

**UNION TEMPORAL
ANÁLISIS AMBIENTAL LTDA. - PROINSA LTDA.**

41' 133.817

**ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTIAGO DE CALI
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
DAGMA**



SEGUNDO INFORME

COPIA

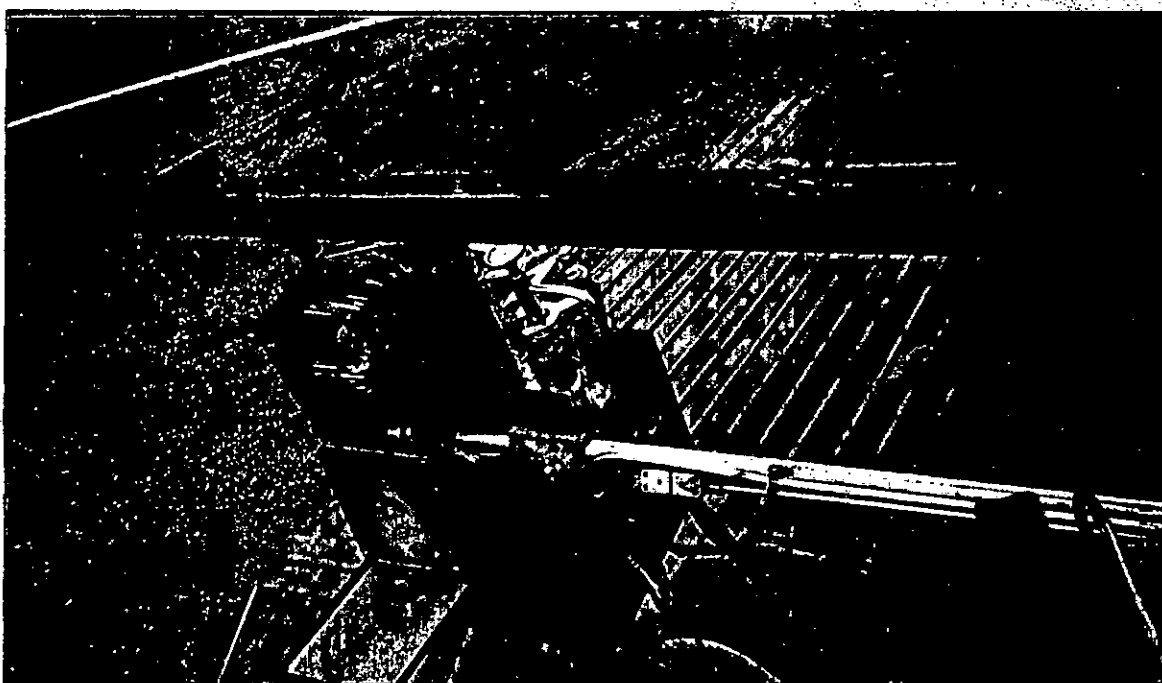
CONTRATO SCA-003-98

**OPERATIVOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS GENERADAS POR
FUENTES FIJAS (CHIMENEAS) EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE
SANTIAGO DE CALI**

MAYO 31 DE 1999

**UNION TEMPORAL
ANÁLISIS AMBIENTAL LTDA. - PROINSA LTDA.**

**ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTIAGO DE CALI
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
DAGMA**



SEGUNDO INFORME

CONTRATO SCA-003-98
**OPERATIVOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS GENERADAS POR
FUENTES FIJAS (CHIMENEAS) EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE
SANTIAGO DE CALI**

MAYO 31 DE 1999

**OPERATIVOS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS GENERADAS
POR FUENTES FIJAS (CHIMENEAS)
EN EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI
SEGUNDO INFORME
JUNIO DE 1999**

CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO	4
1.1 PRESENTACION	4
1.2 OPERATIVOS REALIZADOS	4
1.3 RESULTADOS	4
1.4 ANALISIS DE RESULTADOS	6
1.4.1 DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS	6
1.4.2 DE LA ADECUACIÓN DE SITIOS DE MUESTREO	6
1.5 RECOMENDACIONES	7
1.5.1 PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL	7
1.5.2 PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	9
2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA	11
2.1 OBJETIVOS	11
2.2 METODOLOGIA	12
2.2.1 ACTIVIDADES PREVIAS	12
2.2.2 MUESTREO DE FUENTES FIJAS PUNTUALES	12
2.2.3 MUESTREO DE FUENTES FIJAS DIFUSAS	17
2.2.4 ANÁLISIS DE LABORATORIO	18
2.2.5 EJEMPLO DE CÁLCULO	20
INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	20

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	21
<u>3. ESTADO DE LA CONSULTORIA</u>	<u>25</u>
3.1 ACTIVIDADES REALIZADAS	25
3.2 ACTIVIDADES PROGRAMADAS	26
<u>4. RESULTADOS DE LOS OPERATIVOS</u>	<u>27</u>
4.1 ALIMENTOS DEL VALLE LTDA.	28
4.2 LABORATORIOS BAXTER S.A.	40
4.3 BRITILANA BENREY S.A.	53
4.4 CLÍNICA SEBASTIÁN DE BELARCÁZAR - COLSANITAS S.A.	65
4.5 DERIVADOS INDUSTRIALES DEL VALLE	77
4.6 HOTEL INTERCONTINENTAL	98
4.7 CARTONES AMÉRICA. CAME LITOFÁN	111
4.8 VARELA S.A.	131
4.9 RICA RONDO S.A.	142
4.10 CLÍNICA RAFAEL URIBE	165
4.11 LABORATORIO JGB	177
4.12 INVERSIONES SAN DIEGO COLFIELTROS	189
4.13 LAVATEX	212
4.14 RECKITT & COLMAN COLOMBIA	224
4.15 COMPAÑÍA NACIONAL DE BRONCES	236
4.16 INDUSTRIAS DEL MAÍZ.	246

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1 :	Resultados operativos de monitoreo de fuentes fijas realizados	5
Tabla 2.1 :	Técnicas de laboratorio	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 :	Esquema para el acondicionamiento del sitio de muestreo e instalación de niples tomamuestras.	8
Figura 2.1 :	Metodología para la evaluación de emisiones atmosféricas	14
Figura 2.2 :	Esquema tren de muestreo de chimeneas	16

1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1 PRESENTACION

En cumplimiento del contrato SCA-03-98, la Unión Temporal ANALISIS AMBIENTAL LTDA PROINSA LTDA presenta el Segundo Informe de la Consultoría, el cual incluye los resultados de la evaluación de 20 fuentes de contaminación atmosférica y una propuesta para el tratamiento y aprovechamiento de los resultados de los operativos para el diagnóstico general de fuentes de contaminación atmosférica de origen industrial en la ciudad de Cali.

1.2 OPERATIVOS REALIZADOS

En el período comprendido entre el 14 de abril y el 21 de mayo, se han realizado operativos en las siguientes industrias :

- Rica Rondo S.A.
- Clínica Rafael Uribe Uribe.
- Laboratorio JGB.
- Inversiones San Diego Colfieltros.
- Lavatex.
- Reckitt & Colman Colombia S.A.
- Compañía Nacional de Bronces Ltda.
- Industrias del Maiz.
- Alimentos del Valle Ltda.
- Hotel Intercontinental. †
- Varela S.A.
- Laboratorios Baxter S.A.
- Derivados Industriales del Valle - Derivalle Ltda.
- Britilana Benrey S.A.
- Cartones América. Came Litofán S.A.
- Clínica Sebastián de Belarcázar-Colsanitas.

1.3 RESULTADOS

Los resultados de los operativos realizados hasta el momento se presentan en la Tabla 1.1

TABLA 1.1
PROCESOS OPERATIVOS DE MONITOREO DE FUENTES FIJAS REALIZADOS

RESULTADOS OPERATIVOS DE MONITOREO DE FUENTES FIJAS REALIZADOS							
INDUSTRIA	FUENTE	METODOLOGIA	RESULTADO			CUMPLIMIENTO DE NORMA	
			M.P. kg/ton	SO2 ppm	NOx ppm	EMISION	ALTURA
Alimentos del Valle Ltda.	Caldera Power Master	Muestreo isocinético	0.221	194	189	SI	SI
Laboratorios Baxter S.A.	Caldera 1 - Power Máster	Muestreo isocinético	2.36	281	331	SI	SI
Britilana Benrey S.A.	Caldera 2 - Power Master	Muestreo isocinético	2.25	182	233	SI	SI
Clinica Sebastián de Belarcázar	Caldera Colmaquinas	Muestreo isocinético	0.06	59	22	SI	SI
Derivados Industriales del Valle	Reactor	Bario Torin	SO ₂ : 3.703 Kg/Ton, Neblina Acida : 0.0763 Kg/Ton			SI	SI
Derivados Industriales del Valle	Molino	PST Hi-Vol	16.6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Hotel Intercontinental	Caldera Distral 150 psil	Muestreo isocinético	0.706	472	164	SI	SI
Cartones América. Came Litofán	Caldera 1 - Power Master	Muestreo isocinético	0.959	203	169	SI	SI
Cartones América. Came Litofán	Caldera 2 - Power Master	Muestreo isocinético	0.569	216	159	SI	SI
Varela S.A.	Caldera Distral - 700 HP	Muestreo isocinético	2.50	496	244	SI	SI
Rica Rondo S.A.	Caldera Distral	Muestreo isocinético	1.126	20.0	117.0	SI	SI
Rica Rondo S.A.	Caldera Colmáquinas	Muestreo isocinético	0.184	234.0	164.0	SI	SI
Clinica Rafael Uribe	Caldera Colmáquinas	Muestreo isocinético	*0.409	0.0	75.9	SI	SI
Laboratorio JGB	Caldera Continental	Muestreo isocinético	0.460	4.0	246.0	SI	SI
Inversiones San Diego Colfifltros	Caldera Trusville	Muestreo isocinético	**10.45	7.4	17.5	SI	SI
Inversiones San Diego Colfifltros	Caldera Continental	Muestreo isocinético	***4.8E-5	12.0	144.0	SI	SI
Lavatex	Caldera Power Máster	Muestreo isocinético	0.379	0.0	98.0	SI	SI
Reckitt & Colman Colombia	Caldera Distral	Muestreo isocinético	*0.128	0.7	14.0	SI	SI
Compañía Nacional de Bronces	Fundición	PST Hi-Vol	****453	N.A.	N.A.	N.A.	NO
Industrias del Maiz.	Caldera Foster Wheeler	Muestreo isocinético	0.0865	373.0	148.0	SI	SI

	Cadena Foster Wheeler	Muestreo de los materiales	Siglas
Industrias del Maiz.			
		Nitrogeno por millon, NA : No Aplica	

M.P.: Material particulado, SO_2 : Dioxido
 * Kg/ 10^6 KCal, *** kg/decena, **** Ug/m³

* Kg/10⁶ KCal, *** kg/decena,

1.4 ANALISIS DE RESULTADOS

1.4.1 Del cumplimiento de las normas

De acuerdo con los resultados parciales se pueden inferir los siguientes análisis :

El 100% de las empresas presentaron emisiones que cumplen con la norma vigente.

De las empresas evaluadas el 93.75% cumplen con la altura mínima exigida por el Decreto 02/82.

La mayoría de las fuentes evaluadas (80%) corresponden a quema de combustible líquido, para lo cual no existe norma específica en la legislación vigente, por esta razón el calificador de la emisión utilizado es el que la norma denomina "Otras Industrias", en donde el valor límite de la norma es directamente proporcional al aumento de la producción, lo que explica el alto porcentaje de fuentes que cumplen con la norma.

1.4.2 De la adecuación de sitios de muestreo

En 9 de las 20 chimeneas evaluadas no se cuentan con sitios adecuados y seguros para la ejecución de muestreos, de acuerdo a lo recomendado en la Resolución No. 148 de Abril 28 de 1999 "Por medio de la cual se ordena a las Industrias efectuar los arreglos necesarios de acceso a la chimenea y construcción de la plataforma de medición de acuerdo con las especificaciones dadas por el DAGMA".

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Las fuentes que no cuentan con plataformas de muestreo adecuadas son :

- Rica Rondo.
- Laboratorios JGB
- Reckitt Colman
- Alimentos del Valle.
- Britilana Benrey
- Derivalle Ltda.
- Litofan.

Otro aspecto importante a destacar es la falta de instrumentos de medida directa del consumo de combustible de las calderas evaluadas, los datos que reportan las empresas, corresponden al resultado de cálculos realizados a partir de los datos de compra y jornadas de trabajo (horas), con lo cual se obtienen datos aproximados y no permiten generar análisis de eficiencia real de trabajo de las calderas.

1.5 RECOMENDACIONES

1.5.1 Para la vigilancia y control

Entre las recomendaciones que se desprenden de los resultados parciales de los operativos están :

⇒ Establecer medidas de vigilancia y control para que las Empresas cumplan con la adecuación de sitios de muestreo, con base en lo dispuesto en la Resolución Resolución No. 148 de Abril 28 de 1999 "Por medio de la cual se ordena a las Industrias efectuar los arreglos necesarios de acceso a la chimenea y construcción de la plataforma de medición de acuerdo con las especificaciones dadas por el DAGMA".

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

A continuación se sugiere un esquema para el acondicionamiento del sitio de muestreo e instalación de niples tomamuestras.

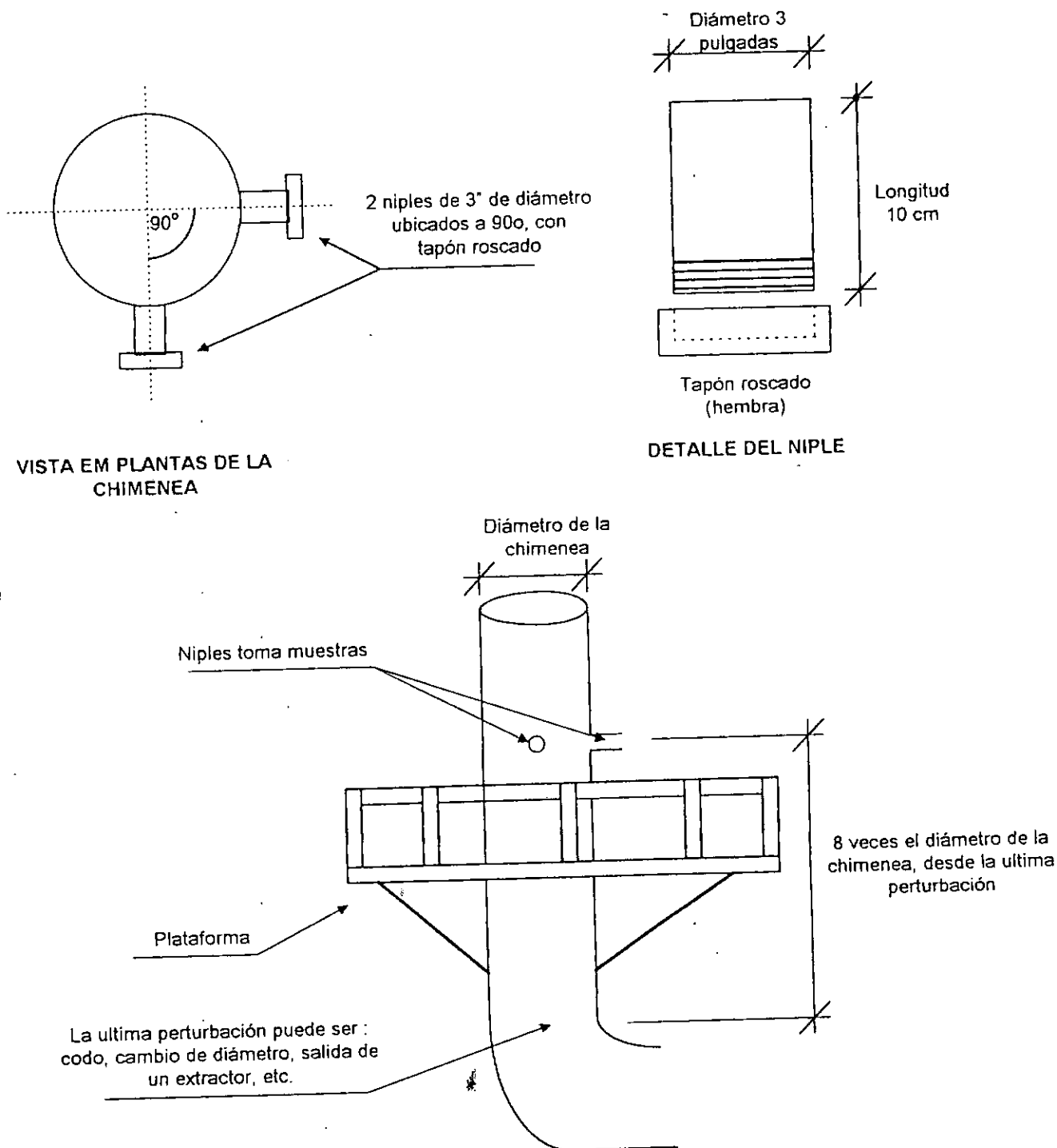


FIGURA 1.1

Esquema para el acondicionamiento del sitio de muestreo e instalación de niples tomamuestras.

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

⇒ Analizar desde la perspectiva técnica y jurídica la posibilidad de aplicar la norma de emisión para calderas a base de carbón en calderas que consumen combustible líquido, estableciendo la similitud de los procesos con base en la equivalencia de unidades de energía consumida (millones de kilocalorías).

⇒ Definir por medio de resolución el contenido básico de los informes de emisión a presentarse al DAGMA, con el ánimo de facilitar la revisión y de presentar datos organizados de manera tal que puedan utilizarse fácilmente en posibles inventarios de emisores y modelos de dispersión para la ciudad de Cali.

1.5.2 Para el tratamiento de los Resultados

⇒ El DAGMA adelanta dos contratos de operativos de control de emisiones atmosféricas, a partir de los cuales obtendrá aproximadamente ochenta (80) resultados de las principales fuentes fijas de contaminación atmosférica de origen industrial, los cual se constituye en una muestra bastante representativa para obtener un diagnóstico de emisiones y su impacto sobre la calidad del aire. En aras de obtener un valor agregado a la Consultoría, se propone una presentación de resultados en un formato que permita aplicar fácilmente un modelo de dispersión cuyos resultados aporten una buena fuente de información complementaria a la Red de Monitoreo que próximamente implantará el DAGMA.

⇒ El formato básico para agrupar los datos necesarios para alimentar el modelo de dispersión (ISCLT) utilizado por el DAGMA para el diseño de la red, es el siguiente :

FUENTE	EMISIÓN g/s			LOCALIZACION		ALTURA SALIDA (m)	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD SALIDA m/s	TEMPERAT SALIDA °K
	MP	SO ₂	NO _x	X	Y				

Especificaciones :

Emisión : Carga contaminante en gramos por segundo de material particulado (MP), SO₂ y NO_x.

Localización : Coordenadas cartesianas tomando como origen la Plaza de Caicedo, eje Y positivo del origen hacia el norte y eje X positivo del origen hacia el este.

Altura de salida : Altura real de la fuente, en metros, mediada desde el piso.

Diámetro : Diámetro de salida de gases, en metros.

Velocidad Salida : Velocidad de salida de gases expresada en metros por segundo.

Temperatura Salida : Temperatura de salida de gases en grados Kelvin.

Así mismo se propone presentar un resumen de los datos de cargas contaminantes discriminados por :

Sectores productivos, de acuerdo a la clasificación del DAGMA.

Proceso : Calderas, Hornos, triturado de materiales, etc.

Localización por comunas.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

2.1 OBJETIVOS

El objetivo general de este documento es presentar al DAGMA para su aprobación, el Segundo Informe de acuerdo con lo consignado en el numeral 5.4 de los términos de referencia, equivalente al Informe Intermedio referido en la cláusula Octava del contrato SCA 003 98 suscrito entre el DAGMA y la Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda Proinsa Ltda.

En el aspecto técnico, los objetivos son :

Presentar el informe de resultados de las fuentes evaluadas hasta el 21 de mayo de 1999.

Proponer una metodología para el tratamiento de los datos de las emisiones de fuentes industriales.

Establecer un balance de actividades del desarrollo de la consultoría.

Planificar las actividades para continuar con el contrato.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Actividades previas

Antes de iniciar los trabajos de monitoreo en las empresas, se efectuaron unas visitas previas a las industrias seleccionadas por el DAGMA. En estas visitas se determinó:

Acceso a los sitios de muestreo: Existencia de plataformas o requerimiento de andamios para ejecutar los muestreos, así como adaptación de niples toma muestras.

Responsabilidad empresarial: Personal de la Empresa encargado del funcionamiento del proceso que incluye las fuentes a monitorear.

Con el resultado de las visitas previas, se elaboró un cronograma de trabajo mensual que busca realizar los muestreos durante jornadas de trabajo representativas de la producción normal de la Fábrica.

2.2.2 Muestreo de fuentes fijas puntuales

Consiste en efectuar la toma de muestras de partículas y gases en la chimenea o ducto de la fuente, de acuerdo al procedimiento (Figura 2.1) que se describe en los siguientes numerales.

Método 1 (Número de puntos a muestrear)

Para obtener el número de puntos a muestrear en la sección transversal de la chimenea, se requiere:

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

- Cálculo del diámetro interno de la chimenea
- Altura de la chimenea
- Distancias del tomamuestra a la boca de la chimenea y de éste a la última perturbación (codo, cambio de diámetro, etc.)
- Determinar la existencia o no de flujo ciclónico

Con estos datos se determina el número de puntos de muestreo.

Método 2 (Condiciones de flujo)

Determinación de la velocidad del gas (V_s), rata volumétrica de flujo (Q_s) y la densidad del gas en la chimenea.

