3.366	43.761	13.94	29.821	13.347	16.474
3	17.085	30.007	47.092	3.471	43.621	13.892	29.729	13.183	16.546
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>									
1	17.035	40.013	57.048	2.842	54.206	14.175	40.031	23.285	16.746
2	17.021	40.041	57.062	3.085	53.977	16.407	37.57	20.621	16.949
3	17.056	40.065	57.121	3.258	53.863	16.654	37.209	20.372	16.837

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

**Tabla F-2: Muestras a 600° C con Ácido Fosfórico.**

Réplica	Carbón (A)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (B)	Mezcla (C)	Volátiles y H <sub>2</sub> O (D)	Mezcla Impregnada (E)	Volátiles y otros (F)	Carbón Activado (G)	Impurezas (H)	Carbón Activado Limpio (I)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>									
1	17.079	20.091	37.17	3.429	33.741	16.809	16.932	3.057	13.875
2	17.007	20.034	37.041	3.285	33.756	16.738	17.018	3.406	13.612
3	17.056	20.098	37.154	3.429	33.725	16.254	17.471	3.506	13.965
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>									
1	17.099	30.194	47.293	3.409	43.884	21.564	22.32	8.169	14.151
2	17.067	30.012	47.079	3.048	44.031	20.976	23.055	8.746	14.309
3	17.022	30.007	47.029	3.456	43.573	20.408	23.165	8.596	14.569
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>									
1	17.063	40.142	57.205	3.345	53.86	25.125	28.735	13.203	15.532
2	17.002	40.004	57.006	3.137	53.869	25.729	28.14	12.701	15.439
3	17.048	40.061	57.109	3.096	54.013	24.878	29.135	13.793	15.342

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

**Tabla F-3: Muestras a 800° C con Ácido Fosfórico.**

Réplica	Carbón (A)	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (B)	Mezcla (C)	Volátiles y H <sub>2</sub> O (D)	Mezcla Impregnada (E)	Volátiles y otros (F)	Carbón Activado (G)	Impurezas (H)	Carbón Activado Limpio (I)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>									
1	17.04	20.094	37.134	3.065	34.069	29.254	4.815	-	-
2	17.06	20.092	37.152	3.438	33.714	33.714	-	-	-
3	17.049	20.034	37.083	3.258	33.825	29.986	3.839	-	-
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>									
1	17.042	30.149	47.191	2.963	44.228	40.197	-	-	-
2	17.064	30.049	47.113	3.503	43.61	38.143	-	-	-
3	17.043	30.015	47.058	3.314	43.744	38.981	-	-	-

<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>									
1	40.116	57.187	3.541	53.646	47.891	5.755	-	-	-
2	40.028	57.073	3.171	53.902	50.377	50.377	-	-	-
3	40.003	57.035	2.933	54.102	49.242	4.86	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

## ANEXO G

## VALORES DE LAS CORRIENTES DEL BALANCE DE LA ACTIVACIÓN QUÍMICA CON CLORURO DE CALCIO.

En las siguientes tablas se detallan los valores de masa en gramos de las corrientes del balance de materia general del proceso de Activación Química de Carbón de Leña de Quebracho Colorado de Villamontes.