Método 3 (Composición del gas)

Determinación de la composición del gas en la chimenea, mediante la medida de los siguientes parámetros:

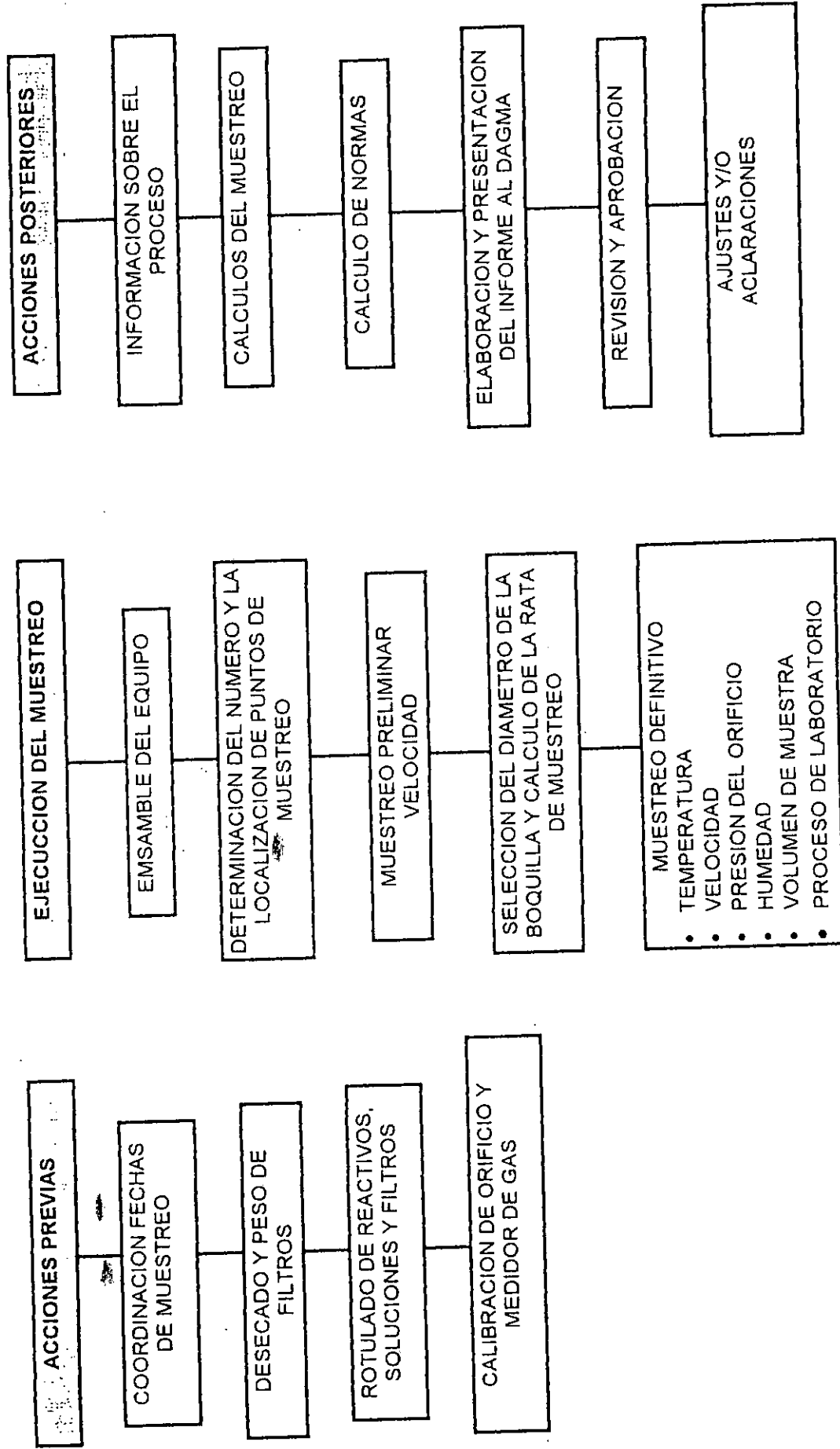
- % CO_2 : Dióxido de carbono
- % CO : Monóxido de carbono
- % O_2 : Oxígeno
- % EA: Porcentaje de exceso de aire
- % SO_2 : Porcentaje de exceso de Dióxido de Azufre
- % NO_2 : Porcentaje de exceso de Dióxido de Nitrógeno

Todos estos porcentajes serán referidos en volumen.

Método 4 (Porcentaje de humedad)

Determinación del contenido de humedad en el gas de la chimenea.

Figura 2.1
METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS



Método 5 (Medición del contaminante)

Determinación de la emisión de contaminantes por gravimetría para partículas.

Método 6 (Medición del contaminante)

Determinación de SO_2 por colorimetría (pararosanilina).

Método 7 (Medición del contaminante)

Determinación de NO_2 por colorimetría.

Método 7 (Medición del contaminante)

Determinación de metales por absorción atómica.

Los Consultores utilizaron dos equipos para muestreos isocinéticos, cada uno compuesto por:

- Módulo de control
- Módulo de muestreo
- Cordón umbilical
- Sonda de muestreo
- Tubo Pitot-S
- Analizador automático
- Vidriería y equipo de laboratorio

Estos equipos son los aprobados por el Ministerio del Medio Ambiente y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Los equipos fueron calibrados para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Un esquema del tren de muestreo puede verse en la Figura 2.2.

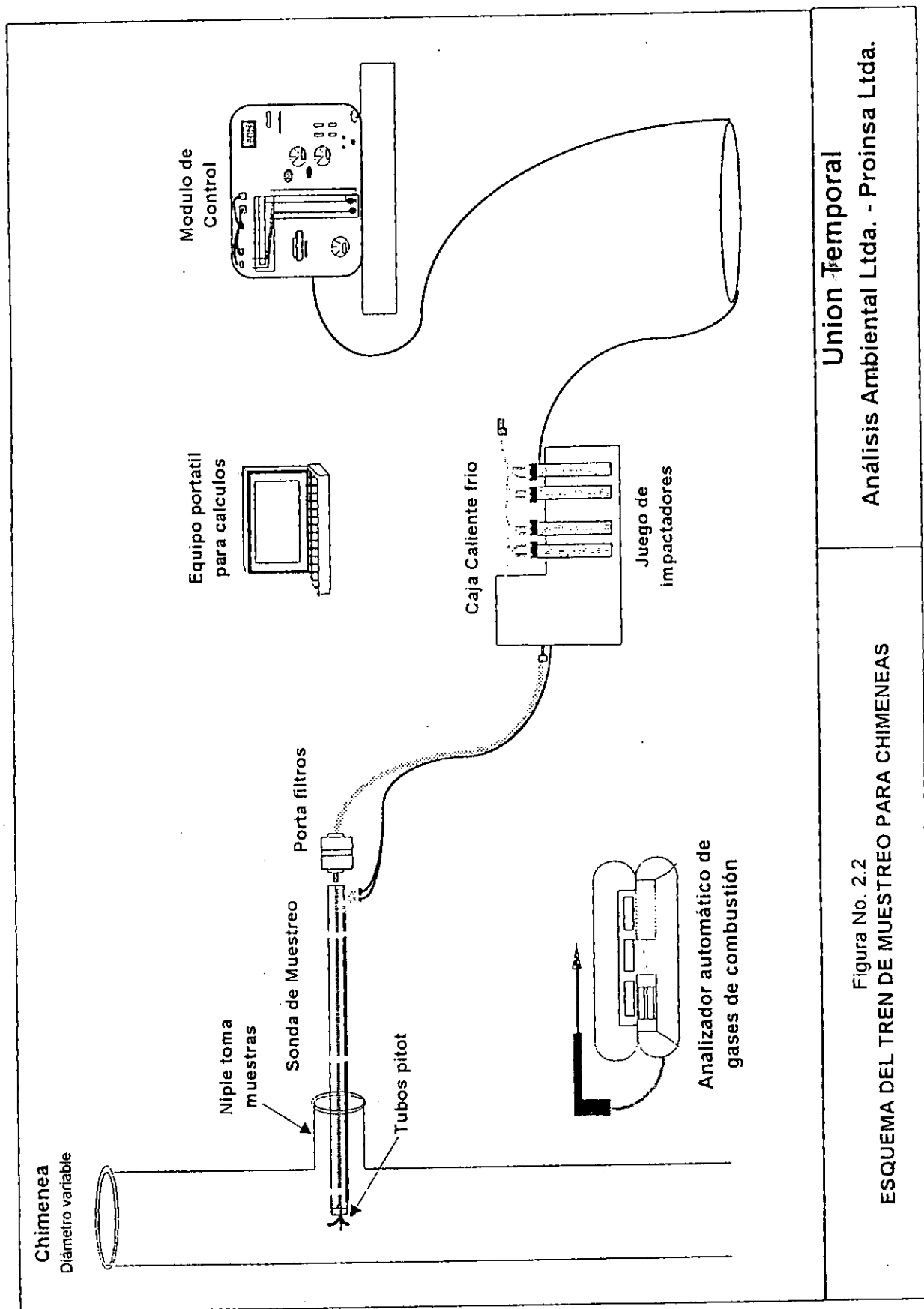


Figura No. 2.2
ESQUEMA DEL TREN DE MUESTREO PARA CHIMENEAS

Union Temporal
Análisis Ambiental Ltda. - Proinsa Ltda.

2.2.3 Muestreo de fuentes fijas difusas

Las fuentes fijas difusas, también conocidas como fuentes de área, presentan gran dificultad para la medición de la emisión, debido principalmente a que los contaminantes no salen por un ducto o chimenea. El método utilizado para estimar la emisión de este tipo de fuentes, se describe a continuación.

Determinación del flujo de gases

Con un anemómetro se realizan varias mediciones de velocidad de viento (V), en el sentido o dirección predominante de la salida de gases. Al mismo tiempo se estima visualmente el área media de la nube del contaminante (A).

Determinación de la concentración

Utilizando un equipo de muestreo, que puede ser por filtración, absorción o adsorción, se determina la concentración en la fuente (C).

Cálculo de la emisión (E)

Dado que se tienen las magnitudes de velocidad de emisión (V), área de salida (A) y concentración de salida (C), se calcula la emisión aproximada, con la siguiente expresión :

$$E = V \times A \times C$$

El resultado se obtiene en unidades de masa por tiempo, dato que puede transformarse a las unidades del calificador ambiental, que generalmente es la norma vigente. La concentración determinada por este método es aproximada, el margen de error se debe a varios factores, entre los cuales se destaca la homogeneidad de la concentración que se supone como una mezcla completa.

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

En la aplicación de este método los Consultores tomarán muestras hasta de doce horas por fuente, tiempo que puede dividirse en ciclos, dependiendo de las jornadas de fundición, es decir, en aquellos casos que los procesos tengan una duración menor de 12 horas, tomarán varias muestras hasta acumular las 12 horas.

2.2.4 Análisis de laboratorio

Una vez tomadas las muestras, el equipo se traslada al laboratorio, para determinar los contaminantes, para lo cual se utilizará la metodología consignada en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1
TECNICAS DE LABORATORIO

Tipo de muestra	Método de análisis
Material particulado	Gravimétrico
Gases de combustión (CO, CO ₂ , O ₂)	Analizador electroquímico
Otros gases (Acido nítrico)	Absorción y colorimetría
Metales	Análisis a filtros por absorción atómica

2.2.6 Nomenclatura utilizada

A_n : Area de la boquilla (Pie^2).

A_s : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

$C_{(SO_2)}$: Concentración de SO_2 en los gases de emisión, (ppm).

$C_{(NO_x)}$: Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

$C_{s(std)}$: Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de Hg) en g/pie^3 .

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

$C_{s(A)}$: Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).

$E_{(A)}$: Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/ 10^6 kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

E: Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10⁶ kcal).
 H : Altura total de la chimenea (m).
 Hf : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm)
 I : Isocinetismo, (%).
 Kp : Constante del tubo pitot.
 K₁ : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie³/ml).
 K₂ : Constante de cálculo de humedad (0.04715 Pie³/g).
 K₃ : Constante formula de isocinetismo, (0.002669 pulg. Hg pie³)/(ml °K).
 Md : Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda, (g/g-mol) o (lb/lb-mol).
 Ms : Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base seca (g/g-mol) o (lb/lb-mol).
 Mw : Peso molecular del agua, (18.0 g/g-mol) o lb/lb-mol).
 m_n : Cantidad total de partículas colectadas (mg, g).
 Pg : Presión estática en la chimenea, (mm H₂O) o (pulg H₂O).
 Pbar : Presión barométrica en el sitio de muestreo. (mm Hg) o (Pulg Hg).
 Ps : Presión absoluta de los gases de emisión (mm Hg) o (Pulg Hg).
 Pstd : Presión estándar absoluta, (760 mm Hg) o (29.92 pulg. Hg).
 Pm : Presión absoluta del medidor de gases secos, (mm Hg) o (pulg Hg).
 Q(std): Caudal de los gases a condiciones estándar en la chimenea, (Pie³/min).
 Qs(A): Caudal de los gases a condiciones de chimenea (Pie³/min).
 R : Constante de los gases ideales (0.06236 mm Hg m³/ °K g-mol).
 Ts : Temperatura absoluta de los gases en la chimenea (°K) o (°R).
 Tstd: Temperatura absoluta estándar (293 °K) o (528 °R).
 Tm: Temperatura absoluta del medidor de gases secos °K) o (°R).
 ts: temperatura de los gases en la chimenea (°C) o (°F).
 Vlc: Volumen total del agua condensada, (mL).
 Vm: Volumen de gas seco medido a condiciones de medidor, (m³) o (pie³).
 Vm_(std): Volumen de gas seco medido a condiciones standard, (m³) o (pie³).
 Vi : Volumen inicial del agua en los impactadores (mL).
 Vf: Volumen final del agua en los impactadores (mL).
 Vwc_(std): Volumen de agua recogida en el muestreador de gas en condiciones estándar (m³) o (pie³).
 Vgh_(std): Volumen de gas húmedo en condiciones estándar (pie³).
 Vgh_(A): Volumen de gas húmedo en condiciones de medidor (pie³).
 vs : Velocidad promedio del gas en chimenea, (m/s) o (pie/s).
 Wi : Peso inicial de la sílica gel, (g).
 Wf : Peso final de la sílica gel, (g).
 Y : Factor de calibración del medidor de gas seco.
 Δp : Cabeza de velocidad del gas en la chimenea (mm H₂O) o (Pulg H₂O)
 ΔH : Presión diferencial a través de la placa de orificio, (mm H₂O) o (Pulg H₂O)
 θ : Tiempo total de muestreo, (min).
 pw : Densidad del agua (0.9982 g/mL) o (0.002201 lb/mol)
 %CO : Porcentaje de Monóxido de carbono en los gases de emisión (% en volumen).
 %CO₂ : Porcentaje de Dióxido de carbono en los gases de emisión (% en volumen).
 %O₂ : Porcentaje de Oxígeno en los gases de emisión (% volumen).
 %N₂ : Porcentaje de Nitrógeno en los gases de emisión (% en volumen).
 C(SO₂) : Concentración dióxido de azufre a condiciones de referencia (lb/pie³)

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

N : Normalidad del cloruro de Bario $Ba(ClO_4)_2$
 Vt : Volumen de $Ba(ClO_4)_2$ gastado en la titulación de la muestra (mL)
 Vtb : Volumen gastado en la titulación del blanco (mL).
 Vsol : Volumen total de solución de dióxido de azufre (mL).
 Va : Volumen de la alícuota titulada (mL).
 Vmce : Volumen de gases muestreados a condiciones estándar (pie^3)
 C(NA): Concentración de neblina ácida a condiciones de referencia (lb/pie^3)
 C : Cenizas recogidas en ciclón (kg/hora).
 EF : Eficiencia de recogida de cenizas en ciclón. (%)

2.2.5 Ejemplo de cálculo

Para ilustrar la metodología con que se procesan los datos de campo y se obtienen los resultados de los muestreos, se presenta a continuación un ejemplo de aplicación del sistema de ecuaciones utilizadas para el caso de Laboratorios Baxter S.A. Así mismo se adjunta un diskette que contiene una aplicación de hoja electrónica, con la cual se realizan los cálculos.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Para el caso de Laboratorios Baxter S.A. se encontró lo siguiente :

INFORMACION BASICA DEL MUESTREO		
Empresa : LABORATORIOS BAXTER S.A.		
Dirección : Calle 36 No. 2C-22		Teléfono : (092) 445-04-45
Fuente : Caldera No. 1 - Power Master - 600 HP - 34.500 libras/hora.		
Altura de la chimenea : 15.0 m.	Distancia A: 10.3 m.	A/Diámetro : 12.87
Diámetro chimenea : 0.80 m.	Distancia B: 1.3 m.	B/Diámetro : 1.625
Area salida chimenea: 5.41 ft^2	Longitud niple: 0.11 m.	Total de puntos: 12

Utilizando la tabla del anexo 1, y entrando en ella con la relación B/Diámetro = 1.625, se determina el numero de puntos a muestrear, que para este caso específico son 24.

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

En la tabla del anexo 2 se estipulan los porcentajes del diámetro a los cuales se debe muestrear. Se debe ingresar con el numero de puntos del párrafo anterior dividido entre dos (por ser dos transversos).

La ubicación de los puntos, teniendo en cuenta los porcentajes de diámetro y la longitud del niple, se muestran a continuación.

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9
Marca (cm)	12.7 <1"	16.3	20.4	25.1	31.0	39.4	62.5	71	76.8	81.5	86.6	89.3 <1"

Se descartan los puntos que queden ubicados a menos de una pulgada de la pared de la chimenea.

con los datos anteriores se marca la sonda de muestreo y se procede a ejecutar el "MUESTREO PREELIMINAR", que para el caso específico en cuestión arroja los siguientes resultados.

DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR												
%CO ₂ : 11.6				Bws (%): 5.0				Cp : 0.821 Y: 1.07				
%CO: 0.0031				Pbar (in Hg): 26.53				CSO ₂ (ppm): 281				
%O ₂ : 6.2				Tm (R): 554.0				CNO _x (ppm): 331				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	122	141	164	194	217	242	257	281	300	306		
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Δp	0.1	0.1	0.11	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		

El muestreo preliminar sirve para calcular la boquilla a utilizar y la ecuación de muestreo a implementar. El desarrollo correspondiente se presenta a continuación :

SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

$T_s = t_s + 460$	$P_s = P_{bar} + P_g / 13.6$	$P_m = P_{bar} + \Delta H / 13.6$									
$T_s = 222.4 + 460$	$P_s = 26.53 + 0.01 / 13.6$	$P_m = 26.53 + 1 / 13.6$									
$T_s = 682.4 \text{ } ^\circ R$	$P_s = 26.53 \text{ in Hg}$	$P_m = 26.60 \text{ in Hg}$									
$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (11.6 + 0.0031 + 6.2) = 82.197$											
$M_d = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$											
$M_d = 11.6 \times 0.44 + 0.0031 \times 0.28 + 6.2 \times 0.32 + 82.197 \times 0.28 = 30.104 \text{ g/g mol}$											
$M_s = M_d \times (1 - B_{ws} / 100) + 0.18 \times B_{ws}$											
$M_s = 30.104 \times (1 - 5 / 100) + 0.18 \times 5 = 29.499 \text{ g/g-mol}$											
$v_s = K_p \times C_p \times ((\Delta p \times T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times 60$											
$v_s = 85.49 \times 0.821 \times ((0.11655 \times 682.4 / 29.499 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1342.49 \text{ ft/min}$											
$A_{n1} = 0.5 / (((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m)))$											
$A_{n1} = 0.5 / (((1342.49 \times 554 \times 26.53 \times (1 - 5 / 100)) / (682.4 \times 26.6))) = 0.000483 \text{ ft}^2$											
$A_{n2} = 2.0 / (((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m)))$											
$A_{n2} = 2.0 / (((1342.49 \times 554 \times 26.53 \times (1 - 5 / 100)) / (682.4 \times 26.6))) = 0.001932 \text{ ft}^2$											
BOQUILLA SELECCIONADA											
☐ No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$		☒ No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$									
☐ No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$		☐ No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$									
☐ No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$											
CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$v_s = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$v_s = 85.49 \times 0.821 \times ((682.4 / 29.499 \times 26.53))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 65.53 (\Delta p)^{0.5}$											
$Q_m = A_n \times (T_m / T_s) \times (P_s / (P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws} / 100)) \times 60 \times v_s$											
$Q_m = 0.0007669 \times (554 / 682.4) \times (26.53 / (26.6 - 1.61)) \times (1 - 5 / 100) \times 60 \times 65.53 \times (\Delta p)^{0.5} = 2.476 \Delta p^{0.5}$											
Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13
Q_m	0.434	0.501	0.56	0.613	0.662	0.708	0.751	0.792	0.83	0.867	0.903
ΔH	0.49	0.65	0.82	0.98	1.14	1.3	1.47	1.63	1.79	1.96	2.12

Los datos obtenidos durante el muestreo se presentan a continuación :

DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO			
$V_{lc}(mL) = 203.0011$	$m_n(g) = 0.497$	$P_g(\text{in H}_2\text{O}) = 0.01$	$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.0908$
$T_s(^{\circ}R) = 785.250$	$T_m(R) = 575.95$	$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.434$	$\theta(\text{min.}) = 100$
$A_s(\text{ft}^2) = 5.411$	$V_m(\text{ft}^3) = 60.55$	$Y = 1.07$	$C_p = 0.821$

Los resultados finales del monitoreo se presentan a continuación :

Parámetro	Cálculo	Desarrollo de las ecuaciones	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	$P_s = 26.53 + 0.01/13.6$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	$P_m = 26.53 + (1.43/13.6)$	26.64	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y_x V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	$V_{m(std)} = 1.07 \times 60.55 \times (528/575.95) \times (26.64/29.92)$	52.87	ft ³
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K'1 \times (V_f - V_i) + K'2 \times (W_f - W_i)$	$V_{wc(std)} = 0.04707 \times (402.200) + 0.04715 \times (198.3833 - 197.3822)$	9.56	ft ³
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	$V_{REF} = 52.87 \times 537 / 528$	53.78	ft ³
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	$B_{ws} = (100 \times 9.56) / (9.56 + 52.87)$	15.31	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2) + \%CO$	$M_d = 0.32 \times (6.2) + 0.44 \times (11.6) + 0.28 \times (82.197 + 0.0031)$	30.10	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100} \right) + (0.18 \times B_{ws})$	$M_s = 30.1 \times (1 - (5/100)) + (0.18 \times 5)$	28.85	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = K_{px} C_{px} \left(\sqrt{\frac{\Delta P_{avg}}{M_s \times P_s}} \right) \sqrt{\frac{T_{s,avg}}{M_s \times P_s}}$	$vs = 85.49 \times 0.821 \times (0.091)^{0.5} \times (785.25 / (28.25 \times 26.53))^{0.5}$	21.65	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times A \times 60$	$Q_{s(A)} = 21.65 \times 5.411 \times 60$	7028.39	ft ³ /min

Parámetro	Cálculo	Desarrollo de las ecuaciones	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	$Q_{s(\text{std})} = 7028.39 \times (528/785.25) \times (26.53/29.92)$	4190.54	ft ³ /min
Isocinetismo = 1	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{std}} \left(K_3 \times V/c + \left(\frac{P_{\text{std}} \times V_{\text{std}}}{T_{\text{std}}} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{std}} \times V_{\text{std}} \times 4.11}$	$I(\%) = 100 \times 785.25 \times (0.00268 \times 203.001 + ((26.64 \times 60.55 \times 1.07) / 575.95))$	105.182	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_{m}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = 9.56 + 52.87$	62.438	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh(A)}$	$V_{gh(A)} = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{std}} \times 29.92}{P_{\text{std}} \times 528}$	$V_{gh(A)} = 62.438 \times (785.25 \times 29.92 / (26.53 \times 528))$	104.71	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{gr}	$C_{gr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) \times 537 / 528)$	$C_{gr} = 0.497 / (62.43 \times 537 / 528)$	0.009242	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = (m_n / V_{gh(A)})$	$C_{s(A)} = (0.497 / 104.71)$	0.004746	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{gr} \times Q_{s(\text{std})} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	$E_{(A)} = 0.009242 \times 4190.54 \times 60 \times 537 / (1000 \times 528)$	2.36348	kg/h

3. ESTADO DE LA CONSULTORIA

3.1 ACTIVIDADES REALIZADAS

En el período comprendido entre el 14 de Abril y el 21 de mayo, se han realizado las siguientes actividades :

- Revisión de informes de emisiones existentes presentados por cada Empresa.
- Envío de cartas certificando la ejecución de los operativos y solicitando el permiso para ingresar a las empresas, en cualquier instante durante el término de ejecución del contrato, aclarando que los muestreos se realizarán sin previo aviso de hora y fecha exacta.
- Visita a las industrias para verificar información previa de los muestreos.
- Elaboración y presentación del Primer Informe que contiene aspectos metodológicos y programación de muestreos.
- Ejecución de monitoreos en 16 empresas, realizando un total de 20 muestreos, lo que equivale a más del 50% del alcance del contrato.

Las empresas visitadas y monitoreadas fueron :

- Rica Rondo S.A.
- Clínica Rafael Uribe
- Laboratorio JGB

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

- Inversiones San Dego Colfieltros
- Lavatex
- Reckitt & Colman Colombia S.A.
- Compañía Nacional de Bronces Ltda
- Industrias del Maíz.
- Alimentos del Valle Ltda.
- Varela S.A.
- Laboratorios Baxter S.A.
- Derivados Industriales del Valle S.A. Derivalle Ltda
- Britilana Benrey S.A.
- Cartones América. Carne Litofán S.A.
- Clínica Sebastián de Belarcázar Colsanitas
- Hotel Intercontinental

3.2 ACTIVIDADES PROGRAMADAS

Para el período restante del contrato, se han planificado las siguientes actividades :

⇒ Visitas a las siguientes empresas :

- Carvajal S.A.
- Panil Ltda
- Del Pilar
- Pastas la Muñeca
- Pananco Indega Coca Cola
- Pollos Soberano
- Siluet Ltda
- Metalúrgica Mivazquez Ltda.
- Clínica Nuestra Señora de Los Remedios
- Papas fritas Sabor del Valle Ltda.
- Warner Lambert Limited.
- Lavandería Escorial
- Lometal Ltda

⇒ Programación de actividades de muestreo, informando al DAGMA sobre las fechas de ejecución.

⇒ Elaboración de informes.

⇒ Presentación del informe final.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. RESULTADOS DE LOS OPERATIVOS

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-GI

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.1 ALIMENTOS DEL VALLE LTDA.

**EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
ALIMENTOS DEL VALLE LTDA**

Mayo de 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>2. EVALUACION DE EMISION CALDERA</u>	<u>3</u>
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	<u>6</u>
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	<u>8</u>

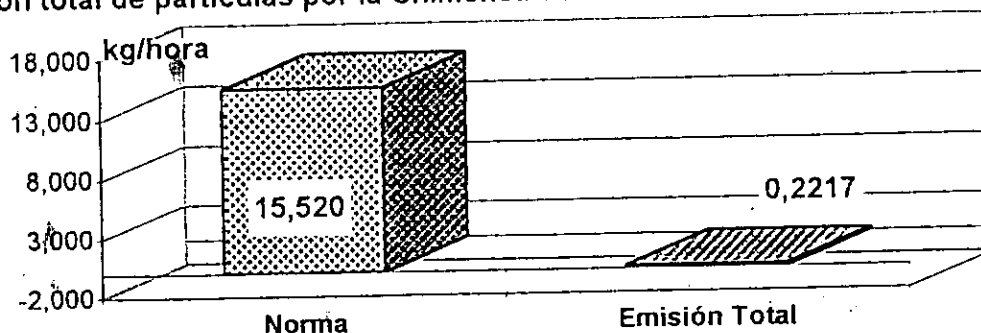
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera No.1- Power Master, de la empresa ALIMENTOS DEL VALLE LTDA. - ALIVAL la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 29 de Abril de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 0.22174 Kg/h, La norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 15.52 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión de partículas se encuentra muy por debajo de la norma vigente, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por la Chimenea de la Caldera Alival Versus la Norma



La chimenea de la empresa ALIMENTOS DEL VALLE LTDA - ALIVAL, posee una chimenea con una altura de 17.30 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.1 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de ALIMENTOS DEL VALLE LTDA. - ALIVAL cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : ALIMENTOS DEL VALLE LTDA. - ALIVAL

Dirección : Calle 45 No. 5-44

Teléfono : (092) 4462062

Fuente : Caldera No. 1 Piro-tubular - Power Master, 150 psi, 100 HP.

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 17.30 m.

Diámetro : 0.36 m.

Area salida: 1.0956 ft²

Distancia A: 9.14 m.

Distancia B: 3.26 m.

Longitud niple: 0.11 m.

A/Diámetro : 25.39

B/Diámetro : 9.055

Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	12.58 <1"	16.2	21.6	36.3	41.7	45.4 <1"						

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 7.21

%CO: 0.0011

%O₂: 12.4

Bws (%): 5.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 540.0

Cp : 0.821 Y: 1.07

CSO₂ (ppm): 194CNO_x (ppm): 189

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	254	260	287	296								
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01								
Δp	0.07	0.07	0.08	0.07								

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts + 460

Ts = 274.25 + 460

Ts = 734.25 °R

Ps = Pbar + Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm = Pbar + ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (7.21 + 0.0011 + 12.4) = 80.291$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 7.21 \times 0.44 + 0.0011 \times 0.28 + 12.4 \times 0.32 + 80.291 \times 0.28 = 29.649 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 29.649 \times (1 - 5/100) + 0.18 \times 5 = 29.067 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.07707 \times 734.25 / 29.067 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1140.77 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((1140.77 \times 540.0 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (734.25 \times 26.53)) = 0.000627 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((1140.77 \times 540.0 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (734.25 \times 26.53)) = 0.002509 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA											
(X) No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$					() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$						
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$					() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$						
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((734.25/29.067 \times 26.53)^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 68.49 (\Delta p)^{0.5}$											
$Qm = An \times (Tm/Ts) \times (Ps/(Pm-Pwc)) \times (1 - (Bws/100)) \times 60 \times vs$											
$Qm = 0.001363 \times (540/734.25) \times (26.53/(26.6-1.032)) \times (1 - 5/100) \times 60 \times 68.49 (\Delta p)^{0.5} = 4.072 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13
Qm	0.713	0.823	0.92	1.008	1.089	1.164	1.235	1.302	1.365	1.426	1.484
ΔH	1.32	1.76	2.2	2.64	3.09	3.53	3.97	4.41	4.85	5.29	5.73
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vic(\text{mL}) = 114.03306$		$m_n(\text{g}) = 0.2588$		$P_g (\text{in H}_2\text{O}) = 0.01$		$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.0758$					
$Ts(\text{R}) = 764.125$		$Tm(\text{R}) = 560.5$		$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 3.8113$		$\theta (\text{min.}) = 64$					
$As(\text{ft}^2) = 1.096$		$Vm (\text{ft}^3) = 60.55$		$Y = 1.07$		$Cp = 0.821$					
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro	Cálculo		Resultado	Unidades							
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$		26.53	in Hg							
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$		26.81	in Hg							
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y_x V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$		54.69	ft^3							
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1x(Wf - Vi) + K2x(Wf - Wi)$		5.37	ft^3							
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$		55.62	ft^3							
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$		8.94	%							
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32x(\%O_2) + 0.44(\%CO_2) + 0.28x(\%N_2 + \%CO)$		28.61	g/g-mol							
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$		29.65	g/g-mol							
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$		19.39	ft/S							
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{S(A)}$	$Q_{S(A)} = vs \times As \times 60$		1274.54	ft^3/min							

2.7 CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Qs(std)$	$Qs_{(std)} = Qs_{(A)} \times (T_{std} / T_s) \times (P_s / P_{std})$	780.93	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times v_{sx} \times A_n}$	96.632	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $Vgh(std)$	$Vgh_{(std)} = V_{wc_{(std)}} + V_{m_{(std)}}$	60.06	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $Vgh_{(A)}$	$Vgh_{(A)} = Vgh_{(std)} \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	98.02	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (Vgh_{(std)} * 537 / 528)$	0.00465316	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $Cs_{(A)}$	$Cs_{(A)} = \left(m_n / Vgh_{(A)} \right)$	0.0026404	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{cr} \times Qs_{(std)} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.22174	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

Aplicando la normatividad vigente, se determinan los siguientes resultados.

La Producción (P) en Ton/H, durante el día de muestreo, Abril 29 de 1999, se relaciona a continuación.

Leche : $64.721 \text{ m}^3/\text{día} \times 1.03 \text{ Ton/m}^3 = 66.66 \text{ Ton/día}$
 Jugo : $13.591 \text{ m}^3/\text{día} \times 1.06 \text{ Ton/m}^3 = 14.406 \text{ Ton/día}$
 Jornada Laboral : 16 Horas
 Prod. Horaria: $(66.66 + 14.406) / 16 = 5.06 \text{ Ton/hora}$

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 5.06 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	16.527 Kg./h
Artículo 42	$E' = 0.939 \times 16.527 \text{ Kg/h}$	15.52 Kg./h
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	15.52 Kg./h
Norma de Emisión final corregida: 15.52 Kg./H		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para las calderas de ALIMENTOS DEL VALLE LTDA - ALIVAL, es de 15.52 Kg/h, y la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.22174 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.22174 \text{ kilos/h} < 15.52 \text{ kilos/h}} \end{array}$$

La emisión de material particulado por chimenea se encuentra muy por debajo de la norma vigente (Decreto 02 de 1982).

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 5 y 10 toneladas/h una altura de referencia de 15.1 metros. La chimenea de ALIMENTOS DEL VALLE LTDA. - ALIVAL tienen una altura del punto de descarga de 17.30 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTÍCULAS

HOJA DE CAMPO No. 1

Union temporal

Fecha: Abril - 29 - 199 Técnico: PROINSA Ltda
 Empresa: Alimentos del Valle Hora inicial: 10:25 Hora final: 12:20 h
 Altura de Chimenea(m): 17.30
 Diámetro interno (cm): 36 (pies):
 Área transversal de la chimenea (pies²): 1.0956
 Diámetro boquilla (pulg): 1/2 (pies):
 Área de la boquilla (pies²): 0.00
 Distancia "A"(m): 9.14; "B"(m): 3.26; No. Puntos: 12
 Tiempo/Punto (min.): 8
 Niple = 11. cm $\frac{A}{D} = 25.39 \frac{B}{D} = 9.055$

Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% diám.	4.4	14.6	29.6	40.4	55.4	65.6						
Distancias (X)	12.58	16.2	21.6	36.3	41.7	45.4						
	*					*						

* Estos puntos se descartan por que son menores a una pulgada.

Factor de corrección del S-PITOT (Cp): 0.821
 Volumen inicial de agua (ml): 200 (A)
 Volumen final de agua (ml): 308 (B)
 Volumen de agua condensada (ml): 308 - 200 (B-A) = 108 (E)
 Peso inicial de silica gel (g): 195.270 (C)
 Peso final de silica gel (g): 201.3006 (D)
 Volumen de agua absorbida (g): 201.3006 - 195.270 (D-C) = 6.0306 (F)
 Volumen total de agua (ml): 108 + 6.0306 (E+F) = 114.0306
 Peso inicial del papel de filtro (g): 36 0.4901 (G)
 Peso final del papel de filtro (g): 0.6843 (H)
 Peso de partículas en el filtro (g): 0.6843 - 0.4901 (H-G) = 0.1942 (L)
 Volumen de acetona en los lavados (ml): 40 (I)
 Peso inicial del beaker de lavados (g): 58.5852 (J)
 Peso final del beaker de lavados (g): 58.6500 (K)
 Peso de partículas en los lavados (g): 58.6500 - 58.5852 (K-J) = 0.0648 (M)
 Peso bruto de partículas (g): 0.1942 + 0.0648 (L+M) = 0.259 (S)
 Peso de cenizas en la acetona (g): 0.0002 (P)
 Peso neto de partículas (g): 0.259 - 0.0002 (S-P) = 0.2588

combustible = Crudo de Castilla
 Proveedor = Combustibles del Valle - Caribopetrol S.A.
 Poder calorífico =
 Producción =
 Consumo de vapor =

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTÍCULAS

HOJA DE CAMPO No. 2

EMPRESA: Alimentos del Valle FECHA: Abril - 29 - 99Técnico: PROINSA Ltda Chimenea No. B Caldera # 3Presión Barométrica (pulg. Hg): 26.53 Temperatura Ambiente(°C) 80° f

PUNTO	ΔP	Pg	Ts'	Tm (entrada)	Tm (salida)	Tm	ΔH
No.	"H ₂ O	"H ₂ O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H ₂ O
1	0.07	0.01	265	90	82	546	3.5
2	0.09	0.01	299	102	86	554	4.5
3	0.07	0.01	322	101	87	554	3.5
4	0.07	0.01	326	110	90	560	3.5
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
1	0.07	0.01	307	114	93	563.5	3.5
2	0.08	0.01	347	117	95	566	3.99
3	0.07	0.01	315	120	96	568	3.5
4	0.09	0.01	252	126	99	572.5	4.5
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Prom.	0.0774	0.01	264.125			560.5	3.8125

Vol. Inicial: 390.163Vol. Final: 455.833% CO₂: 7.21% CO: 0.0011% O₂: 12.4% N₂: 80.3889SO₂ (ppm) 194NO_x (ppm) 189W: 5%4H: 29.54964S: 29.06712

Ts = T's + 460

Tm = T'm + 460

Ps = Pbar + Pg/13.6 26.53Pm = Pbar + ΔH/13.6 26.6PWL: 1.0320

MUESTREO PRELIMINAR

Datos	1	2	3	4	5	6	7
Ts'	254	260	287	296			
Tm'	80	80	80	80			
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01			
Δp	0.07	0.07	0.08	0.07			

$\bar{x}$ 274.25 — 734.25
80. — 540
0.01
0.072v

$$Q_m = V_s \times A_n \times (T_m/T_s) \times (P_s/(P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws}/100)) \times 60$$

$$v_s = 85.49 \times C_p \times (\Delta p \times T_s / P_s \times M_s)^{1/2}$$

$$A_1 = 0.0006410$$

$$A_2 = 0.002564$$

$$\%I = 98.8$$

$$Boq \ 1/2'' \rightarrow A = 0.001363 \rightarrow Q_m = 4.11 \sqrt{\Delta p}$$

UNION TEMPORAL
ANÁLISIS AMBIENTAL LTDA. - PROINSA LTDA.
CONTRATO SCA-003-98

ASESORIA TÉCNICA PARA LOS OPERATIVOS DE CONTROL DE EMISIONES
ATMOSFERICAS GENERADAS POR LAS FUENTES FIJAS EN EL ÁREA URBANA DEL
MUNICIPIO DE SANTIAGO DE CALI

ACTA DE TRABAJO

Mediante la presente, la empresa ALIMENTOS DEL VALLE LTDA., deja constancia de que técnicos de la Unión Temporal ANÁLISIS AMBIENTAL LTDA. - PROINSA LTDA. realizaron el correspondiente operativo de control de emisiones atmosféricas generadas por una de las calderas de la empresa.

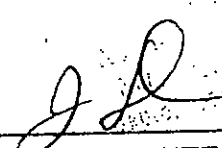
La toma de muestras se inicio a las 10:25 AM y termino a las 12:25 M
y la caldera evaluada fue la No. 03, que tiene una capacidad de 150 psi y una
potencia de 100 BHP.

De la misma forma la Unión Temporal ANÁLISIS AMBIENTAL LTDA. - PROINSA LTDA. dejan constancia que la empresa ALIMENTOS DEL VALLE LTDA. no tuvo ninguna objeción para permitir el ingreso y trabajo de los técnicos.

En constancia de lo anterior se firma en Cali, a los 29 días del mes de Abril de 1999.

Wilson N. González
cc. 10471935 de BIAHUS C.
TECNICO DE LA UNION TEMPORAL
ANÁLISIS AMBIENTAL - PROINSA

(Firma y Numero de cédula).


REPRESENTANTE DE
ALIMENTOS DEL VALLE

Copia : Alimentos del Valle.
Archivo.

4.2 LABORATORIOS BAXTER S.A.

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
LABORATORIOS BAXTER S.A.
MAYO DE 1999

CONTENIDO

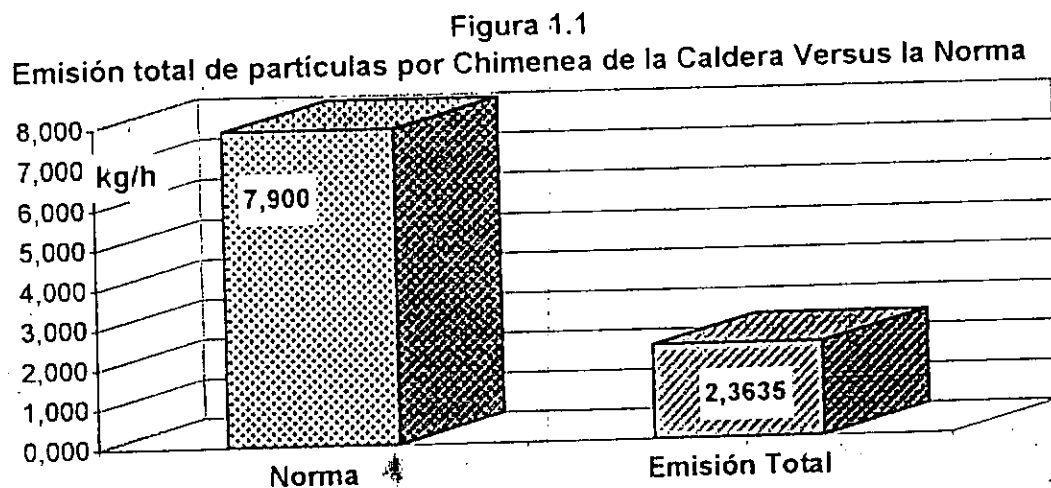
1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera No.1 (Power Master 600 BHP) de LABORATORIOS BAXTER S.A., la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 5 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 2.36 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 7.9 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 3.4 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.



La chimenea de la empresa LABORATORIOS BAXTER S.A., posee una altura de 15.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de LABORATORIOS BAXTER S.A. cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : LABORATORIOS BAXTER S.A.

Dirección : Calle 36 No. 2C-22

Teléfono : (092) 445-04-45

Fuente : Caldera No. 1 - Power Master - 600 HP - 34.500 libras/hora.

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 15.0 m.
Diámetro : 0.80 m.
Area salida: 5.41 ft²

Distancia A: 10.3 m.
Distancia B: 1.3 m.
Longitud niple: 0.11 m.

A/Diámetro : 12.87
B/Diámetro : 1.625
Total de puntos: 24

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9
Marca (cm)	12.7	16.3	20.4	25.1	31.0	39.4	62.5	71	76.8	81.5	86.6	89.3
	<1"											<1"

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 11.6
%CO: 0.0031
%O₂: 6.2

Bws (%): 5.0
Pbar (in Hg): 26.53
Tm (R): 554.0

Cp : 0.821 Y: 1.07
CSO₂ (ppm): 281
CNO_x (ppm): 331

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	122	141	164	194	217	242	257	281	300	306		
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01		
Δp	0.1	0.1	0.11	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12		

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460
Ts = 222.4 + 460
Ts = 682.4 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6
Ps = 26.53 + 0.01/13.6
Ps = 26.53 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6
Pm = 26.53 + 1/13.6
Pm = 26.60 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (11.6 + 0.0031 + 6.2) = 82.197$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 11.6 \times 0.44 + 0.0031 \times 0.28 + 6.2 \times 0.32 + 82.197 \times 0.28 = 30.104 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws / 100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 30.104 \times (1 - 5/100) + 0.18 \times 5 = 29.499 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.11655 \times 682.4 / 29.499 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1342.49 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws / 100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((1342.49 \times 554 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (682.4 \times 26.6)) = 0.000483 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws / 100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((1342.49 \times 554 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (682.4 \times 26.6)) = 0.001932 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA	
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	(X) No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$v_s = K_p \times C_p \times (T_s / M_s \times P_s)^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$v_s = 85.49 \times 0.821 \times ((682.4/29.499 \times 26.53))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 65.53 (\Delta p)^{0.5}$$

$$Q_m = A_n \times (T_m/T_s) \times (P_s/(P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws}/100)) \times 60 \times v_s$$

$$Q_m = 0.0007669 \times (554/682.4) \times (26.53/(26.6 - 1.61)) \times (1 - 5/100) \times 60 \times 65.53 \times (\Delta p)^{0.5} = 2.476 \Delta p^{0.5}$$

Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13
Q_m	0.434	0.501	0.56	0.613	0.662	0.708	0.751	0.792	0.83	0.867	0.903
ΔH	0.49	0.65	0.82	0.98	1.14	1.3	1.47	1.63	1.79	1.96	2.12

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_{ic}(mL) = 203.0011$	$m_n(g) = 0.497$	$P_g(\text{in } H_2O) = 0.01$	$\Delta p(\text{in } H_2O) = 0.0908$
$T_s(^{\circ}R) = 785.250$	$T_m(R) = 575.95$	$\Delta H(\text{in } H_2O) = 1.434$	$\theta(\text{min.}) = 100$
$A_s(\text{ft}^2) = 5.411$	$V_m(\text{ft}^3) = 60.55$	$Y = 1.07$	$C_p = 0.821$

2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.64	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mix} \times (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	52.87	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K_1 \times (V_f - V_i) + K_2 \times (W_f - W_i)$	9.56	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	53.78	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	15.31	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2 + \%CO)$	30.10	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	28.85	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = v_s	$v_s = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta p_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	21.65	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{S(A)}$	$Q_{S(A)} = v_s \times A_s \times 60$	7028.39	ft^3/min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_{s(\text{std})} = Q_{s(A)} \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	4190.54	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{m \times V_{m \times Y}}}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sxv \times x} \times A_n}$	105.182	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	62.438	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh(A)}$	$V_{gh(A)} = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{sx} \times 29.92}{P_{sx} \times 528}$	104.71	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) \times 537 / 528)$	0.009242	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh(A)} \right)$	0.00474	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{cr} \times Q_{s(\text{std})} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	2.36348	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 2.34 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 2.34 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	8.416 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.939 \times 8.416 \text{ Kg/h}$	7.90 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	7.90 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 7.90 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de LABORATORIOS BAXTER S.A. es de 7.90 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 2.36348 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{2.36348 \text{ kilos/h} < 7.90 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 3.34 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 2 y 3 toneladas/hora una altura de referencia de 15.0 metros. La chimenea de LABORATORIOS BAXTER S.A. tienen una altura del punto de descarga de 15.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL
ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

Laboratorios Baxter S.A.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha :	990506	Empresa :	Laboratorio Bartel
Representante de la empresa :	Rosa Maria Carlos Galla		
Representante de la autoridad ambiental:			
Representante de la empresa consultora :	Wilson Grajales		
Hora inicial :	12:45	Hora Final :	
DATOS DE CAMPO			
Altura de chimenea (m)	15	Diámetro interno (cm)	80
Diámetro boquilla (pulg)	3/8	Área boquilla (Pie ²)	0.0007664
Distancia B (m)	1.30	Número de puntos	24
Presión barométrica	26.53	Temperatura ambiente	34°C
Chimenea procedente de :	Caldera # 1	Horno	Otro
Combustible empleado	Crudo de Castilla		
Consumo	34500 lb/hr		
Poder Calórico	10.902,72		
Puntos	1	2	3
% diámetro	2.1	2.7	11.8
Distancia (X)	12.7	16.3	20.4
Factor de corrección de S - Pilot (Cp _s)	0.821		
Volumen inicial del agua (mL) (A)	200		
Volumen Final del agua (mL) (B)	402		
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	202		
Peso inicial de silica gel (g) (C)	197.3822		
Peso final de silica gel (g) (D)	198.3833		
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	2.0022		
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	204.0022		
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	0.6798		
Peso final del papel filtro (g) (H)	1.1226		
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)	0.4428		
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	40 ml		
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	58.5852		
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	58.6396		
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0544		
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.4972		
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0002		
Peso neto de partículas (g) (S-P)	0.4970		

* Los puntos 1 y 12 se descartan por q' son < 1"

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA					
% CO ₂	11.6	% CO	0.0031	% O ₂	6.2
% N ₂	82.1969	SO ₂ (ppm)	281	NO _x (ppm)	311
Ts = T'm + 460 (°R)	682.4	Tm = T'm + 460	554	Ps = Pbar + Pg/13.6	26.53
Pm = Pbar + ΔH/13.6	26.6	W	5%	Ms = 2.9.4988	

DATOS MUESTREO PRELIMINAR

PWC = 1.6100

Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio	
Ts'	122	141	164	194	217	242	257	281	300	306
Tm'	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Δp	0.10	0.10	0.11	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Qm: 2.499 VAP	Vs		Boquilla a emplear 3/8							

DATOS DURANTE EL MUESTREO

846.695

Volumen Inicial (Pie ³) 786.148				Volumen Final (Pie ³)				ΔH
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	°F-°C	"H ₂ O
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C		
1	0.09	0.01	170	98	93	555.5		1.3
2	0.10	0.01	211	107	93	560		1.6
3	0.10	0.01	287	111	94	562.5		1.6
4	0.10	0.01	314	116	95	565.5		1.6
5	0.10	0.01	336	122	99	570.5		1.6
6	0.10	0.01	352	124	100	572		1.6
7	0.09	0.01	367	127	102	574.5		1.3
8	0.10	0.01	368	130	104	577		1.6
9	0.07	0.01	375	130	105	577.5		1.14
10	0.07	0.01	412	130	106	578		1.14
11								
12								
1	0.07	0.01	410	130	107	578.5		1.14
2	0.08	0.01	391	131	108	579.5		1.46
3	0.09	0.01	374	132	109	580.5		1.3
4	0.09	0.01	369	132	111	581.5		1.3
5	0.10	0.01	354	132	112	582		1.6
6	0.10	0.01	341	133	113	583		1.6
7	0.10	0.01	318	134	114	584		1.6
8	0.10	0.01	301	135	115	585		1.3
9	0.09	0.01	246	135	117	586		1.3
10	0.09	0.01	209	135	117	586		1.3
11								
12								
Promedio	0.0902	0.01	755.25			575.95		1.434

$$A_1 = 0.0004783$$

$$\% S = 104$$

$$A_2 = 0.001913$$

$$\text{Boquilla } 3/8 \rightarrow A = 0.0007669 \rightarrow Q_m = 2.499 \text{ VAP}$$

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
Baxter	
FOCO DE EMISIÓN	
Culdera	
POTENCIA:	600 BHP
COMBUSTIBLE	Crudo de Castilla
PODER CALORICO	
CONSUMO	34000 Lb/hm
CONTAMINANTES EMITIDOS:	Particulas
EQUIPO DE CONTROL:	Medición de Gases de Combustión con Bacharach
UBICACIÓN PROCESO:	Sala de Maquinas
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	Ascenso por escalera a la plataforma
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	
Normal	

Nomenclatura empleada :

An : Area de la boquilla (Pie²).

As : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).C_(SO₂) : Concentración de SO₂ en los gases de emisión, (ppm).C_(NO_x) : Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

Cp : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

C_{s(std)} : Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie³.C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.C_{s(A)} : Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m³) o (g/pie³).E_(A) : Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/10⁶ kcal).E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10⁶ kcal).E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10⁶ kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

Hf : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocineltismo, (%).

Kp : Constante del tubo pitot.

K₁ : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie³/ml).

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Santiago de Cali, Abril 28 de 1999

Ingeniero

CARLOS H. GONZALEZ

Laboratorios Baxter S.A.

Ciudad

Referencia : **Muestreo de emisiones a cargo del DAGMA**

El DAGMA por intermedio del contrato SCA003-98 (Se adjunta documento), ha encargado a las Firmas PROINSA LTDA y ANALISIS AMBIENTAL, los muestreos de varias fuentes fijas de empresas de la ciudad de Cali, entre las cuales se ha incluido una de las calderas de la Planta. El monitoreo no tiene costo alguno para las Empresas.

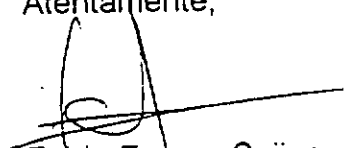
Con el objeto de facilitar el desarrollo del contrato, le solicitamos nos permita el ingreso, para el periodo comprendido entre el 26 de abril al 30 de Junio, del personal que se relaciona a continuación:

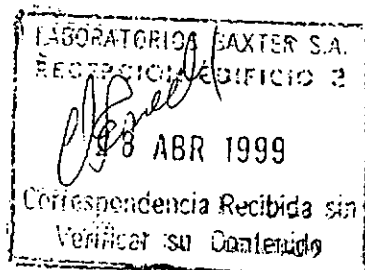
Wilson Grajales
Germán Benavides
Harold Velasco

Julio Aroca
Ever Ríos
Carlos Hernán Candamil

El muestreo será realizado sin previo aviso, respecto a día y hora de ejecución, por lo tanto esperamos contar con su valiosa colaboración, para facilitar el ingreso del personal.

Atentamente,


Fabio Franco Cajiao
Representante Legal Unión Temporal



UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.3 BRITILANA BENREY S.A.

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
BRITILANA BENREY S.A. - CALI
Mayo de 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. EVALUACION DE EMISION CALDERA	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

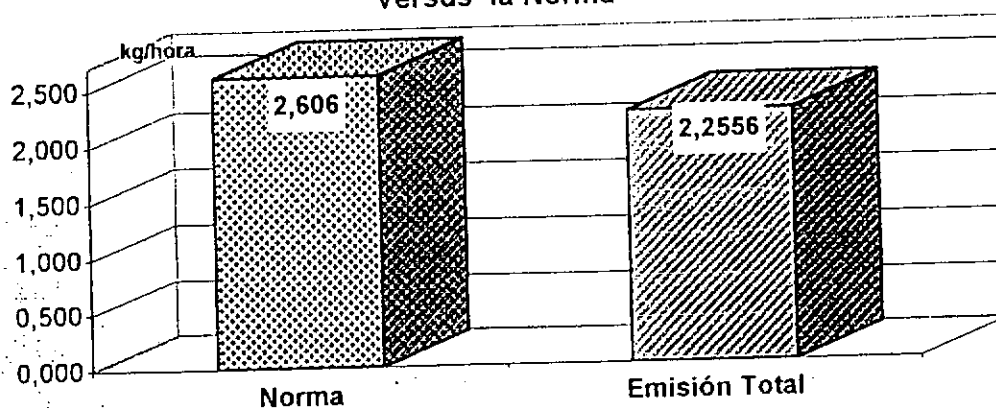
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal **Análisis Ambiental Proinsa Ltda**, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera No.2 de la empresa **BRITILANA BENREY S.A.**, Marca **POWER MASTER**, con una potencia de 350 BHP y una capacidad de 17.700 libras/hora, la cual utiliza como combustible el **CRUDO DE CASTILLA**.

El trabajo de campo se realizó el día 07 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea de la caldera fue de 2.25555 Kg/h. La norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 2.6057 Kg/hora.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión esta ligeramente por debajo de la norma vigente, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por la Chimenea de la Caldera Britilana Benrey S.A.
Versus la Norma



La chimenea de la Caldera de la empresa **BRITILANA BENREY S.A.**, posee una chimenea con una altura de 15.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera de la empresa **BRITILANA BENREY S.A.** cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : BRITILANA BENREY S.A.

Dirección : Carrera 1No. 39 - 55

Teléfono : (092) 667-02-03

Fuente : Caldera No.2 - Power Master - 3500 BHP - 12700 libras/hora - Crudo de Castilla

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 15.0 m.

Diámetro : 0.60 m.

Area salida: 3.043 ft²

Distancia A: 4.10 m.

Distancia B: 7.33m.

Longitud niple: 0.12 m.

A/Diámetro : 6.83

B/Diámetro : 12.22

Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	14.6	20.8	29.8	54.2	63.2	69.4						

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 8.16

%CO: 0.163

%O₂: 12.9

Bws (%): 7.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 537

Cp : 0.821 Y: 1.07

CSO₂ (ppm): 182CNO_x (ppm): 233

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	147	197	303	368	294	238						
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01						
Δp	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.08						

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 257.83 + 460

Ts = 717.8 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (8.16 + 0.163 + 12.9) = 78.777$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 8.16 \times 0.44 + 0.163 \times 0.28 + 12.9 \times 0.32 + 78.777 \times 0.28 = 29.8216 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 29.8216 \times (1 - 7/100) + 0.18 \times 7 = 28.994 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.07066 \times 717.8/28.994 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1081.35 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5/((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5/((1081.35 \times 537 \times 26.53 \times (1 - 7/100)) / (717.8 \times 26.6)) = 0.000666 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0/((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0/((1081.35 \times 537 \times 26.53 \times (1 - 7/100)) / (717.8 \times 26.6)) = 0.002666 \text{ ft}^2$

BOQUILLA SELECCIONADA											
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$						(x) No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$					
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$						() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$					
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((717.8/28.994 \times 26.53)) \times (\Delta p)^{0.5} = 67.8 (\Delta p)^{0.5}$											
$Qm = An \times (Tm/Ts) \times (Ps/(Pm-Pwc)) \times (1 - (Bws/100)) \times 60 \times vs$											
$Qm = 0.0007669 (537/717.8) \times (26.53/(26.6-0.93520)) \times (1 - (7/100)) \times 60 \times 67.8 (\Delta p)^{0.5}$											
$Qm = 2.243 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
Qm	0.454	0.508	0.556	0.6806	0.6420	0.6881	0.7178	0.7529	0.7863	0.8185	0.8493
ΔH	0.54	0.67	0.80	0.94	1.07	1.23	1.34	1.47	1.61	1.74	1.88
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vlc(\text{mL}) = 125.3469$			$m_n(\text{g}) = 0.4632$			$Pg (\text{in H}_2\text{O}) = 0.01$			$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.074$		
$Ts(^{\circ}\text{R}) = 735.083$			$Tm(\text{R}) = 554.125$			$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.01$			$\theta (\text{min.}) = 60$		
$As(\text{ft}^2) = 3.043$			$Vm (\text{ft}^3) = 30.136$			$Y = 1.07$			$Cp = 0.821$		
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro	Cálculo					Resultado		Unidades			
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (Pg / 13.6)$					26.53		in Hg			
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$					26.60		in Hg			
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = YxV_{mx}(T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$					27.32		ft^3			
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1x(V_f - V_i) + K2x(W_f - W_i)$					5.90		ft^3			
Volumen medido a condiciones de referencia: V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$					27.786		ft^3			
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$					5.90		%			
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32x(\%O_2) + 0.44x(\%CO_2) + 0.28x(\%N_2 + \%CO)$					29.82		g/g-mol			
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$					27.72		g/g-mol			
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = KpxCpx(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{MsxPs}})$					19.06		ft/s			
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vsxAsx60$					3481.04		ft^3/min			

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Qs(std)$	$Qs_{(std)} = Qs_{(A)} \times (T_{std} / T_s) \times (P_s / P_{std})$	2217.14	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times V_{sx} \times A_n}$	99.19	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $Vgh(std)$	$Vgh_{(std)} = V_{wc_{(std)}} + V_{m_{(std)}}$	33.22	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $Vgh(A)$	$Vgh_{(A)} = Vgh_{(std)} \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	52.16	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{REF}	$C_{REF} = m_n / (V_{m_{(std)}} \times 537 / 528)$	0.016671	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $Cs(A)$	$Cs_{(A)} = \left(m_n / Vgh_{(A)} \right)$	0.0088807	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{REF} \times Qs_{(std)} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	2.25555	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

Aplicando la normatividad vigente, se determinan los siguientes resultados.

Artículos aplicados para el cálculo de la norma.

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 0.437 $E = 4.0 \times P^{0.425} \quad 0.1 < P < 1.0$	2.8136 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.9261 \times 2.8136 \text{ Kg./H}$	2.6057 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	2.6057 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 2.6057 Kg./H		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para las condiciones de funcionamiento de la caldera de LA EMPRESA BRITILANA BENREY, es de 2.6057 Kg./H, y la emisión total de partículas (ETP) fue de 2.25555 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{2.25555 \text{ kilos/h} < 2.6057 \text{ kilos/h}} \end{array}$$

La emisión de material particulado por chimenea se encuentra por debajo de la norma vigente (Decreto 02 de 1982).

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La chimenea de la Caldera de la empresa BRITILANA BENREY S.A., posee una chimenea con una altura de 15.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera de la empresa BRITILANA BENREY S.A. cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

UNION TEMPORAL

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

Britilana Benrey S.A.

4. TABLAS DE CAMPO

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones
atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de
Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha: Mayo-07-99		Empresa: Britilana Benrey S.A.											
Representante de la empresa: 25 09-05/99													
Representante de la autoridad ambiental:													
Representante de la empresa consultora: Wilson Grijales													
Hora inicial: 09:50		Hora Final: 11:30											
DATOS DE CAMPO													
Altura de chimenea (m)	15	Diámetro interno (cm)	60	Área transversa (Pie ²)	3.0430								
Diámetro boquilla (pulg)	3/8"	Área boquilla (Pie ²)	0.0007669	Distancia A (m)	4.10	$\frac{A}{B} = 6.85$							
Distancia B (m)	7.33	$\frac{B}{A} = 12.22$	Número de puntos	12	Tiempo/Punto	5"							
Presión barométrica	26.53	Temperatura ambiente	77°F	25°C									
Chimenea procedente de:	Caldera #1		Horno	Otro									
Combustible empleado	Crudo de Castilla				Niple = 12 cm								
Consumo													
Poder Calórico													
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
% diámetro	14.4	14.6	29.6	70.4	35.4	95.2							
Distancia (X)	14.6	20.8	29.8	54.2	63.2	69.4							
Factor de corrección de S - Pitot (Cp _s)							0.821						
Volumen inicial del agua (mL) (A)							200 ml						
Volumen Final del agua (mL) (B)							320 ml						
Volumen de agua condensada (mL) (B-A) = E							120						
Peso inicial de silica gel (g) (C)							194.3573 g						
Peso final de silica gel (g) (D)							199.7042 g						
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)							5.3469 ml						
Volumen total de agua (mL) = (E+F)							125.3469 ml						
Peso inicial del papel filtro (g) (G)							0.5200 g						
Peso final del papel filtro (g) (H)							0.8075 g						
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)							0.2875 g						
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)							40 ml						
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)							58.5352 g						
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)							58.7611 g						
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)							0.1759 g						
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)							0.4634 g						
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)							0.0002 g						
Peso neto de partículas (g) (S-P)							0.4632 g						

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA

% CO ₂ 8.16	% CO 0.163	% O ₂ 12.9
% N ₂ 78.777	SO ₂ (ppm) 182	NO _x (ppm) 233
Ts = T'm + 460 (°R) 717.83	Tm = T'm + 460 = 537	Ps = Pbar + Pg/13.6
Pm = Pbar + ΔH/13.6 26.6	W 7 %	Ms = 28.9941 MH = 29.8216
DATOS MUESTREO PRELIMINAR		pwc = 0.9357

Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	147	197	303	368	294	238			257.83
Tm'	77	77	77	77	77	77			77
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			0.01
Δp	0.06	0.06	0.06	0.08	0.09	0.08			0.0765
Qm: 2.27√Δp	Vs		Boquilla a emplear 3/8						

DATOS DURANTE EL MUESTREO

Volumen inicial (Pie ³) 846.698				Volumen Final (Pie ³) 876.834			
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H ₂ O
1	0.07	0.01	120	82	78	540	0.94
2	0.07	0.01	173	89	78	543.5	0.94
3	0.06	0.01	232	96	81	548.5	0.90
4	0.07	0.01	259	101	82	551.5	0.94
5	0.06	0.01	273	104	84	554	0.80
6	0.06	0.01	287	108	86	557	0.80
7							
8							
9							
10							
11							
12							
1	0.10	0.01	359	111	87	559	1.34
2	0.09	0.01	399	104	89	556.5	1.27
3	0.10	0.01	393	104	89	556.5	1.34
4	0.08	0.01	365	118	89	559.5	1.07
5	0.07	0.01	245	113	91	562	0.94
6	0.07	0.01	201	112	91	561.5	0.94
7							
8							
9							
10							
11							
12							
Promedio	0.0738	0.01	735.08			554.125	1.0067

$$A_1 = 0.0006326$$

$$A_2 = 0.002530$$

$$\%T = 101$$

$$\text{Boq: } 3/8 \Rightarrow A = 0.0007669 \rightarrow Q_m = 2.27\sqrt{\Delta p}$$

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
Britilano Benrey	
FOCO DE EMISIÓN	
Caldera # 1	
POTENCIA :	400 HP 350 HP
COMBUSTIBLE	Carbón de Castilla
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Particulas Gases de combustión
EQUIPO DE CONTROL :	
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	
Con andamio se llega al punto de muestreo	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

A_n : Area de la boquilla (Pie^2).

A_s : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

$C_{(SO_2)}$: Concentración de SO_2 en los gases de emisión, (ppm).

$C_{(NO_x)}$: Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

$C_s(std)$: Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie^3 .

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

$C_{s(A)}$: Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).

$E_{(A)}$: Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/ 10^6 kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

H_f : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocinetismo, (%).

K_p : Constante del tubo pitot.

K_1 : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie^3/ml).

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.4 CLÍNICA SEBASTIÁN DE BELARCÁZAR - COLSANITAS S.A.

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
CLINICA COLSANITAS S.A. - CALI
Mayo de 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	2
<u>2. EVALUACION DE EMISION CALDERA</u>	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	8

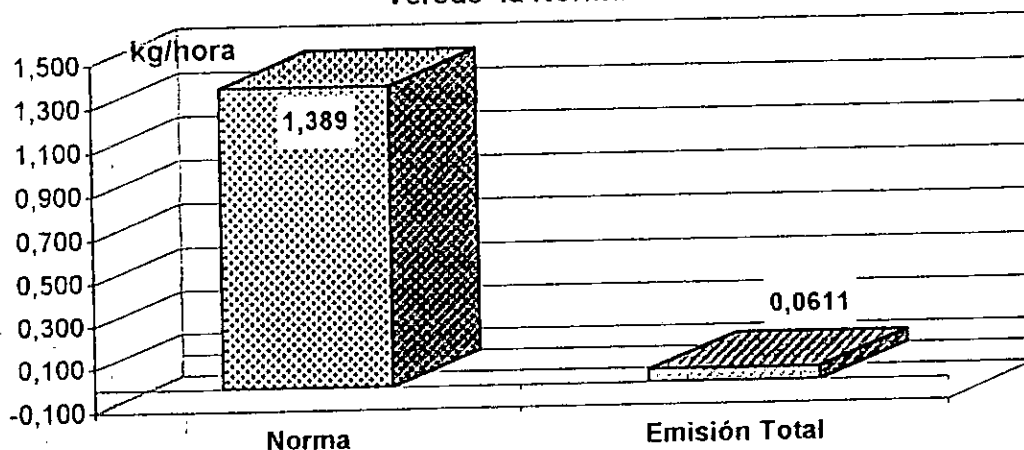
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera No.1- Marca COLMAQUINAS - 150 psi, de la CLINICA COLSANITAS S.A. la cual utiliza como combustible ACPM.

El trabajo de campo se realizó el día 03 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea de la caldera fue de 0.06108 Kg/h, La norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 1.3892 Kg/Hora.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión de partículas se encuentra muy por debajo de la norma vigente, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por la Chimenea de la Caldera Clínica Colsanitas S.A.
Versus la Norma



La chimenea de la Caldera de la CLINICA COLSANITAS S.A., posee una chimenea con una altura de 44.8 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera de la CLINICA COLSANITAS S.A. cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : Clínica Colsanitas S.A.

Dirección : Av. 4N # 7N-81 - Cali

Teléfono : (092) 667-02-03

Fuente : Caldera (1) - COLMAQUINAS - 150 psi - ACPM.

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 44.8 m.
 Diámetro : 0.30 m.
 Area salida: 0.761 ft²

Distancia A: 12.57 m.
 Distancia B: 16 m.
 Longitud niple: 0 m.

A/Diámetro : 41.9
 B/Diámetro : 53.3
 Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	1.32 <1"	4.38	8.9	21.1	25.6	28.7 <1"						

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 12.2
 %CO: 0.0012
 %O₂: 11.6

Bws (%): 5.0
 Pbar (in Hg): 26.53
 Tm (R): 538

Cp: 0.821 Y: 1.07
 CSO₂ (ppm): 59
 CNO_x (ppm): 22

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	106	107	105	104								
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01								
Δp	0.02	0.02	0.01	0.02								

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 105.5 + 460

Ts = 565.5 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm = Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (12.2 + 0.0012 + 11.6) = 76.1988$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 12.2 \times 0.44 + 0.0012 \times 0.28 + 11.6 \times 0.32 + 76.199 \times 0.28 = 30.416 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 30.416 \times (1 - 5/100) + 0.18 \times 5 = 29.795 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.01682 \times 565.5/29.795 \times 0.01682))^{0.5} \times 60 = 461.92 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5/((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5/((461.92 \times 538 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (565.5 \times 26.6)) = 0.001201 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0/((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0/((461.92 \times 538 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (565.5 \times 26.6)) = 0.004804 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA

(X) No. 1, $\phi = (1/2)"$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$	() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((565.5/29.795 \times 26.53)) \times (\Delta p)^{0.5} = 59.36 (\Delta p)^{0.5}$$

$$Qm = An \times (Tm/Ts) \times (Ps/(Pm-Pwc)) \times (1 - (Bws/100)) \times 60 \times vs$$

$$Qm = 0.001363 (538/565.5) \times (26.53/(26.6-0.9666)) \times (1 - (5/100)) \times 60 \times 59.36 (\Delta p)^{0.5}$$

$$Qm = 4.541 (\Delta p)^{0.5}$$

Δp	0.005	0.010	0.015	0.02	0.025	0.03	0.035	0.04	0.045	0.05	0.06
Qm	0.325	0.4597	0.5630	0.6500	0.7270	0.796	0.860	0.9194	0.9752	1.028	1.126
ΔH	0.27	0.55	0.82	1.099	1.370	1.650	1.900	2.200	2.500	2.750	3.300

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$Vic(mL) = 57.2697$	$m_n(g) = 0.1131$	$P_g (\text{in H}_2\text{O}) = 0.01$	$\Delta p (\text{in H}_2\text{O}) = 0.021$
$Ts(^{\circ}R) = 573.125$	$Tm(R) = 551.00$	$\Delta H (\text{in H}_2\text{O}) = 1.24$	$\theta (\text{min.}) = 64$
$As(\text{ft}^2) = 0.761$	$Vm (\text{ft}^3) = 39.82$	$Y = 1.07$	$Cp = 0.821$

2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.62	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	36.33	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$	2.70	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	36.946	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	2.7	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2) + \%CO$	30.42	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$	29.56	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	8.77	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times As \times 60$	400.26	ft^3/min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	326.98	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{sx}} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{\text{mx}} V_{\text{mx}} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{sxv}} \times A_n}$	104.13	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	39.02	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{sx}} 29.92}{P_{\text{sx}} 528}$	47.77	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{REF}	$C_{\text{REF}} = m_n / (V_m(\text{std}) * 537 / 528)$	0.003061341	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_s(A)$	$C_s(A) = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.0023676	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{\text{REF}} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 * 528)$	0.06108	kg/h

3 ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

Aplicando la normatividad vigente, se determinan los siguientes resultados.