**Tabla G-1: Muestras a 400° C con Cloruro de Calcio.**

Repetic ión	Carbón (A)	CaCL <sub>2</sub> (B)	Agua (C)	Mezcla (D)	Volátiles y H <sub>2</sub> O (E)	Mezcla Impreg nada (F)	Volátiles y otros (G)	Carbón Activad o (H)	Impure zas (I)	Carbón Activad o Limpio (J)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>										
1	17.042	17.084	40.009	74.135	31.166	42.969	14.91	28.059	16.224	11.835
2	17.029	17.031	40.037	74.097	29.145	44.952	17.233	27.719	15.924	11.795
3	17.049	17.019	40.051	74.119	29.276	44.843	16.698	28.145	16.134	12.011
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>										
1	17.031	25.511	40.06	82.602	27.823	54.779	18.96	35.819	24.505	11.314
2	17.074	25.53	40.066	82.67	25.529	57.141	23.214	33.927	22.472	11.455
3	17.035	25.546	40.054	82.635	25.453	57.182	21.467	35.715	24.389	11.326
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>										
1	17.061	34.043	40.026	91.13	19.244	71.886	28.579	43.307	32.471	10.836
2	17.053	34.051	40.058	91.162	19.657	71.505	28.441	43.064	32.316	10.748
3	17.086	34.043	40.056	91.185	20.986	70.199	28.859	41.34	30.592	10.748

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

**Tabla G-2: Muestras a 600° C con Cloruro de Calcio.**

Repetic ión	Carbón (A)	CaCL <sub>2</sub> (B)	Agua (C)	Mezcla (D)	Volátiles y H <sub>2</sub> O (E)	Mezcla Impreg nada (F)	Volátiles y otros (G)	Carbón Activad o (H)	Impure zas (I)	Carbón Activad o Limpio (J)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>										
1	17.083	17.060	40.093	74.236	32.088	42.148	-	-	-	-
2	17.021	17.012	40.089	74.122	32.257	41.865	-	-	-	-
3	17.058	17.017	40.026	74.101	33.427	40.674	-	-	-	-
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>										
1	17.011	25.54	40.044	82.595	25.796	56.799	-	-	-	-
2	17.021	25.546	40.083	82.65	27.267	55.383	-	-	-	-
3	17.101	25.558	40.02	82.679	26.689	55.99	-	-	-	-
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>										
1	17.041	34.061	40.082	91.184	21.638	69.546	-	-	-	-
2	17.003	34.019	40.089	91.111	18.867	72.244	-	-	-	-
3	17.039	34.097	40.036	91.172	19.824	71.348	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

**Tabla G-3: Muestras a 800° C con Cloruro de Calcio.**

Repetic ión	Carbón (A)	CaCL <sub>2</sub> (B)	Agua (C)	Mezcla (D)	Volátiles y H <sub>2</sub> O (E)	Mezcla Impreg nada (F)	Volátiles y otros (G)	Carbón Activad o (H)	Impure zas (I)	Carbón Activad o Limpio (J)
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1</b>										
1	17.03	17.002	40.024	74.056	33.352	40.704	-	-	-	-
2	17.034	17.029	40.014	74.077	33.615	40.462	-	-	-	-
3	17.057	17.042	40.056	74.16	29.866	44.294	-	-	-	-
<b>Relación M.P./Reactivo: 1/1.5</b>										
1	17.105	25.582	40.061	82.748	30.402	52.346	-	-	-	-
2	17.095	25.57	40.042	82.707	27.738	54.969	-	-	-	-
3	17.096	25.546	40.024	82.698	27.854	54.844	-	-	-	-

<b>Relación M.P./Reactivo: 1/2</b>										
1	17.043	34.006	40.027	91.076	21.108	69.968	-	-	-	-
2	17.054	34.025	40.061	91.121	18.404	72.717	-	-	-	-
3	17.033	34.048	40.025	91.105	21.6	69.505	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia. 2016.