Artículos aplicados para el cálculo de la norma.

ARTICULO	FORMULA	RESULTADO
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 0.0167 $E=1.5 \quad P<0.1$	1.5 Kg./H
Artículo 42	$E' = 0.9261 \times 1.5 \text{ Kg./H}$	1.3892 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	1.3892 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 1.3892 Kg./H		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para las condiciones de funcionamiento de la caldera de CLINICA COLSANITAS S.A., es de 1.3892 Kg./H, y la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.06108 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.06108 \text{ kilos/h} < 1.3892 \text{ kilos/h}} \end{array}$$

La emisión de material particulado por chimenea se encuentra muy por debajo de la norma vigente (Decreto 02 de 1982).

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La chimenea de la Caldera de la CLINICA COLSANITAS S.A., posee una chimenea con una altura de 44.8 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera de la CLINICA COLSANITAS S.A. cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

UNION TEMPORAL

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

Clínica Colsanitas S.A.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : <i>Novo - 03 - 70</i>		Empresa : <i>CLINICA CALDERA MAT S.A.</i>	
Representante de la empresa :			
Representante de la autoridad ambiental:			
Representante de la empresa consultora : <i>Unión Temporal</i>			
Hora inicial : <i>17:10</i>		Hora Final : <i>19:00</i>	
DATOS DE CAMPO			
Altura de chimenea (m)	<i>44.8</i>	Diámetro interno (cm)	<i>30</i>
Diámetro boquilla (pulg)	<i>1/8"</i>	Área boquilla (Pie ²)	<i>0.001343</i>
Distancia B (m)	<i>15.0</i>	Número de puntos	<i>12</i>
Presión barométrica	<i>26.53</i>	Temperatura ambiente	<i>25.5</i>
Chimenea procedente de :	Caldera ☒	Horno	☐
Combustible empleado	<i>A.C.B.M.</i>		
Consumo			
Poder Calórico			
Puntos	1	2	3
% diámetro	<i>4.4</i>	<i>14.6</i>	<i>29.6</i>
Distancia (X)	<i>132.4"</i>	<i>4.38</i>	<i>8.9</i>
Factor de corrección de S - Pitot (Cp _s)	<i>0.821</i>		
Volumen inicial del agua (mL) (A)	<i>200</i>		
Volumen Final del agua (mL) (B)	<i>219</i>		
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	<i>219 - 200 = 19</i>		
Peso inicial de silica gel (g) (C)	<i>191.0221</i>		
Peso final de silica gel (g) (D)	<i>200.2143</i>		
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	<i>200.2143 - 191.0221 = 9.1922</i>		
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	<i>9.1922 + 19 = 28.1922</i>		
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	<i>0.6141</i>		
Peso final del papel filtro (g) (H)	<i>0.7143</i>		
Peso de partículas en el filtro = (H-G) = (L)	<i>0.7143 - 0.6141 = 0.1002</i>		
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	<i>40</i>		
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	<i>62.7262</i>		
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	<i>62.8221</i>		
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	<i>62.8221 - 62.7262 = 0.0959</i>		
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	<i>0.1002 + 0.0959 = 0.1961</i>		
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	<i>0.0002</i>		
Peso neto de partículas (g) (S-P)	<i>0.1961 - 0.0002 = 0.1959</i>		

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA									
% CO ₂	12.2	% CO	0.0012	% O ₂	11.6				
% N ₂	26.1958	SO ₂ (ppm)	59	NO _x (ppm)	22				
Ts = T'm + 460 (°R)	565.5	Tm = T'm + 460	538	Ps = Pbar + Pg/13.6	26.5				
Pm = Pbar + ΔH/13.6	26.4	W	5%	Ms	29.205				
DATOS MUESTREO PRELIMINAR									
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	106	107	105	104					105.5
Tm'	78	78	78	78					78
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01					0.01
Δp	0.02	0.02	0.01	0.02					0.0165
Qm:	4.0922	Vs						Boquilla a emplear	1/2"
DATOS DURANTE EL MUESTREO									
Volumen inicial (Pie ³)				Volumen Final (Pie ³)					
593.402				533.224					
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH		
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F - °C	°F - °C	°F - °C	°F - °C	"H ₂ O		
1	0.01	0.01	77	78	77	537.5	0.55		
2	0.02	0.01	78	82	78	540	1.10		
3	0.03	0.01	105	87	78	540	1.65		
4	0.03	0.01	124	98	82	551	1.65		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
1	0.03	0.01	136	105	86	555.5	1.65		
2	0.02	0.01	112	109	87	549	1.10		
3	0.01	0.01	100	110	92	551	1.10		
4	0.02	0.01	112	110	92	561	1.10		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
Promedio	0.0215	0.01	103.333			551	1.2390		

$$A_1 = 0.001187$$

$$T = 124.0$$

$$A_2 = 0.004762$$

$$Boq = 1/2 = A = 0.00363$$

$$Q_m = 1.5972 \text{ V.D.P.}$$

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA COLMAGUINAS	DIRECCIÓN
FOCO DE EMISIÓN	
POTENCIA :	150 PSI (presión)
COMBUSTIBLE	ACPM
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Partículas - gases de combustión
EQUIPO DE CONTROL :	N/A
UBICACIÓN PROCESO :	SOTAFAC (Sotafac)
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

- An.** : Area de la boquilla (Pie^2).
As : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.
B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).
C_(SO₂) : Concentración de SO₂ en los gases de emisión, (ppm).
C_(NO_x) : Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).
C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.
C_{s(std)} : Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie^3 .
C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.
CS_(A) : Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).
E_(A) : Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).
E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/10⁶ kcal).
Em : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10⁶ kcal).
E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10⁶ kcal).
H : Altura total de la chimenea (m).
Hf : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).
I : Isocinetismo, (%).
K_p : Constante del tubo pitot.
K_t : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie^3/ml).

4.5 DERIVADOS INDUSTRIALES DEL VALLE

**EVALUACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS
DERIVALLE LTDA - REACTOR 1**

Mayo de 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>2. OBJETIVOS</u>	<u>4</u>
<u>3. METODOLOGIA</u>	<u>5</u>
3.1 MUESTREO DE FUENTES FIJAS PUNTUALES	5
3.2 EQUIPO UTILIZADO	6
<u>4. EVALUACION DE EMISION REACTOR NO. 1</u>	<u>11</u>
4.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	11
4.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	11
4.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	11
4.4 SELECCION DE LA BOQUILLA	11
4.5 CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	12
4.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	12
4.7 DATOS DE LABORATORIO - DIOXIDO DE AZUFRE (SO ₂)	12
4.8 DATOS DE LABORATORIO - NIEBLA ACIDA (NA)	12
4.9 CALCULOS Y RESULTADOS	12
<u>5. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	<u>14</u>
5.1 CALCULO DE LA NORMA	14
5.2 COMPARACION DE LA EMISION CON LA NORMA	15
5.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION CON LA NORMA	15
<u>6. TABLAS DE CAMPO</u>	<u>16</u>
<u>7. EMISIONES DEBIDAS AL MOLINO DE BOLAS (FUENTE DE AREA)</u>	<u>17</u>

1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal **Análisis Ambiental Proinsa Ltda**, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó la evaluación de emisiones de Dioxido de Azufre (SO_2) y Neblinas Acidas (SO_3 , H_2SO_4) en la chimenea del reactor de la empresa **DÉRIVALLE LTDA**. Los reactores son utilizados para la producción de Sulfato de Aluminio en sus diversas formas.

Los resultados se resumen a continuación :

La emisión total de dióxido de Azufre (SO_2) fue de 3.703 Kg/Tonelada ácido producida. La norma de emisión calculada para las condiciones de funcionamiento de la planta es de 9.261 Kg./tonelada producida. Comparando la emisión con la norma se encuentra que la emisión de dióxido de Azufre es inferior a la norma (Ver Figura 1).

Respecto a la emisión de neblina ácida esta fue de 0.0763 Kg./Tonelada producida. La norma de emisión de neblina ácida calculada para las condiciones de funcionamiento de la planta es de 0.09261 Kg./tonelada producida. Comparando la emisión con la norma se encuentra que la emisión de neblina ácida es inferior a la norma (Ver Figura 2).

FIGURA 1.
REACTOR No.1 - COMPARATIVO EMISION V, NORMA DIOXIDO DE AZUFRE (SO_2)
Mayo de 1999

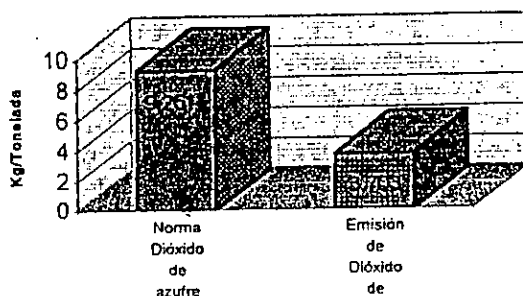
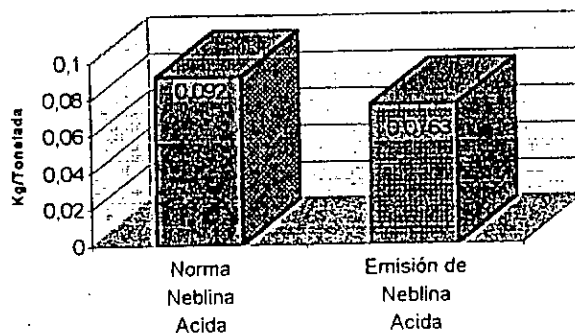


FIGURA 2.
REACTOR No.1 - COMPARATIVO EMISION V_s NORMA PARA NEBLINAS ACIDAS (NA)
Mayo de 1999



Con relación a la altura de emisión, el reactor posee una chimenea con una altura de 26.5 m y de acuerdo a su producción se exige una altura mínima de 25 m (Artículo 76), por lo cual se puede asegurar que cumple con la norma de altura mínima.

2. OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo general, presentar al **Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente - DAGMA**, el informe de la evaluación de fuentes fijas de contaminación del aire en la Empresa **DERIVALLE Ltda.**, ubicada en la Carrera 1D No. 46-05 del municipio de Santiago de Cali.

Entre los objetivos específicos, están los siguientes:

- Cuantificar la concentración de neblina ácida (SO_3 y H_2SO_4) y dióxido de azufre (SO_2) emitidos a través de la chimenea de el reactor.
- Calcular la norma de emisión de neblina ácida y dióxido de azufre de la chimenea antes mencionada.
- Comparar los resultados de la emisión con las normas establecidas en el Decreto 02 de 1982, transitoriamente reglamentario del Decreto 948 de 1995.
- Definir la altura mínima de la chimenea y compararla con la altura real de la fuente de emisión.

3. METODOLOGIA

3.1 MUESTREO DE FUENTES FIJAS PUNTUALES

Para el caso de las fuentes fijas de combustión, tipo calderas y hornos, los muestreos se realizarán en cinco etapas (5), denominadas métodos, los cuales se fundamentan en las publicaciones EPA ATP -0581, Code of Federal Regulations y Decreto 02/82.

La metodología general se describe a continuación :

Método 1 (Número de puntos a muestrear).

Para obtener el número de puntos a muestrear en la sección transversal de cada chimenea, se requiere:

- Cálculo del diámetro interno de la chimenea.
- Altura de la chimenea.
- Distancias del toma muestra a la boca de la chimenea y de éste a la última perturbación (codo, cambio de diámetro, cambio de dirección entre otros).
- Determinar la existencia o no de flujo ciclónico.

Con estos datos se determina el número de puntos de muestreo.

Método 2 (Condiciones de flujo).

Determinación de la velocidad del gas (V_s), rata volumétrica de flujo (Q_s) y la densidad del gas en la chimenea.

Método 3 (Composición del gas).

Determinación de la composición del gas en la chimenea, mediante la medida de los siguientes parámetros:

- % CO₂: Dióxido de carbono.
- % CO: Monóxido de carbono.
- % O₂: Oxígeno.

Todos estos porcentajes serán referidos en volumen.

Método 4 (Porcentaje de humedad)

Determinación del contenido de humedad en el gas de la chimenea.

Método 5 (Medición del contaminante)

Determinación de la emisión de partículas por gravimetría.

3.2 EQUIPO UTILIZADO

Para efectuar los muestreos de campo se emplearán dos (2) equipos muestreadores isocinéticos, compuesto por :

Módulo de Control.

- Medidor de presión a través del orificio.
- Medidor de presión de velocidad.
- Medidor de presión estática y total.
- Medidor de temperaturas.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Derivalle Ltda.

Módulo de Muestreo.

- Zona fría con un tren de impingers.
- Zona caliente con horno y porta filtro.
- Cordón Umbilical.
- Sonda de Muestreo.

También se utilizará un analizador de gases de combustión automático BACHARACH Modelo 300, balanza analítica, reactivos y vidriería. Ver Figura 1 Modelo esquemático del equipo a emplear.

Ecuaciones utilizadas para los cálculos

A continuación se presenta el sistema de ecuaciones utilizadas para los cálculos de los muestreos isocinéticos:

Presión absoluta en chimenea = P_s .

$$P_s = P_b + P_e/13.6$$

P_b = Presión barométrica (pulg de Hg)

P_e = Presión estática (pulg de Hg)

Presión absoluta de medición = P_m

$$P_m = P_b + \Delta P/13.6$$

ΔP = Caída de presión del orificio (Pulg de Hg)

Volumen medido en condiciones estandar = V_{mce}

$$V_{mce} = V_m \times (P_m/29.92) \times (528/T_m) \times K$$

V_m = Volumen del medidor de gas seco en Piés³

P_m = Presión de medición

T_m = Temperatura del medidor en grados Rankine

K = Factor de corrección del medidor de gases secos

Volumen de agua recolectada en los impactadores y en la sílica gel, en condiciones estandar = Vace

$$Vace = K1 (Vf - Vi) + K2 (Pfs - Pis)$$

$$K1 = 0.04707 \text{ Pie}^3/\text{mil}$$

Vf = Volumen final de agua en los impactadores (ml)

Vi = Volumen inicial de agua en los impactadores (ml)

$$K2 = 0.04715 \text{ Pie}^3/\text{gr}$$

Pfs = Peso final de la sílica gel en gramos

Pis = Peso inicial de la sílica gel en gramos

Contenido de humedad en porcentaje = Hum

$$\% \text{ Hum} = \frac{K1 (Vf - Vi) + K2 (Pfs - Pis)}{K1 (Vf - Vi) + K2 (Pfs - Pis) + Vmce} \times 100$$

Peso molecular del gas seco = PMgas

$$PMgas = 0.44 \times \% \text{ CO}_2 + 0.32 \times \% \text{ O}_2 + 0.28 (\% \text{ CO} + \% \text{ N}_2)$$

Peso molecular del gas en condiciones de chimenea = PMhum

$$PMhum = Pmgas \times (1 - \text{Hum}) + 18 \times \text{Hum}$$

Velocidad del gas en la chimenea = Vs

$$Vs = Kp \times Cp \times ((Pv \times Ts) / (Ps \times PMhum))^{0.5}$$

Cp = Coeficiente de calibración del tubo pitot

Pv = Promedio de la presión del pitot en pulgadas de agua

Ts = Temperatura de los gases en la chimenea en grados Rankine

Ps = Presión absoluta en chimenea en pulgadas de mercurio

Gasto en condiciones de chimenea = Qs

$$Qs = Vs \times As \times 60$$

As = Area de la chimenea en Piés²

Gasto en condiciones estandar = Qce

$$Qce = Qs \times (528/Ts) \times (Ps/29.92)$$

Gasto en condiciones de referencia = Qcr

$$Qcr = Qs \times (537/Ts) \times (Ps/29.92)$$

ISOCINETISMO

$$I = \frac{100 \times Ts \{Vcl \times K3 + [(Vm \times Pm \times Y)/Tm]\}}{60 \times Tt \times Vs \times Ps \times An}$$

$$Vlc = (Vf - Vi) + (Pfs - Pis)$$

$$K3 = 0.00268$$

Tt = Tiempo de muestreo en minutos

An = Area de la boquilla utilizada, en Piés²

Volumen de gas húmedo en condiciones estandar = Vgh(ce)

$$Vgh(ce) = Vmce + Vace$$

Volumen de gas húmedo en condiciones de referencia = Vgh(cr)

$$Vgh(cr) = Vgh(ce) \times (537/528)$$

Volumen de gas húmedo en condiciones de chimenea = Vgh(cch)

$$Vgh(cch) = Vgh(ce) \times (Ts/528) \times (29.92/Ps)$$

Concentración de dióxido de azufre = $C(SO_2)$

$$C(SO_2) = 7.05 \times 10^{-5} \times N \times (V_t - V_{tb}) \times V_{sol} / (V_{mce} \times V_a)$$

$C(SO_2)$ = Concentración dióxido de azufre a condiciones de referencia (lb/pie³)

7.05×10^{-5} = Factor de conversión.

N = Normalidad del cloruro de Bario $Ba(ClO_4)_2$.

V_t = Volumen de $Ba(ClO_4)_2$ gastado en la titulación de la muestra (ml).

V_{tb} = Volumen gastado en la titulación del blanco (ml).

V_{sol} = Volumen total de solución de dióxido de azufre (ml).

V_a = Volumen de la alícuota titulada (ml).

V_{mcr} = Volumen de gases muestreados a condiciones de referencia (pie³).

Emission de dióxido de azufre (ESO_2)

$$(ESO_2) = C(SO_2) \times Q_{cr}$$

Concentración de neblina ácida $C(NA)$

$$C(NA) = 1.08 \times 10^{-4} \times N \times (V_t - V_{tb}) \times V_{sol} / (V_{mce} \times V_a)$$

$C(NA)$ = Concentración de neblina ácida a condiciones de referencia (lb/pie³).

1.08×10^{-4} = Factor de conversión.

N = Normalidad del cloruro de Bario $Ba(ClO_4)_2$.

V_t = Volumen de $Ba(ClO_4)_2$ gastado en la titulación de la muestra (ml).

V_{tb} = Volumen gastado en la titulación del blanco (ml).

V_{sol} = Volumen total de solución de neblina ácida (ml).

V_a = Volumen de la alícuota titulada (ml).

V_{mcr} = Volumen de gases muestreados a condiciones de referencia (pie³).

Emission de neblinas ácidas (ENA)

$$(ENA) = C(NA) \times Q_{cr}$$

4. EVALUACION DE EMISION REACTOR No.1

4.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : Derivados Industriales del Valle, DERIVALLE Ltda.

Dirección : Carrera 1D No. 46-05 - Cali.

Teléfono : (928) 29 87 37

Fuente : Chimenea Reactor No.1.

4.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura 26.5 m. Distancia A: 18.80 m. A/Diámetro : 49.47
Diámetro : 0.38 m. Distancia B: 2.80 m. B/Diámetro : 7.36
Area salida: 1.2207 ft² Longitud niple: 0.10 m. Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	11.67 <1"	15.6	21.25	36.75	42.45	46.33 <1"						

4.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 0 Bws (%): 10 Cp : 0.821 Y: 1.07
%CO: 0.0005 Pbar (in Hg): 26.53
%O₂: 20.6 Tm (R): 548

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	94	102	149	98								
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01								
Δp	0.03	0.06	0.06	0.07								

4.4 SELECCION DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460 Ps = Pbar+Pg/13.6 Pm=Pbar+ΔH/13.6
Ts = 110.8 + 460 Ps = 26.53 + 0.01/13.6 Pm = 26.53 + 1/13.6
Ts = 570.8 °R Ps = 26.53 in Hg Pm = 26.60 in Hg

%N₂ = 100 - (%CO₂ + %CO + %O₂) = 79.3995

Md = %CO₂ x 0.44 + % CO x 0.28 + % O₂ x 0.32 + %N₂ x 0.28

Md = 28.824 g/g-mol

Ms = Md x (1 - Bws/100) + 0.18 x Bws

Ms = 27.742 g/g-mol

vs = Kp x Cp x ((Δp x Ts / Ms x Ps))^{0.5} x 60

vs = 849.21 ft/min

An1 = 0.5 / ((vs x Tm x Ps x (1 - Bws/100)) / (Ts x Pm))

An1 = 0.00068 ft²

An2 = 2.0 / ((vs x Tm x Ps x (1 - Bws/100)) / (Ts x Pm))

An2 = 0.00273 ft²

BOQUILLA SELECCIONADA

() No. 1, φ = (1/2)", An = 0.001363 ft ²	() No. 4, φ = (3/8)", An = 0.0007669 ft ²
(X) No. 2, φ = (5/16)", An = 0.0005326 ft ²	() No. 5, φ = (7/16)", An = 0.001043 ft ²
() No. 3, φ = (1/4)", An = 0.000340 ft ²	

4.5 CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$vs = 62.49 (\Delta p)^{0.5}$$

$$Qm = An \times (Tm/Ts) \times (Ps/(Pm-Pwc)) \times (1 - (Bws/100)) \times 60 \times vs$$

$$Qm = 1.809 (\Delta p)^{0.5}$$

Δp	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	
Qm	0.18	0.26	0.31	0.36	0.40	0.44	0.48	0.51	0.54	0.57	
ΔH	0.085	0.170	0.255	0.340	0.426	0.511	0.596	0.681	0.766	0.851	

4.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$Vlc(mL) = 4.0891$	$m_n(g) =$	$Pg \text{ (in } H_2O) = 0.010$	$\Delta p \text{ (in } H_2O) = 0.058$
$Ts(^{\circ}R) = 617.375$	$Tm(R) = 582.813$	$\Delta H \text{ (in } H_2O) = 0.5107$	$\theta \text{ (min)} = 64$
$As(ft^2) = 1.2207$	$Vm(ft^3) = 27.982$	$Y = 1.07$	$Cp = 0.821$

Producción de Sulfato de Aluminio

CANTIDAD (Kg)	JORNADA
16.000	24 HORAS

4.7 DATOS DE LABORATORIO - DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)

$N \text{ (meq/mL)} = 0.0530$	$Vsol_{(SO_2)} \text{ (mL)} = 184$
$Vt \text{ (mL)} = 38.4$	$Va \text{ (mL)} = 10.0$
$Vtb \text{ (mL)} = 0.0$	$Vmcr \text{ (pie}^3\text{)} = 24.53$
$C(SO_2) = 7.05 \times 10^{-5} \times N \times (Vt - Vtb) \times (Vsol_{(SO_2)} / va) \times Vmcr$	
$C(SO_2) = 0.00010764 \text{ lib/pie}^3$	
$E(SO_2) = C(SO_2) \times Qcr \times 60 \times 24 \times 0.454 / \text{Producción}$	
$E(SO_2) = 3.703 \text{ Kg/Ton.}$	

4.8 DATOS DE LABORATORIO - NIEBLA ACIDA (NA)

$N \text{ (meq/mL)} = 0.0530$	$Vsol_{(NA)} \text{ (mL)} = 250$
$Vt \text{ (mL)} = 1.9$	$Va \text{ (mL)} = 50.0$
$Vtb \text{ (mL)} = 0.00$	$Vmcr \text{ (pie}^3\text{)} = 24.53$
$C(NA) = 1.08 \times 10^{-4} \times N \times (Vt - Vtb) \times (Vsol_{(SO_2)} / va) \times Vmcr$	
$C(NA) = 0.00000222 \text{ lib/pie}^3$	
$E(NA) = C(NA) \times Qcr \times 60 \times 24 \times 0.454 / \text{Producción}$	
$E(NA) = 0.0763 \text{ Kg/Ton.}$	

4.9 CALCULOS Y RESULTADOS

PARAMETRO	CALCULO	RESULTADO	UNIDADES
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.57	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = YxVm_x(Tstd / Tm) \times (Pm / Pstd)$	24.12	ft ³
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1x(Vf - Vi) + K2x(Wf - Wi)$	0.19	ft ³

Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(Std)} \times 537 / 528$	24.526	ft ³
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times V_{wc(Std)}}{V_{wc(Std)} + V_{m(Std)}}$	0.79	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = Md	$Md = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2 + \%CO)$	28.82	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = Ms	$Ms = Md \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$	28.74	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = KpxCpx \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{MsxPs}} \right)$	15.16	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Qs(A)$	$Qs(A) = vsxAsx60$	1110.13	ft ³ /min
Caudal en condiciones estándar = $Qs(Std)$	$Qs(Std) = Qs(A) \times \left(\frac{T_{Std}}{Ts} \right) \times \left(\frac{Ps}{P_{Std}} \right)$	841.87	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{tc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx}}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times vsxAn}$	103.28	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $Vgh(Std)$	$Vgh(Std) = V_{wc(Std)} + V_{m(Std)}$	24.31	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $Vgh(A)$	$Vgh(A) = Vgh(Std) \times \frac{T_{sx} \times 29.92}{Psx528}$	32.05	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = CREF	$C_{REF} = \left(m_n / V_{(REF)} \right)$	0.021202	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $Cs(A)$	$Cs(A) = \left(m_n / Vgh(A) \right)$	0.016223	g/ft ³
Concentración de dióxido de Azufre = $C(SO_2)$	$C_{(SO_2)} = 7.05 \times 10^{-5} \times N \times (Vt - Vtb) \times (Vsol_{(SO_2)} / va) \times Vcmr$	0.00010764	lib/pie ³
Concentración de Neblina Acida = $C(NA)$	$C_{(NA)} = 1.08 \times 10^{-4} \times N \times (Vt - Vtb) \times (Vsol_{(SO_2)} / va) \times Vcmr$	0.00000222	lib/pie ³
Emisión de dióxido de Azufre = $E(SO_2)$	$E_{(SO_2)} = C_{(SO_2)} \times Qcr \times 60 \times 24 \times 0.454 / Producción$	3.703	Kg/Tonelada
Emisión de Neblina Acida = $E(NA)$	$E_{(NA)} = C_{(NA)} \times Qcr \times 60 \times 24 \times 0.454 / Producción$	0.0763	Kg/Tonelada

5. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

5.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

De acuerdo con este mandato, la norma de emisión aplicable es la del Decreto 02/82, Capítulo 5, que contiene "De las normas de emisión de dióxido de azufre (SO_2) y neblina ácida (SO_3 y H_2SO_4) para algunas fuentes artificiales", Artículos 76 a 78.

Aplicando el Artículo 76 para capacidades instaladas de producción menores a 50 toneladas por día (la producción de **DERIVALLE Ltda.**, el día que se ejecutó el muestreo fue de 16 toneladas), se tiene una norma de emisión para dióxido de azufre y neblina ácida de:

Tabla 5.1
Norma de emision de Dióxido de azufre - $E(SO_2)$

ARTICULO	FORMULA	RESULTADO
Artículos 76	Norma de emisión aplicada. Producción (P): 16 Ton/día $E(SO_2) = 10 \text{ Kg/Ton}$	10 Kg./Ton
Artículo 42	$E' = 0.9261 \times 10 \text{ Kg/Ton}$	9.261 Kg./Ton
Artículos 74, 75	$E' = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	9.261 Kg./Ton
Norma de Emisión final corregida: 9.261 Kg./Ton		

Tabla 5.2
Norma de emision de Neblina ácida - E(NA)

ARTICULO	FORMULA	RESULTADO
Articulos 76	Norma de emisión aplicada. Producción (P): 16 Ton/día $E(NA) = 0.10 \text{ Kg/Ton}$	0.10 Kg./Ton
Artículo 42	$E' = 0.9261 \times 0.10 \text{ Kg/Ton}$	0.09261 Kg./Ton
Articulos 74, 75	$E' = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	0.09261 Kg./Ton
Norma de Emisión final corregida: 0.09261 Kg./Ton		

5.2 COMPARACION DE LA EMISION CON LA NORMA

La chimenea de **DERIVALLE Ltda.**, presenta una emisión de dióxido de azufre de 3.703 Kg./tonelada de ácido producida.

La norma de emisión de calculada para dióxido de azufre de la chimenea de **DERIVALLE Ltda.**, es de 9.261 Kg./ton por lo tanto comparando la norma con la emisión se tiene:

$$\begin{array}{l} \text{Emisión Vs. Norma} \\ \underline{3.703 < 9.261} \end{array}$$

Respecto a la emisión de neblinas ácidas por chimenea esta fue de 0.0763 Kg./tonelada producida.

La norma de emisión calculada para neblinas ácidas de la chimenea de **DERIVALLE Ltda.**, es de 0.09261 Kg./ tonelada producida, comparando la norma con la emisión se tiene:

$$\begin{array}{l} \text{Emisión Vs. Norma} \\ \underline{0.0763 < 0.09261} \end{array}$$

5.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION CON LA NORMA

La altura de emisión de la chimenea de la empresa **DERIVALLE Ltda.** es de 26.5 m. El Artículo 76 establece la altura mínima en metros del punto de descarga de acuerdo a la capacidad de producción en tonelada/día. La producción reportada por la empresa para el día de muestreo (Abril 27 de 1999) fue de 16 ton/día su altura mínima por norma es de 25 m. por lo cual se puede afirmar que la altura de emisión de la empresa **DERIVALLE Ltda.** cumple con la altura mínima de descarga dictada por la norma.

UNION TEMPORAL

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

Derivalle Ltda.

6. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : Abril - 29 - 99		Empresa : (Ingeniería Ambiental) - DERIVALL										
Representante de la empresa :												
Representante de la autoridad ambiental:												
Representante de la empresa consultora : WILTON FERNANDEZ												
Hora inicial : 15:00						Hora Final : 15:00						
DATOS DE CAMPO												
Altura de chimenea (m) 26.5		Diámetro interno (cm) 36		Área transversa (Pie ²) 1.2207		Diámetro boquilla (pulg) 5/16"		Área boquilla (Pie ²) 0.00054		Distancia A (m) 18.50		
Distancia B (m) 2.80		Número de puntos 12 (8)		Tiempo/Punto 8		Presión barométrica 26.53		Temperatura ambiente 27°C				
Chimenea procedente de :		Caldera		Horno		Otro * (REACTOR)						
Combustible empleado												
Consumo												
Poder Calórico												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% diámetro	1.0	14.6	39.6	50.1	55.1	59.1						
Distancia (X)	11.6521	15.6	21.05	26.05	31.05	36.05						
Factor de corrección de S - Pitot (Cp _s)						0.821						
Volumen inicial del agua (mL) (A)												
Volumen Final del agua (mL) (B)												
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)												
Peso inicial de silica gel (g) (C)												
Peso final de silica gel (g) (D)												
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)						4.089						
Volumen total de agua (mL) = (E+F)						4.089						
Peso inicial del papel filtro (g) (G)												
Peso final del papel filtro (g) (H)												
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)												
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)												
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)												
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)												
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)												
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)												
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)												
Peso neto de partículas (g) (S-P)												

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA									
% CO2	0		% CO	0.0005		% O2	20.6		
% N2	79.3005		SO ₂ (ppm)	-		NO _x (ppm)	-		
Ts = T'm + 460 (°R)	570.8		Tm = T'm + 460	528		Ps = Pbar + Pg/13.6 =	26.53		
Pm = Pbar + ΔH/13.6	26.6		W	10.1		Ms	27.742		
DATOS MUESTREO PRELIMINAR									
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	94	107	149	98					
Tm'	88	88	88	88					
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01					
Δp	0.03	0.06	0.06	0.03					
Qm:	1.809 VLP1		Vs	62.49 VLP1		Boquilla a emplear : 5/16			
DATOS DURANTE EL MUESTREO									
Volumen inicial (Pie ³)			367.178		Volumen Final (Pie ³)			392.16	
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH		
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H ₂ O		
1	0.04	0.01	104	108	88		0.310		
2	0.05	0.01	149	124	88		0.426		
3	0.09	0.01	166	142	88		0.761		
4	0.08	0.01	127	148	88		0.681		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
1	0.02	0.01	121	150	110		0.596		
2	0.06	0.01	142	150	119		0.811		
3	0.05	0.01	158	150	116		0.823		
4	0.04	0.01	134	152	110		0.810		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
Promedio	0.058	0.01	617.375	600.375	565.250	582.813	0.5107		

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
FOCO DE EMISIÓN	
POTENCIA :	
COMBUSTIBLE	
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS :	
EQUIPO DE CONTROL :	
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

A_n : Area de la boquilla (Pie^2).

A_s : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

$C_{(SO_2)}$: Concentración de SO_2 en los gases de emisión, (ppm).

$C_{(NO_x)}$: Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

$C_s(std)$: Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie^3 .

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

$C_{s(A)}$: Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).

$E_{(A)}$: Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/ 10^6 kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

H_f : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocinetismo, (%).

K_p : Constante del tubo pitot.

K_1 : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie^3/ml).

7. EMISIONES DEBIDAS AL MOLINO DE BOLAS (FUENTE DE AREA)

CALCULO DE LA CARGA CONTAMINANTE

El calculo de la carga contaminante (emisión), es la suma de las fuentes detectadas al interior de la planta, la emisión fija por chimenea incluye los vapores azufrados, las emisiones de área por almacenamiento y triturado de materiales involucran material particulado. La emisión por área se estima mediante muestreo de alto volumen, instalando el equipo por un período que cubra las operaciones productivas de la planta.

Emisión de área : (Partículas) $= 2.5 \text{ m/s} \times (30 \times 20) \text{ m}^2 \times 3600 \text{ s/H} \times 3074.07 \text{ } \mu\text{g/m}^3 \times \text{kg./}10^9 \mu\text{g.}$

Emisión de área : 16.6 Kg de partículas/H.

4.6 HOTEL INTERCONTINENTAL

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
HOTEL INTERCONTINENTAL S.A. - CALI
Mayo de 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. EVALUACION DE EMISION CALDERA	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	6
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

1. RESUMEN

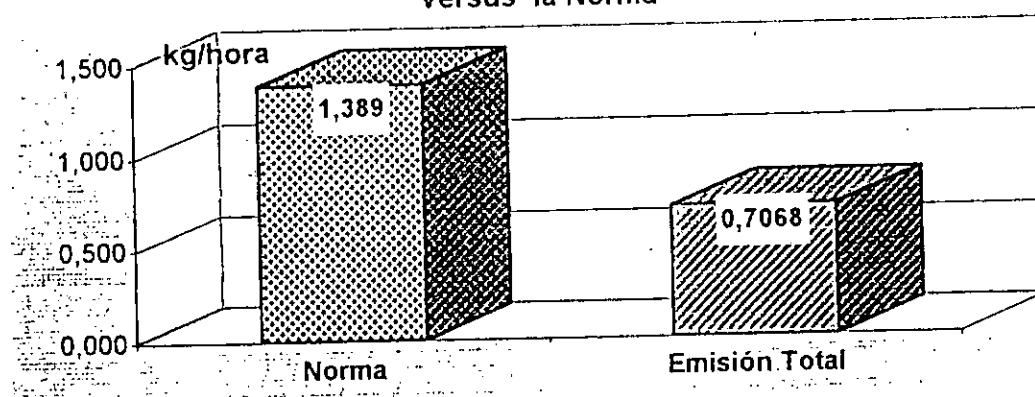
El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera DISTRAL del HOTEL INTERCONTINENTAL, la cual tiene una capacidad de 105 psig, su potencia de trabajo es de 400 HP y utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 13 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea de la caldera fue de 0.70676 Kg/h, La norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 1.3892 Kg./H.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión esta por debajo de la norma vigente, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1

Emisión total de partículas por la Chimenea de la Caldera Hotel Intercontinental S.A.
Versus la Norma



La chimenea de la Caldera del HOTEL INTERCONTINENTAL S.A., posee una chimenea con una altura de 40.5 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera del HOTEL INTERCONTINENTAL S.A. cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : HOTEL INTERCONTINENTAL S.A.

Dirección : Avenida Colombia No. 2 - 72 - Cali

Teléfono : (092) 882 32 25

Fuente : Caldera Distral - 400 HP - 105 psig - Crudo de Castilla

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 40.5 m.

CIMENEA RECTANGULAR

Longitud : 1.15 m

Ancho : 0.87 m

Diámetro equivalente : 87.03 m.

Area salida: 6.4032 ft²

Distancia A: 0.80 m.

Distancia B: 37.0 m.

Longitud niple: 0.12 m.

A/Diámetro : 0.92

B/Diámetro : 42.5

Total de puntos: 24

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam												
Marca (cm)	4.4	13.1	21.9	30.6	39.4	48.1	56.9	65.6				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 6.9

%CO: 0.005

%O₂: 11.7

Bws (%): 8.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 540

Cp: 0.821 Y: 1.07

CSO₂ (ppm): 472CNO_x (ppm): 164

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	320	342	379	391	393	406	420	435	450	462	479	466
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Δp	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 440.7 + 460

Ts = 900.7 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (6.9 + 0.005 + 11.7) = 81.395$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 6.9 \times 0.44 + 0.005 \times 0.28 + 11.7 \times 0.32 + 81.395 \times 0.28 = 29.572 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 29.572 \times (1 - 8/100) + 0.18 \times 8 = 28.646 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.07278 \times 900.7 / 28.646 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1236.80 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5 / ((1236.8 \times 540 \times 26.53 \times (1 - 8/100)) / (900.7 \times 26.6)) = 0.000735 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0 / ((1236.8 \times 540 \times 26.53 \times (1 - 8/100)) / (900.7 \times 26.6)) = 0.002940 \text{ ft}^2$

BOQUILLA SELECCIONADA	
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	(X) No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((900.7/28.646 \times 26.53)) \times (\Delta p)^{0.5} = 76.41 (\Delta p)^{0.5}$											
$Q_m = A_n \times (T_m/T_s) \times (P_s/(P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws}/100)) \times 60 \times vs$											
$Q_m = 0.0007669 (540/900.7) \times (26.53/(26.6 - 1.032)) \times (1 - (8/100)) \times 60 \times 76.41 (\Delta p)^{0.5}$											
$Q_m = 2.038 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
Q_m	0.2038			0.4076	0.4557	0.4992	0.5392	0.5764	0.6114	0.6445	0.6759
ΔH				0.43	0.54	0.65	0.76	0.86	0.97	1.08	1.19

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_{lc}(mL) = 106.6065$	$m_n(g) = 0.1558$	$P_g(\text{in } H_2O) = 0.01$	$\Delta p(\text{in } H_2O) = 0.092$
$T_s(^{\circ}R) = 770.167$	$T_m(R) = 554.417$	$\Delta H(\text{in } H_2O) = 1.00$	$\theta(\text{min.}) = 120$
$As(ft^2) = 6.403$	$V_m(ft^3) = 72.98$	$Y = 1.07$	$C_p = 0.821$

2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.60	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	66.12	ft ³
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$	5.02	ft ³
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	67.252	ft ³
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	5.02	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2 + \%CO)$	29.57	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	28.76	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	21.40	ft/S
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times A_s \times 60$	8223.64	ft ³ /min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	4999.20	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sxv} \times A_n}$	99.05	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	71.14	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	117.03	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{REF}	$C_{REF} = m_n / (V_m(\text{std}) * 537 / 528)$	0.00231376	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_s(A)$	$C_s(A) = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.0013313	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{REF} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.65688	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes las normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

Aplicando la normatividad vigente, se determinan los siguientes resultados.

Artículos aplicados para el cálculo de la norma.

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 0.0120 $E = 1.5 \cdot P < 0.1$	1.5 Kg./H
Artículo 42	$E' = 0.9261 \times 1.5 \text{ Kg./H}$	1.38915 Kg./H
Artículos 74, 75	$E' = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	1.38915 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 1.38915 Kg./H		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para las condiciones de funcionamiento de la caldera del HOTEL INTERCONTINENTAL S.A., es de 1.38915 Kg./H, y la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.70676 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

Emisión vs Norma

0.70676 kilos/h < 1.38915 kilos/h

La emisión de material particulado por chimenea se encuentra por debajo de la norma vigente (Decreto 02 de 1982).

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La chimenea de la Caldera del HOTEL INTERCONTINENTAL S.A., posee una chimenea con una altura de 40.5 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la Chimenea de la caldera del HOTEL INTERCONTINENTAL S.A. cumplen con la Norma de Altura mínima permisible.

UNION TEMPORAL
ANALISIS AMBIENTAL PROJNSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1
Hotel Intercontinental S.A.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : Mayo - 13 - 99		Empresa : Hotel Intercontinental										
Representante de la empresa :												
Representante de la autoridad ambiental :												
Representante de la empresa consultora : Wilson Grajales												
Hora inicial : 13:35		Hora Final : 16:20										
DATOS DE CAMPO												
Altura de chimenea (m) 110.5	Diámetro interno (cm) $D_c = 87.03$	Área transversa (Pie ²) 6.4032										
Diámetro boquilla (pulg) 3/8	Área boquilla (Pie ²) 0.0007669	Distancia A (m) 0.80 $\frac{1}{2} = 0.92$										
Distancia B (m) 37. $\frac{1}{2} = 42.5$	Número de puntos 24	Tiempo/Punto 5 min										
Presión barométrica 26.53	Temperatura ambiente 27°C											
Chimenea procedente de :	Caldera $\times 2$	Horno	Otro									
Combustible empleado	crudo de Castilla											
Consumo												
Poder Calórico												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% diámetro												
Distancia (X)	4.4	12.1	21.9	30.6	39.3	48.1	56.9	65.6				
Factor de corrección de S - Pilot (Cp)	0.821											
Volumen inicial del agua (mL) (A)	200.0											
Volumen Final del agua (mL) (B)	292.0											
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	92.0											
Peso inicial de silica gel (g) (C)	195.3004											
Peso final de silica gel (g) (D)	203.9069											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	8.6065											
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	106.6065											
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	0.5188											
Peso final del papel filtro (g) (H)	0.6469											
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)	0.1281											
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	40.0											
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	58.5852											
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	58.6131											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0279											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.156											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0002											
Peso neto de partículas (g) (S-P)	0.1558											

461 99

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA		
% CO2 6.9	% CO 0.005	% O2 11.7
% N2 81.395	SO2 (ppm) 4.72	NOx (ppm) 164
Ts = Tm + 460 (°R) 899.917	Tm = Tm + 460 540	Ps = Pbar + Pg/13.6
Pm = Pbar + ΔH/13.6 26.6	W 8 %	Ms 28.6462 HH = 29.572

DATOS MUESTREO PRELIMINAR PWC - 1.0320									
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	320/342	377/391	393/406	420/435	450/462	477/466	492/456	485/499	455/460/470
Tm'	80	80	80	80	80	80	80	80	
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Δp	0.07/0.01	0.07/0.01	0.08/0.01	0.07/0.01	0.07/0.01	0.07/0.01	0.08/0.01	0.08/0.01	0.07/0.01
Qm: 2.038 Vm	Vs								Boquilla a emplear 3/8

DATOS DURANTE EL MUESTREO							
Volumen inicial (Pie³) 131.721				Volumen Final (Pie³) 204.250			
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH
	"H2O	"H2O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H2O
1	0.09	0.01	202	83	78	540.5	0.97
2	0.09	0.01	322	90	77	543.5	0.97
3	0.10	0.01	513	98	78	548	1.08
4	0.10	0.01	447	100	80	550	1.08
5	0.10	0.01	460	102	80	551	1.08
6	0.10	0.01	464	104	81	552.5	1.08
7	0.10	0.01	534	108	83	555.5	1.08
8	0.08	0.01	500	107	84	555.5	0.86
9	0.08	0.01	198	104	84	554	0.86
10	0.09	0.01	273	105	84	554.5	0.97
11	0.09	0.01	305	108	84	556	0.97
12	0.08	0.01	275	109	85	557	0.86
1	0.08	0.01	220	109	86	557.5	0.86
2	0.08	0.01	226	109	86	557.5	0.86
3	0.08	0.01	240	107	87	557	0.86
4	0.08	0.01	207	109	87	558	0.86
5	0.08	0.01	173	105	87	556	0.86
6	0.09	0.01	223	108	86	557	0.97
7	0.09	0.01	266	109	86	557.5	0.97
8	0.09	0.01	209	110	87	558.5	0.97
9	0.11	0.01	226	110	87	558.5	1.19
10	0.12	0.01	259	109	87	558	1.30
11	0.12	0.01	266	106	86	556	1.30
12	0.11	0.01	396	107	86	556.5	1.19
Promedio	0.09213	0.01	770.167			554.417	1.00208

A1 = 0.0007256

%I = 98.5

A2 = 0.002902

Boq 3/8 = 0.0007669 = Qm = 2,038 Vm

204.250

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
Hotel Intercontinental	
FOCO DE EMISIÓN	
Caldero	
POTENCIA :	135 - 150 PSI Mod. 70
COMBUSTIBLE	Crudo de Castilla
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Particulas - Gases de Combustion
EQUIPO DE CONTROL :	
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	Tercera del Hotel
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

A_n : Area de la boquilla (Pie^2).

A_s : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

$C_{(SO_2)}$: Concentración de SO_2 en los gases de emisión, (ppm).

$C_{(NO_x)}$: Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

$C_{s(std)}$: Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie^3 .

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

$C_{S(A)}$: Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).

$E_{(A)}$: Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/ 10^6 kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

H_f : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocinetismo, (%).

K_p : Constante del tubo pitot.

K_1 : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie^3/ml).

Santiago de Cali, Abril 28 de 1999

Ingeniero
ALFONSO BERMUDEZ
Hotel Intercontinental
Ciudad

Rafael Tamayo

Referencia : Muestreo de emisiones a cargo del DAGMA

El DAGMA por intermedio del contrato SCA003-98 (Se adjunta documento), ha encargado a las Firmas PROINSA LTDA y ANALISIS AMBIENTAL, los muestreos de varias fuentes fijas de empresas de la ciudad de Cali, entre las cuales se ha incluido la caldera del Hotel. El monitoreo no tiene costo alguno para las Empresas.

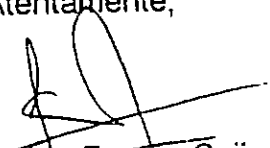
Con el objeto de facilitar el desarrollo del contrato, le solicitamos nos permita el ingreso, para el periodo comprendido entre el 26 de abril al 30 de Junio, del personal que se relaciona a continuación:

Wilson Grajales
Germán Benavides
- Harold Velasco

Julio Aroca
Ever Ríos
Carlos Hernán Candamil

Inicialmente haremos una visita para definir el sitio de muestreo, el cual será realizado sin previo aviso, respecto a día y hora de ejecución, por lo tanto esperamos contar con su valiosa colaboración, para facilitar el ingreso del personal.