## ANEXO H

**TABLA DEL FACTOR A PARA LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE IODO**

## CORRECTION FACTOR FOR IODINE ADSORPTION

Residual filtrate Normality	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.0080	1.1625	1.1613	1.1600	1.1575	1.1550	1.1533	1.1513	1.1500	1.1475	1.1463
0.0090	1.1438	1.1425	1.1400	1.1375	1.1363	1.1350	1.1325	1.1300	1.1288	1.1275
0.0100	1.1250	1.1238	1.1225	1.1213	1.1200	1.1175	1.1163	1.1150	1.1138	1.1113
0.0110	1.1100	1.1088	1.1075	1.1063	1.1038	1.1025	1.1000	1.0988	1.0975	1.0963
0.0120	1.0950	1.0938	1.0925	1.0900	1.0888	1.0875	1.0863	1.0850	1.0838	1.0825
0.0130	1.0800	1.0788	1.0775	1.0763	1.0750	1.0738	1.0725	1.0713	1.0700	1.0688
0.0140	1.0675	1.0663	1.0650	1.0625	1.0613	1.0600	1.0583	1.0575	1.0563	1.0550
0.0150	1.0538	1.0525	1.0513	1.0500	1.0488	1.0475	1.0463	1.0450	1.0438	1.0425
0.0160	1.0413	1.0400	1.0388	1.0375	1.0375	1.0363	1.0350	1.0333	1.0325	1.0313
0.0170	1.0300	1.0288	1.0275	1.0263	1.0250	1.0245	1.0238	1.0225	1.0208	1.0200
0.0180	1.0200	1.0188	1.0175	1.0163	1.0150	1.0144	1.0138	1.0125	1.0125	1.0113
0.0190	1.0100	1.0088	1.0075	1.0075	1.0063	1.0050	1.0050	1.0038	1.0025	1.0025
0.0200	1.0013	1.0000	1.0000	0.9988	0.9975	0.9975	0.9963	0.9950	0.9950	0.9938
0.0210	0.9938	0.9925	0.9925	0.9913	0.9900	0.9900	0.9888	0.9875	0.9875	0.9863
0.0220	0.9863	0.9850	0.9850	0.9838	0.9825	0.9825	0.9813	0.9813	0.9800	0.9788
0.0230	0.9788	0.9775	0.9775	0.9763	0.9763	0.9750	0.9750	0.9738	0.9738	0.9725
0.0240	0.9725	0.9708	0.9700	0.9700	0.9688	0.9688	0.9675	0.9675	0.9663	0.9663
0.0250	0.9650	0.9650	0.9638	0.9638	0.9625	0.9625	0.9613	0.9613	0.9606	0.9600
0.0260	0.9600	0.9588	0.9588	0.9575	0.9575	0.9563	0.9563	0.9550	0.9550	0.9538
0.0270	0.9538	0.9525	0.9525	0.9519	0.9513	0.9513	0.9506	0.9500	0.9500	0.9488
0.0280	0.9488	0.9475	0.9475	0.9463	0.9463	0.9463	0.9450	0.9450	0.9438	0.9438
0.0290	0.9425	0.9425	0.9425	0.9413	0.9413	0.9400	0.9400	0.9394	0.9388	0.9388
0.0300	0.9375	0.9375	0.9375	0.9363	0.9363	0.9363	0.9363	0.9350	0.9350	0.9346
0.0310	0.9333	0.9333	0.9325	0.9325	0.9325	0.9319	0.9313	0.9313	0.9300	0.9300
0.0320	0.9300	0.9294	0.9288	0.9288	0.9280	0.9275	0.9275	0.9275	0.9270	0.9270
0.0330	0.9263	0.9263	0.9257	0.9250	0.9250					

Reprinted from B 600-78 — *AWWA Standard for activated carbon*, by permission.  
Copyright © 1978, the American Water Works Association.

Fuente: Test Methods For Activated Carbon. 1986

## **ANEXO I**

### **TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL.**

Para el test de análisis sensorial se utiliza la escala hedónica, que es un método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana.

Para el test los jueces catadores llenaron la siguiente tabla con el puntaje asignado a cada una de las muestras. En el test no fue revelado con cuál de los carbones fueron filtradas las muestras para que la evaluación sea más objetiva

**Tabla I-1: Hoja de Calificación del Test Sensorial.**

<b>Muestra</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Color</b>
<b>1</b>			
<b>2</b>			
<b>3</b>			
<b>4</b>			

Fuente: Elaboración Propia. 2016.