Atentamente,


Fabio Franco Cajiao
Representante Legal Unión Temporal

INTERCONTINENTAL
HOTEL

APR 28 2 57 PM '99

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.7 CARTONES AMÉRICA. CAME LITOFÁN

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
LITOFAN S.A.
Mayo de 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. EVALUACION DE EMISION CALDERA 1	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	4
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. EVALUACION DE EMISION CALDERA 2	6
3.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	6
3.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	6
3.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	6
3.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	7
3.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	7
3.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	7
3.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	7
4. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	9
4.1 CALCULO DE LA NORMA	9
4.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	10
4.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS POR CHIMENEA CON LA NORMA DE ALTURA	10
5. TABLAS DE CAMPO	11

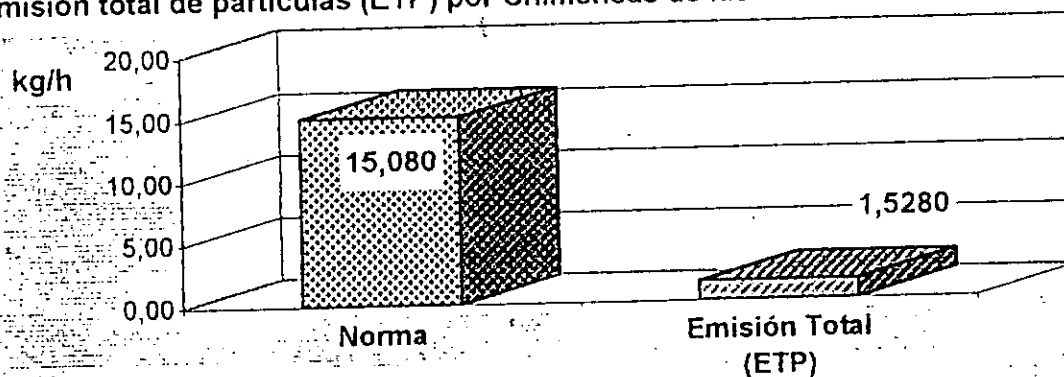
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a las chimeneas de las calderas POWER MASTER de la empresa LITOFAN S.A. las cuales tiene una potencia de 100 BHP y una capacidad de 250 psi, además utilizan como combustible CRUDO DE CASTILLA.

El trabajo de campo se realizó el día 5 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimeneas fue de 0.95903 Kg/h, para la Caldera 1 y 0.56954 Kg/h para la Caldera 2, aplicando el "Efecto burbuja" suma de emisiones obtenemos una ETP de 1.528 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de las calderas evaluada fue de 15.08 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 9.8 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas (ETP) por Chimeneas de las Calderas Versus la Norma



La altura de chimenea de cada una de las calderas de la empresa LITOFAN S.A., tienen 16.5 m. la altura mínima exigida de acuerdo a su producción diaria y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que las chimeneas de las calderas evaluadas de LITOFAN S.A. cumplen con la Norma de altura mínima.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA 1

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : LITOFAN S.A.

Dirección : Calle 56 No. 1N-41

Teléfono : (092) 447 85 55

Fuente : Caldera No.1 - Power Master 100 HP - 250 psi - Crudo de Castilla.

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura :16.5 m.

Diámetro : 0.40 m.

Area salida: 1.3526 ft²

Distancia A: 9.4 m.

Distancia B: 2.8 m.

Longitud niple: 0.22 m.

A/Diámetro : 23.5

B/Diámetro : 7.0

Total de puntos: 8

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	6.7	25	75	93.3								
Marca (cm)	12.7	20	40	47.3								

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 12.9

%CO: 0.0041

%O₂: 12.6

Bws (%): 5.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 5532.0

Cp : 0.821 Y: 1.07

CSO₂ (ppm): 203CNO_x (ppm): 169

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	105	120	235	319								
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01								
Δp	0.14	0.12	0.15	0.16								

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 382.5 + 460

Ts = 842.5 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (12.9 + 0.0041 + 12.6) = 74.496$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 12.9 \times 0.44 + 0.0041 \times 0.28 + 12.6 \times 0.32 + 74.496 \times 0.28 = 30.568 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 30.568 \times (1 - 5/100) + 0.18 \times 5 = 29.94 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.1417 \times 654.75 / 29.94 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1439.26 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((1439.26 \times 553 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (654.75 \times 26.6)) = 0.000433 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((1439.26 \times 553 \times 26.53 \times (1 - 5/100)) / (654.75 \times 26.6)) = 0.001732 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA	
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	(X) No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$v_s = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$v_s = 85.49 \times 0.821 \times ((654.75/29.94 \times 26.53))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 63.72 (\Delta p)^{0.5}$$

$$Q_m = A_n \times (T_m/T_s) \times (P_s/(P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws}/100)) \times 60 \times v_s$$

$$Q_m = 0.0007669 \times (553/654.75) \times (26.53/(26.6 - 1.561)) \times (1 - 5/100) \times 60 \times 63.72 \times (\Delta p)^{0.5} = 2.492 (\Delta p)^{0.5}$$

Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.1	0.12	0.16	0.18	0.2	0.22
Q_m	0.438	0.505	0.565	0.619	0.669	0.799	0.875	1.011	1.072	1.13	1.185
ΔH	0.5	0.66	0.83	1.0	1.16	1.66	1.99	2.66	2.99	3.32	3.66

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_{lc}(mL) = 110.0744$	$m_n(g) = 0.5334$	$P_g(\text{in } H_2O) = 0.01$	$\Delta p(\text{in } H_2O) = 0.1909$
$T_s(^{\circ}R) = 906.875$	$T_m(R) = 569.5$	$\Delta H(\text{in } H_2O) = 3.1575$	$\theta(\text{min.}) = 64$
$A_s(ft^2) = 1.353$	$V_m(ft^3) = 52.488$	$Y = 1.07$	$C_p = 0.821$

2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.76	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	46.57	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$	5.18	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	47.368	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	10.01	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base húmeda = M_d	$M_d = 0.32 \times (\% O_2) + 0.44 \times (\% CO_2) + 0.28 \times (\% N_2 + \% CO)$	30.57	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base seca = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	29.31	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = v_s	$v_s = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	33.12	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = v_s \times A_s \times 60$	2688.09	ft^3/min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(std)$	$Q_s(std) = Q_s(A) \times (T_{std} / T_s) \times (P_s / P_{std})$	1387.77	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{m \times V_{m \times Y}}}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sxv \times An}}$	102.83	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(std)$	$V_{gh}(std) = V_{wc}(std) + V_m(std)$	51.76	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(std) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	100.25	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{gr}	$C_{gr} = m_n / (V_{gh}(std) \times 537 / 528)$	0.01132463	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.00535	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{gr} \times Q_s(std) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.95903	kg/h

3. EVALUACION DE EMISION CALDERA 2

3.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : LITOFAN S.A.

Dirección : Calle 56 No. 1N-41

Teléfono : (092) 447 85 55

Fuente : Caldera No.2 - Power Master 100 HP - 250 psi - Crudo de Castilla.

3.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 16.5 m.

Diámetro : 0.40 m.

Area salida: 1.353 ft²

Distancia A: 9.3 m.

Distancia B: 2.84 m.

Longitud niple: 0.10 m.

A/Diámetro : 23.25

B/Diámetro : 7.05

Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	11.78	15.9	21.8	38.5	44.6	48.7						
	<1"					<1"						

3.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 8.9

%CO: 0.084

%O₂: 12.02

Bws (%): 8.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 549.0

Cp : 0.821 Y: 1.07

CSO₂ (ppm): 216CNO_x (ppm): 159

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	198	199	272	318								
Pg	0.05	0.05	0.05	0.05								
Δp	0.17	0.16	0.18	0.17								

3.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 246.75 + 460

Ts = 706.75 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.05/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (8.9 + 0.084 + 12.02) = 78.996$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 8.9 \times 0.44 + 0.0084 \times 0.28 + 12.02 \times 0.32 + 78.996 \times 0.28 = 29.9048 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 29.9048 \times (1 - 8/100) + 0.18 \times 8 = 28.952 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.170 \times 706.75 / 28.952 \times 26.53))^{0.5} \times 60 = 1664.71 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5 / ((1664.71 \times 549 \times 26.53 \times (1 - 8/100)) / (706.8 \times 26.6)) = 0.00042 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0 / ((1664.71 \times 549 \times 26.53 \times (1 - 8/100)) / (706.8 \times 26.6)) = 0.001681 \text{ ft}^2$

BOQUILLA SELECCIONADA	
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	(X) No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

3.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$vs = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((706.75/28.952 \times 26.53))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 67.32 (\Delta p)^{0.5}$											
$Q_m = A_n \times (T_m/T_s) \times (P_s/(P_m - P_{wc})) \times (1 - (B_{ws}/100)) \times 60 \times vs$											
$Q_m = 0.0007669 \times (549/706.75) \times (26.53/(26.6 - 1.378)) \times (1 - 8/100) \times 60 \times 67.32 \times (\Delta p)^{0.5} = 2.33 \times (\Delta p)^{0.5}$											
Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.1	0.14	0.16	0.18	0.2
Q_m	0.409	0.472	0.528	0.578	0.625	0.668	0.747	0.883	0.944	1.002	2.9
ΔH	0.44	0.58	0.73	0.87	1.02	1.16	1.45	2.03	2.32	2.61	2.9

3.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_{lc}(mL) = 115.688$	$m_n(g) = 0.3152$	$P_g \text{ (in } H_2O) = 0.05$	$\Delta p \text{ (in } H_2O) = 0.1686$
$T_s(^{\circ}R) = 815.0$	$T_m(R) = 562.0$	$\Delta H \text{ (in } H_2O) = 2.4388$	$\theta \text{ (min.)} = 64$
$A_s(ft^2) = 1.353$	$V_m(ft^3) = 51.483$	$Y = 1.07$	$C_p = 0.821$

3.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.53	in ² Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.71	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	46.2	ft ³
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K_1 \times (V_f - V_i) + K_2 \times (W_f - W_i)$	5.45	ft ³
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	46.99	ft ³
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	10.54	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base húmeda = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2 + \%CO)$	29.9	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base seca = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	28.65	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	29.84	ft/S
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times A_s \times 60$	2421.6	ft ³ /min

3.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	1391.28	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{sx}} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{sxv}} \times A_n}$	102.353	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	51.65	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{sx}} 29.92}{P_{\text{sx}} 528}$	89.89	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{\text{cr}} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) * 537 / 528)$	0.0067084	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.0035064	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{\text{cr}} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.56954	kg/h

4. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a las calderas evaluadas es de 4.9 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 4.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	16.06 Kg./h
Artículo 42	$E' = 0.939 \times 16.06 \text{ Kg/h}$	15.08 Kg./h
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	15.08 Kg./h
Norma de Emisión final corregida: 15.08 Kg/h		

4.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

El Decreto 948 Artículo 111 Efecto burbuja, establece "Si los puntos de emisión provienen de procesos productivos en donde se obtiene el mismo producto o servicio y se descarga el mismo contaminante, mediante procesos técnicos que no son necesariamente iguales, la suma de las emisiones puntuales será la que se compare con la norma", aplicando este Artículo tenemos :

Emisión total de partículas Caldera 1 = 0.95903 Kg/h.

Emisión total de partículas Caldera 2 = 0.56954 Kg/h.

Emisión total ETP = 1.52857 Kg/h.

La norma de emisión calculada para las calderas de LITOFAN S.A. es de 15.08 Kg/h y la emisión total de partículas (ETP) fue de 1.528574 Kg/h , comparando la norma con la emisión se tiene que:

Emisión vs Norma

1.53 kilos / hora < 15.08 kilos / hora

La emisión de partículas es 9.85 veces inferior a la norma.

4.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTÍCULAS POR CHIMENEA CON LA NORMA DE ALTURA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 4.0 y 5.0 toneladas/hora una altura de referencia de 15 metros. Las chimeneas de LITOFAN S.A. tienen una altura de descarga de 16.5 metros cada una, por lo cual cumplen con la altura mínima exigida por la norma.

5. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : Mayo 5-99		Empresa : Litofan	
Representante de la empresa :			
Representante de la autoridad ambiental:			
Representante de la empresa consultora : Wilson Grajales			
Hora inicial : 14:15		Hora Final : 16:10	
DATOS DE CAMPO			
Altura de chimenea (m)	16.5	Diámetro interno (cm)	40
Diámetro boquilla (pulg)	3/8	Área boquilla (Pie ²)	0.0007669
Distancia B (m)	2.80 $\frac{1}{2}$ = 7	Número de puntos	8
Presión barométrica	26.53	Temperatura ambiente	93°F 34°C
Chimenea procedente de :	Caldera	X # 1	Horno
Combustible empleado	Cruza de Castilla		
Consumo			
Poder Calórico			
Puntos	1	2	3
% diámetro	6.7	25	75
Distancia (X)	12.7	20	40
Factor de corrección de S - Pitot (C _{ps})	0.82.1		
Volumen inicial del agua (mL) (A)	200		
Volumen Final del agua (mL) (B)	304		
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	104		
Peso inicial de silica gel (g) (C)	20.4.3332		
Peso final de silica gel (g) (D)	210.4076		
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	6.0744		
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	110.0744		
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	#40 - 0.5152		
Peso final del papel filtro (g) (H)	1.0402		
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)	0.5250		
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	40. ml		
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	58.5852		
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	59.5968		
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0116		
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.5366		
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0002		
Peso neto de partículas (g) (S-P)	0.5364		

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA									
% CO ₂ 12.9			% CO 0.0041			% O ₂ 12.6			
% N ₂ 74.4959			SO ₂ (ppm) 1203			NO _x (ppm) 169			
Ts = T'm + 460 (°R) 654.75			Tm = T'm + 460 553			Ps = Pbar + Pg/13.6 = 26.53			
Pm = Pbar + ΔH/13.6 26.6			WS-/			Ms = 29.9396			
DATOS MUESTREO PRELIMINAR									PWC = 1.5610
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	105	120	235	319					194.75
Tm'	93	93	93	93					93
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01					0.01
Δp	0.14	0.12	0.15	0.16					0.1417
Qm: 2.52 VDP			Vs			Boquilla a emplear 3/8			
DATOS DURANTE EL MUESTREO									
Volumen inicial (Pie ³) 698.180					Volumen Final (Pie ³) 750.668				
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH		
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H ₂ O		
1	0.19	0.01	143	102	92	559	3.14		
2	0.19	0.01	344	115	93	564	3.14		
3	0.20	0.01	583	120	95	569.5	3.3		
4	0.20	0.01	590	126	98	572	3.3		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
1	0.20	0.01	588	127	98	572.5	3.3		
2	0.20	0.01	574	128	99	573.5	3.3		
3	0.18	0.01	827	129	100	574.5	2.97		
4	0.17	0.01	326	128	102	575	2.81		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
Promedio	0.1909	0.01	906.875			569.5	3.1575		

A₁ = 0.0004288

%I = 103.4

A₂ = 0.001715

Boya 3/8" → A₂ = 0.0007669 → Q_m = 2.52 VDP

569.58
2

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
Litofun	
FOCO DE EMISIÓN	
Caldero # 1	
POTENCIA :	100 HP
COMBUSTIBLE	Crudo de Castilla
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS	
Particulas - CO ₂ - CO - SO ₂ - NO _x	
EQUIPO DE CONTROL :	
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

An : Area de la boquilla (Pie²).

As : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

C_(SO₂) : Concentración de SO₂ en los gases de emisión, (ppm).

C_(NO_x) : Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

C_{s(std)} : Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie³.

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

C_{s(A)} : Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m³) o (g/pie³).

E_(A) : Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/10⁶ kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./10⁶ kcal).

E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./10⁶ kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

Hf : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocinetismo, (%).

K_p : Constante del tubo pitot.

K₁ : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie³/ml).

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : Mayo - 5 - 99		Empresa : Litofun	
Representante de la empresa :			
Representante de la autoridad ambiental :			
Representante de la empresa consultora : Wilson Guajala			
Hora inicial :		Hora Final : 18:30	
DATOS DE CAMPO			
Altura de chimenea (m)	16.5	Diámetro interno (cm)	40
Diámetro boquilla (pulg)	3/8	Área boquilla (Pie ²)	0.0007669
Distancia B (m)	2.82 $\frac{B}{A} = 7.05$	Número de puntos	12
Presión barométrica	26.53	Temperatura ambiente	90°F 32°C
Chimenea procedente de :	Caldera X#2	Horno	Otro
Combustible empleado	Crudo de Castilla		
Consumo			
Poder Calórico			
Puntos	1	2	3
% diámetro	1.4	14.6	29.6
Distancia (X)	4.1	15.9	21.8
Factor de corrección de S - Pilot (Cp _s)	0.821		
Volumen inicial del agua (mL) (A)	200.0		
Volumen Final del agua (mL) (B)	311.0		
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	111.0		
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.4539		
Peso final de sílica gel (g) (D)	205.1419		
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	4.6880		
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	115.6880		
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	0.5019		
Peso final del papel filtro (g) (H)	0.6905		
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)	0.1886		
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	40 mL		
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	58.5852		
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	58.7120		
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.1268		
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.3154		
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0002		
Peso neto de partículas (g) (S-P)	0.3152		

* En punto 1 y 6 no se muestrean por quedar a menos de una pulgada.

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA									
% CO ₂ 8.9			% CO 0.084			% O ₂ 12.02			
% N ₂ 78.996			SO ₂ (ppm) 216			NO _x (ppm) 159			
Ts = Tm + 460 (°R) 706.75			Tm = Tm + 460 549			Ps = Pbar + Pg/13.6			
Pm = Pbar + ΔH/13.6 22.6			W 9%			Ms = 29.0715			
DATOS MUESTREO PRELIMINAR									
PWC =									
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	198	199	272	318					246.75
Tm'	89	89	89	89					89
Pg	0.05	0.05	0.05	0.05					0.05
Δp	0.17	0.16	0.18	0.17					0.1698
Qm: 2.3575 Vap			Vs			Boquilla a emplear 3/8			
DATOS DURANTE EL MUESTREO									
PWC = 1.3780									
Volumen inicial (Pie ³) 750.668				Volumen Final (Pie ³) 802.151					
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH		
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F.°C	°F.°C	°F.°C	°F.°C	"H ₂ O		
1	0.17	0.05	139	97	86	551.5	2.46		
2	0.16	0.05	261	110	87	558.5	2.31		
3	0.17	0.05	482	114	89	561.5	2.46		
4	0.18	0.05	492	114	91	562.5	2.60		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
1	0.18	0.05	494	114	92	563	2.60		
2	0.17	0.05	476	112	94	565	2.46		
3	0.16	0.05	779	119	94	566.5	2.31		
4	0.16	0.05	217	120	95	567.5	2.31		
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
Promedio	0.1686	0.05	815			562	2.43875		

A₁ = 0.0004163
A₂ = 0.001665

% I = 102.99

Boq. 3/8 = 0.0007669 → Qm = 2.3575 Vap

DATOS DE LA FUENTE EMISORA

FABRICA	DIRECCIÓN
<i>Litofan</i>	
FOCO DE EMISIÓN	
<i>Caldera # 2</i>	
POTENCIA:	<i>100 HP Presión de vapor = 250 PSI</i>
COMBUSTIBLE	<i>Crudo de Castilla</i>
PODER CALORICO	
CONSUMO	
CONTAMINANTES EMITIDOS:	<i>Particulas - Gases de Combustión</i>
EQUIPO DE CONTROL:	
UBICACIÓN PROCESO:	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO	<i>Escalera o andamios, sobre el techo</i>
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DÍA DEL MUESTREO	

Nomenclatura empleada :

A_n : Area de la boquilla (Pie^2).

A_s : Area de la sección transversal del ducto o chimenea.

B_{ws} : Porcentaje de humedad en los gases, (% en volumen).

$C_{(SO_2)}$: Concentración de SO_2 en los gases de emisión, (ppm).

$C_{(NO_x)}$: Concentración de NO_x en los gases de emisión, (ppm).

C_p : Coeficiente de calibración del tubo pitot-S.

$C_s(std)$: Concentración de partículas en condiciones standard, (528 °R, 29.92 Pulgada de. Hg) en g/pie^3 .

C_{REF} : Concentración de partículas a condiciones de referencia.

$C_{s(A)}$: Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea (g/m^3) o (g/pie^3).

$E_{(A)}$: Emisión en chimeneas en condiciones de referencia, (kg/h).

E : Norma de emisión según Decreto 02/82 sin modificar y sin corregir, (kg. part/h, kg. part/ 10^6 kcal).

E_m : Norma de emisión modificada por el factor K para corregir por altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

E' : Norma de emisión modificada y corregida por altura de chimenea, (kg./h o kg./ 10^6 kcal).

H : Altura total de la chimenea (m).

H_f : Altura de la fuente de emisión sobre el nivel del mar, (msnm).

I : Isocinismo, (%).

K_p : Constante del tubo pitot.

K_1 : Constante de cálculo de humedad (0.04707 Pie^3/ml).

Santiago de Cali, Abril 28 de 1999

Ingeniero
LORENA ORTIZ
Came - Litofan
Ciudad

Referencia : **Muestreo de emisiones a cargo del DAGMA**

El DAGMA por intermedio del contrato SCA003-98 (Se adjunta documento), ha encargado a las Firmas PROINSA LTDA y ANALISIS AMBIENTAL, los muestreos de varias fuentes fijas de empresas de la ciudad de Cali, entre las cuales se han incluido las calderas de la Planta. El monitoreo no tiene costo alguno para las Empresas.

Con el objeto de facilitar el desarrollo del contrato, le solicitamos nos permita el ingreso, para el periodo comprendido entre el 26 de abril al 30 de Junio, del personal que se relaciona a continuación:

Wilson Grajales
Germán Benavides
Harold Velasco

Julio Aroca
Ever Ríos
Carlos Hernán Candamil

El muestreo será realizado sin previo aviso, respecto a día y hora de ejecución, por lo tanto esperamos contar con su valiosa colaboración, para facilitar el ingreso del personal.

Atentamente,

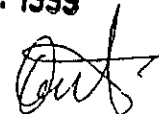


Fabio Franco Cajiao
Representante Legal Unión Temporal

CARTONES AMERICA S. A.
PORTERIA

28 ABR. 1999

RECIBIDA





ALCALDIA DE SANTIAGO DE CALI

Departamento Administrativo de Gestión
del Medio Ambiente - DAGMA

Santiago de Cali, Abril de 1999

Señor

ENRIKO COSONI

Representante Legal

Curtones America Come - Litofan

Calle 56 Nº 1N - 41

Cordial saludo.

Para su conocimiento, le informo que El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente - DAGMA, como máxima autoridad ambiental en el perímetro urbano del Municipio de Santiago de Cali, y organismo técnico director de la gestión del medio ambiente de la ciudad, contrato con la UNION TEMPORAL ANALISIS AMBIENTAL LTDA. y PROINSA LTDA., la "Asesoría Técnica para los Operativos de Control de Emisiones Atmosféricas generadas por Fuentes Fijas en el Área Urbana del Municipio de Santiago de Cali.

Conforme a lo establecido en el Decreto 948/95 y Resolución 0619/97, se realizará la evaluación de las emisiones generadas por las fuentes fijas existentes en su empresa.

Así mismo, le comunico que conforme a lo establecido en los Decretos 02/82 y 948/95, las fuentes fijas de contaminación al aire, podrán ser visitadas en cualquier momento por parte de funcionarios de la autoridad ambiental competente o por los auditores a quienes la función técnica de verificación les haya sido confiada, los cuales al momento de la visita se identificarán con sus respectivas credenciales, a fin de tomar muestras de sus emisiones e inspeccionar las obras o sistemas de control de emisiones atmosféricas.

Agradezco la colaboración que se brinde a la firma contratada para cumplir con los objetivos establecidos por el DAGMA.

Cordialmente,

Juanita Bernal León

JUANITA BERNAL LEON
Directora

c.c. Solder contrato - archivo

[pag. 1 de 1]

"LO OFICIAL DEBE SER EFICIENTE, TRANSPARENTE Y RENTABLE"

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.8 VARELA S.A.

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
VARELA PLANTA 1
Mayo de 1999

CONTENIDO

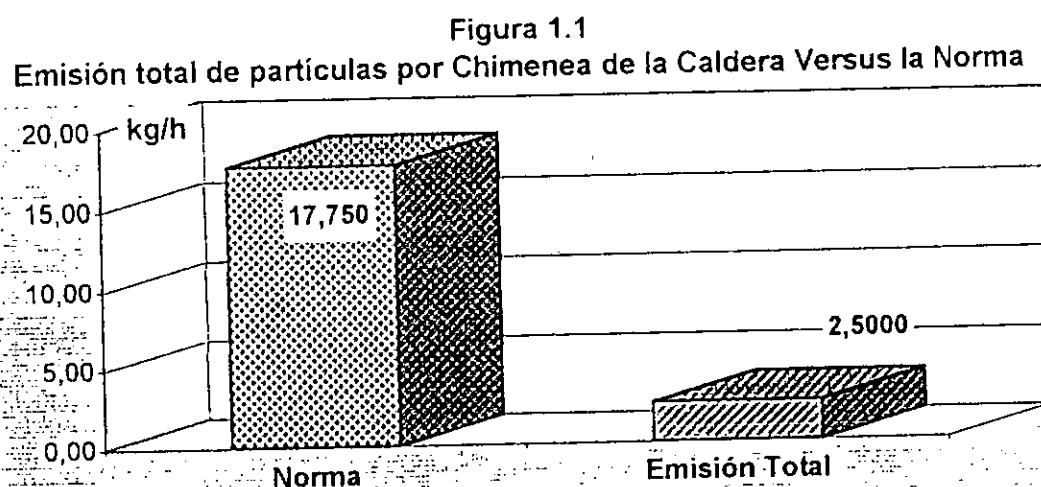
<u>1. RESUMEN</u>	2
<u>2. EVALUACION DE EMISION CALDERA</u>	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	8

1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la caldera DISTRAL de la empresa VARELA S.A. PLANTA II, a cual tiene una potencia de 700 HP y una capacidad de 24000 libras/hora y utiliza como combustible CRUDO DE CASTILLA.

El trabajo de campo se realizó el día 7 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 2.50 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 17.75 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 7.1 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.



La chimenea de la empresa VARELA PLANTA 1, posee una altura de 19.4 m. la altura mínima exigida de acuerdo a su producción diaria y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.1 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de VARELA PLANTA 1 cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. EVALUACION DE EMISION CALDERA

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : VARELA PLANTA 1

Dirección : Calle 28 No. 4B-88

Teléfono : 445-05-00

Fuente : Caldera Acuotubular -Distral - 700 HP - 24000 libras/hora.

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 19.4 m.
Diámetro : 0.75 m.
Area salida: 4.75 ft²

Distancia A: 2 m.
Distancia B: 12 m.
Longitud niple: 0.22 m.

A/Diámetro : 2.66
B/Diámetro : 16
Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	4.4	14.6	29.6	70.4	85.4	95.6						
Marca (cm)	25.3	32.9	44.2	74.8	86.0	93.7						

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 11.7
%CO: 0.0046
%O₂: 9.3

Bws (%): 8.0
Pbar (in Hg): 26.53
Tm (R): 552.0

Cp : 0.821 Y: 1.07
CSO₂ (ppm): 496
CNO_x (ppm): 244

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ts (°F)	280	384	354	390	435	452						
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01						
Δp	0.04	0.05	0.08	0.08	0.07	0.06						

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 382.5 + 460

Ts = 842.5 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 + 0.01/13.6

Ps = 26.53 in Hg

Pm = Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 1/13.6

Pm = 26.60 in Hg

%N₂ = 100 - (%CO₂ + %CO + %O₂) = 100 - (11.7 + 0.0046 + 9.3) = 78.995

Md = %CO₂ x 0.44 + % CO x 0.28 + % O₂ x 0.32 + %N₂ x 0.28

Md = 11.7 x 0.44 + 0.0046 x 0.28 + 9.3 x 0.32 + 78.995 x 0.28 = 30.244 g/g mol

Ms = Md x (1 - Bws /100) + 0.18 x Bws

Ms = 30.244 x (1 - 8/100) + 0.18 x 8 = 29.264 g/g-mol

vs = Kp x Cp x ((Δp x Ts / Ms x Ps))^{0.5} x 60

vs = 85.49 x 0.821 x ((0.06143 x 842.5 / 29.264 x 26.53))^{0.5} x 60 = 1087.31 ft/min

An1 = 0.5 / ((vs x Tm x Ps x (1 - Bws /100)) / (Ts x Pm))

An1 = 0.5 / ((1087.31 x 552 x 26.53 x (1-8/100)) / (842.5 x 26.6)) = 0.000763 ft²

An2 = 2.0 / ((vs x Tm x Ps x (1 - Bws /100)) / (Ts x Pm))

An2 = 2.0 / ((1087.31 x 552 x 26.53 x (1-8/100)) / (842.5 x 26.6)) = 0.003051 ft²

BOQUILLA SELECCIONADA											
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$						() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$					
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$						(X) No. 5, $\phi = (7/16)"$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$					
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps)^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((842.5/29.264 \times 26.53)^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 73.92 (\Delta p)^{0.5}$											
$Qm = An \times (Tm/Ts) \times (Ps/(Pm-Pwc)) \times (1 - (Bws/100)) \times 60 \times vs$											
$Qm = 0.0010430 \times (552/842.5) \times (26.53/(26.6 - 1.513)) \times (1 - 8/100) \times 60 \times 73.92 \times (\Delta p)^{0.5} = 2.476 \Delta p^{0.5}$											
Δp	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.13
Qm	0.512	0.591	0.0661	0.724	0.782	0.836	0.887	0.935	0.981	1.024	1.066
ΔH	0.68	0.91	1.14	1.36	1.59	1.82	2.05	2.27	2.5	2.73	2.96
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vlc(\text{mL}) = 129.6798$			$m_n(\text{g}) = 0.4616$			$Pg(\text{in H}_2\text{O}) = 0.01$			$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.1059$		
$Ts(\text{R}) = 1047.083$			$Tm(\text{R}) = 561.583$			$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 2.41$			$\theta(\text{min.}) = 60$		
$As(\text{ft}^2) = 4.755$			$Vm(\text{ft}^3) = 42.251$			$Y = 1.07$			$Cp = 0.821$		
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro	Cálculo					Resultado	Unidades				
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (Pg / 13.6)$					26.53	in Hg				
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$					26.71	in Hg				
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = YxVm \times (Tstd / Tm) \times (Pm / Pstd)$					37.94	ft^3				
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1x(Vf - Vi) + K2x(Wf - Wi)$					6.1	ft^3				
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$					38.59	ft^3				
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$					15.86	%				
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = Md	$Md = 0.32x(\%O_2) + 0.44x(\%CO_2) + 0.28x(\%N_2) + \%CO$					30.24	g/g-mol				
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = Ms	$Ms = Md \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$					28.55	g/g-mol				
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = KpxCpx\left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{MsxPs}}\right)$					26.86	ft/S				
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Qs(A)$	$Qs(A) = vsxAsx60$					7663.54	ft^3/min				

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	3426.65	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{sx}} \left(K_3 \times V_{\text{lc}} + \left(\frac{P_{\text{mx}} V_{\text{mx}} Y}{T_{\text{m}}} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{sxv}} \times A_n}$	97.737	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{\text{gh}}(\text{std})$	$V_{\text{gh}}(\text{std}) = V_{\text{wc}}(\text{std}) + V_{\text{m}}(\text{std})$	44.05	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{\text{gh}}(A)$	$V_{\text{gh}}(A) = V_{\text{gh}}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{sx}} 29.92}{P_{\text{sx}} 528}$	98.51	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{\text{cr}} = m_n / (V_{\text{gh}}(\text{std}) \times 537 / 528)$	0.011963	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{\text{gh}}(A) \right)$	0.004686	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{\text{cr}} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	2.50149	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 5.9 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 5.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	18.9 Kg./h
Artículo 42	$E' = 0.939 \times 18.9 \text{ Kg/h}$	17.75 Kg./h
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	17.75 Kg./h
Norma de Emisión final corregida: 17.75 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de VARELA PLANTA 1 es de 17.75 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 2.50 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{2.50 \text{ kilos/h} < 17.75 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 7.1 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 5 y 10 toneladas/hora una altura de referencia de 15.1 metros. La chimenea de VARELA PLANTA 1 tienen una altura del punto de descarga de 19.4 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma (Decreto 02 de 1982).

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Varela Planta II

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO : Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el municipio de Santiago de Cali.

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINÉTICO DE PARTICULAS

Fecha : Mayo - 7 - 99	Empresa : Varela planta 1											
Representante de la empresa : R. Aramburo	cod 0425.											
Representante de la autoridad ambiental:												
Representante de la empresa consultora : Wilson Grajales												
Hora inicial : 15:25	Hora final : 16:40											
DATOS DE CAMPO												
Altura de chimenea (m) 19.4	Diámetro interno (cm) 75				Área transversa (Pie ²)							
Diámetro boquilla (pulg) 7/16	Área boquilla (Pie ²) 0.001043				Distancia A (m) $2 \frac{A}{B} = 2.67$							
Distancia B (m) 12 $\frac{B}{A} = 16$	Número de puntos 12				Tiempo/Punto 5							
Presión barométrica 26.53	Temperatura ambiente 42 °F				Nipk = 22 cm							
Chimenea procedente de :	Caldera X				Horno				Otro			
Combustible empleado	Crudo de Castilla											
Consumo												
Poder Calórico												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% diámetro	4.4	14.6	29.4	70.4	85.4	95.4						
Distancia (X)	25.3	32.9	44.2	74.8	86	93.7						
Factor de corrección de S - Pilot (Cp _s)	0.821											
Volumen inicial del agua (mL) (A)	200.0											
Volumen Final del agua (mL) (B)	326.0											
Volumen de agua condensada (mL) (B-A)	126.0											
Peso inicial de silica gel (g) (C)	192.8749											
Peso final de silica gel (g) (D)	196.55K7											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	3.6798											
Volumen total de agua (mL) = (E+F)	129.6798											
Peso inicial del papel filtro (g) (G)	0.6968											
Peso final del papel filtro (g) (H)	1.1368											
Peso de partículas en el filtro = ((H-G) = (L)	0.4400											
Volumen de Acetona en los lavados (mL) (I)	40.0 ml											
Peso inicial de Beaker de lavados (g) (J)	58.5852											
Peso final de Beaker de lavados (g) (K)	58.6070											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0218											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.4618											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0002											
Peso neto de partículas (g) (S-P)	0.4616											

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA									
% CO2 11.7			% CO 0.0046			% O2 9.3 - 5.3 - 5.1			
% N2 78.9954			SO2 (ppm) 496			NOx (ppm) 244			
Ts = T'm + 460 (°R) 842.5			Tm = T'm + 460 - 552			Ps = Pbar + Pg/13.6			
Pm = Pbar + ΔH/13.6 26.6			W = 8 %			Ms = 29.2645 MH: 30.244			
DATOS MUESTREO PRELIMINAR Pwc = 1.5/30									
Datos	1	2	3	4	5	6	7	8	promedio
Ts'	280	381	354	390	435	452			382.5
Tm'	92	92	92	92	92	92			92
Pg	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01			0.01
Δp	0.04	0.05	0.08	0.08	0.07	0.06			0.0614
Qm: 2.952 VAP'			Vs			Boquilla a emplear 7/16			
DATOS DURANTE EL MUESTREO									
Volumen inicial (Pie³) 876.834				Volumen Final (Pie³) 919.085					
Punto No	Δp	Pg	Ts'	Tm (Entrada)	Tm (Salida)	Tm	ΔH		
	"H2O	"H2O	°F-°C	°F-°C	°F-°C	°F-°C	"H2O		
1	0.09	0.01	452	99	92	555.5	2.04		
2	0.10	0.01	602	107	92	559.5	2.27		
3	0.12	0.01	652	115	93	564	2.71		
4	0.12	0.01	663	118	96	567	2.71		
5	0.12	0.01	654	121	97	569	2.71		
6	0.10	0.01	624	123	99	571	2.27		
7									
8									
9									
10									
11									
12									
1	0.09	0.01	606	101	100	560.5	2.04		
2	0.10	0.01	591	99	100	559.5	2.27		
3	0.12	0.01	580	99	100	559.5	2.71		
4	0.12	0.01	570	98	99	558.5	2.71		
5	0.11	0.01	539	98	99	558.5	2.49		
6	0.09	0.01	512	98	97	558	2.04		
7									
8									
9									
10									
11									
12									
Promedio	0.1059	0.01	1049.08			561.583	2.4108		

$$A_1 = 0.000755796$$

$$\% J = 98.9$$

$$A_2 = 0.0030232$$

$$Boq = 7/16 A = 0.001043 \Rightarrow Q_m = 2.952 VAP$$

$$45.751$$

4.9 RICA RONDO S.A.

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS
MAYO DE 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

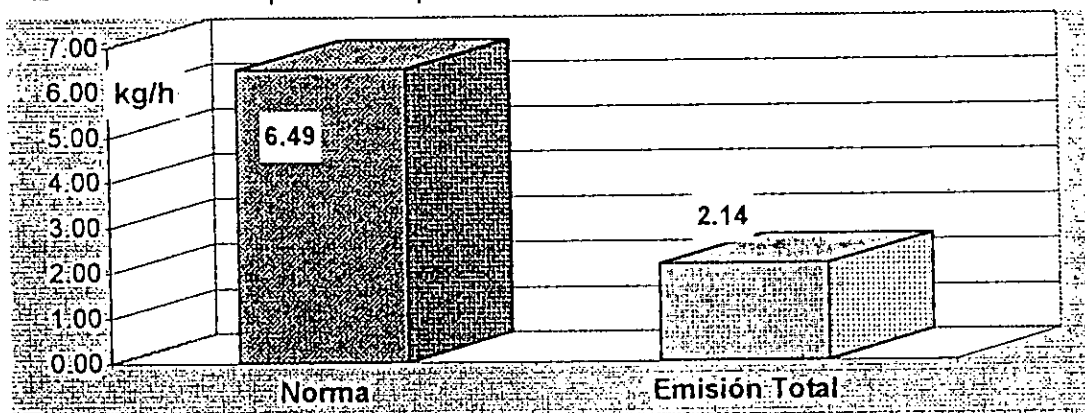
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Distral 500 BHP) de RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 10 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 2.14 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 6.49 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 2.86 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión distral de 500 BHP de la empresa RICA RONDO, posee una altura de 16.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de RICA RONDO, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1. INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS		
Dirección : Calle 31 No. 2 – 80		Teléfono : (092) 442-26-37
Fuente : Caldera de Combustión Distral – 500 HP		

2.2. LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 16.0 m.				Distancia A: 6.0 m.				A/Diámetro : 9.23				
Diámetro : 0.65 m.				Distancia B: 6.0 m.				B/Diámetro : 9.23				
Area salida: 3.57 ft ²				Longitud niple: 0.21 m.				Total de puntos: 12				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9
Marca (cm)	22.4	25.4	28.7	32.5	37.3	44.1	62.9	69.8	74.5	78.3	81.6	84.6
	<1"											<1"

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO ₂ : 7.6				Bws (%): 23.5				Cp : 0.832 Y: 0.797				
%CO: 0.011				Pbar (in Hg): 26.53				CSO ₂ (ppm): 20.0				
%O ₂ : 11.3				Tm (R): 529.8				CNO _x (ppm): 117				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	363	364	365	365	365	363						364.2
Pg	-0.12	-0.12	-0.13	-0.12	-0.13	-0.12						-0.12
Δp	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04						0.05

2.4. SELECCION DE LA BOQUILLA

$T_s = t_s + 460$	$P_s = P_{bar} + P_g / 13.6$	$P_m = P_{bar} + \Delta H / 13.6$
$T_s = 364.2 + 460$	$P_s = 26.53 - 0.12 / 13.6$	$P_m = 26.53 + 0.05 / 13.6$
$T_s = 824.2 \text{ } ^\circ R$	$P_s = 26.52 \text{ in Hg}$	$P_m = 26.53 \text{ in Hg}$
$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (7.6 + 0.011 + 11.3) = 81.1$		
$M_d = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$		
$M_d = 7.6 \times 0.44 + 0.011 \times 0.28 + 11.3 \times 0.32 + 81.1 \times 0.28 = 29.67 \text{ g/g mol}$		
$M_s = M_d \times (1 - B_{ws} / 100) + 0.18 \times B_{ws}$		
$M_s = 29.67 \times (1 - 23.5 / 100) + 0.18 \times 23.5 = 26.92 \text{ g/g-mol}$		
$v_s = K_p \times C_p \times ((\Delta p \times T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times 60$		
$V_s = 85.49 \times 0.832 \times ((0.05 \times 824.2 / 26.92 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 1025.4 \text{ ft/min}$		
$An_1 = 0.5 / ((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m))$		
$An_1 = 0.5 / (((1025.4 \times 529.8 \times 26.52 \times (1 - 23.5 / 100)) / (842.2 \times 26.53))) = 0.001013 \text{ ft}^2$		
$An_2 = 2.0 / ((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m))$		
$An_2 = 2.0 / (((1025.4 \times 529.8 \times 26.52 \times (1 - 23.5 / 100)) / (842.2 \times 26.53))) = 0.004054 \text{ ft}^2$		

BOQUILLA SELECCIONADA											
(X) No. 1, $\phi = (1/2)''$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$						() No. 4, $\phi = (3/8)''$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$					
() No. 2, $\phi = (5/16)''$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$						() No. 5, $\phi = (7/16)''$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$					
() No. 3, $\phi = (1/4)''$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.832 \times ((842.2/29.92 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 73.27 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp											
Qm											
ΔH											
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vlc(mL) = 176.7$			$m_n(g) = 0.7777$			$Pg \text{ (in } H_2O) = -0.12$			$\Delta p \text{ (in } H_2O) = 0.05$		
$Ts(R) = 820.7$			$Tm(R) = 572.7$			$\Delta H \text{ (in } H_2O) = 1.41$			$\theta \text{ (min.)} = 60$		
$As(ft^2) = 3.57$			$Vm(ft^3) = 55.85$			$Y = 0.797$			$Cp = 0.832$		
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro		Cálculo		Resultado		Unidades					
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s		$P_s = P_{bar} + (Pg / 13.6)$		26.52		in Hg					
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m		$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$		26.63		in Hg					
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$		$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$		36.53		ft^3					
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$		$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$		8.32		ft^3					
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}		$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$		8.46		ft^3					
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}		$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$		18.6		%					
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d		$M_d = 0.32 \times (\% O_2) + 0.44 \times (\% CO_2) + 0.28 \times (\% N_2) + \% CO$		29.67		g/g-mol					
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s		$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$		27.50		g/g-mol					
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs		$vs = Kp \times Cp \times \sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}$		16.87		ft/s					
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$		$Q_{s(A)} = vs \times A_s \times 60$		3613.6		ft^3/min					

2.7: CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Qs(std)$	$Qs_{(std)} = Qs_{(A)} \times (T_{std} / T_s) \times (P_s / P_{std})$	2060.6	ft ³ /min
Isocinetismo = 1	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sxv} \times A_n}$	95.0	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $Vgh(std)$	$Vgh_{(std)} = V_{wc}(std) + Vm_{(std)}$	44.85	Ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $Vgh_{(A)}$	$Vgh_{(A)} = Vgh_{(std)} \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_s \times 528}$	78.65	Ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (Vgh_{(std)} \times 537 / 528)$	0.01705	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $Cs_{(A)}$	$Cs_{(A)} = \left(m_n / Vgh_{(A)} \right)$	0.00988	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{cr} \times Qs_{(std)} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	2.14	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 1.9 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 1.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	7.01 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.926 \times 7.01 \text{ Kg/h}$	6.49 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	6.49 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 6.49 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Distral de 500 BHP de RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS, es de 6.49 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 2.14 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{2.14 \text{ kilos/h} < 6.49 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 2.87 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 2 y 3 toneladas/hora una altura de referencia de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 500 BHP de RICA RONDO. tienen una altura del punto de descarga de 16.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 10 DE 1999			Empresa:	RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS								
Representante de la Empresa:				DR. FERNANDO DE FRANCISCO									
Representante de Empresa Consultora:				TCO. JHON CESAR GONZALEZ									
Hora Inicial:	09:00 AM			Hora Final :									
DATOS DE CAMPO													
Altura de Chimenea (m) :	16.0			Diámetro interno (cm) :	65.0			Area transversal (pies ²) :	3.57				
Diámetro boquilla (pulg) :	1/2			Area de boquilla (pies ²) :	1.364E-03			Distancia "A" (m) :	6.00				
Distancia "B" (m) :	6.00			Número de Puntos :	20			Tiempo/Punto (min.) :	5.0				
Presión Barométrica:	26.53			Temperatura Ambiente (°C) :	21.0								
Chimenea procedente de:				Caldera	X		Horno						
Combustible empleado:				CRUDO DE CASTILLA									
Consumo:				32.1 Gln/hr									
Poder Calórico:				150204.0 Btu/Gln									
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
% Diámetro	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9	
Distancia (X)	22.4*	25.4	28.7	32.5	37.3	44.1	62.9	69.8	74.5	78.3	81.6	84.6*	
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :							0.832						
Volumen inicial de agua (ml) (A)							200.0						
Volumen final del agua (ml) (B)							360.0						
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)							160.0						
Peso inicial de silica gel (g) (C)							200.0						
Peso final de silica gel (g) (D)							216.7						
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)							16.7						
Volumen total de agua (ml) = (E+F)							176.7						
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)							2.8650						
Peso final de papel de filtro (g) (H)							3.5886						
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)							0.7236						
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)							230.0						
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)							98.8419						
Peso final del beaker de lavados (g) (K)							98.8967						
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)							0.0548						
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)							0.7784						
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)							0.0006						
Peso neto de partículas (g) = (S-P)							0.7778						

152

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS	CALLE 31 No. 2 - 80
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION DISTRAL	
POTENCIA :	500 BHP - PIROTUBULAR
COMBUSTIBLE :	CRUDO DE CASTILLA
PODER CALORICO :	150204.0 Btu/Gln
CONSUMO :	32.1 Gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NOx)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO : Sobre el techo y entre cerchas se colocan tablones para acceder a los puntos de muestreo y se debe hacer un entablado en el sitio.	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DIA DEL MUESTREO	
- La caldera opera las 24 horas/día - La presión de operación de la caldera es de 120 PSI - La cantidad de producto terminado en la empresa fue de 1.9 Ton/Hr.	

**EVALUACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS
RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS
MAYO DE 1999**

CONTENIDO

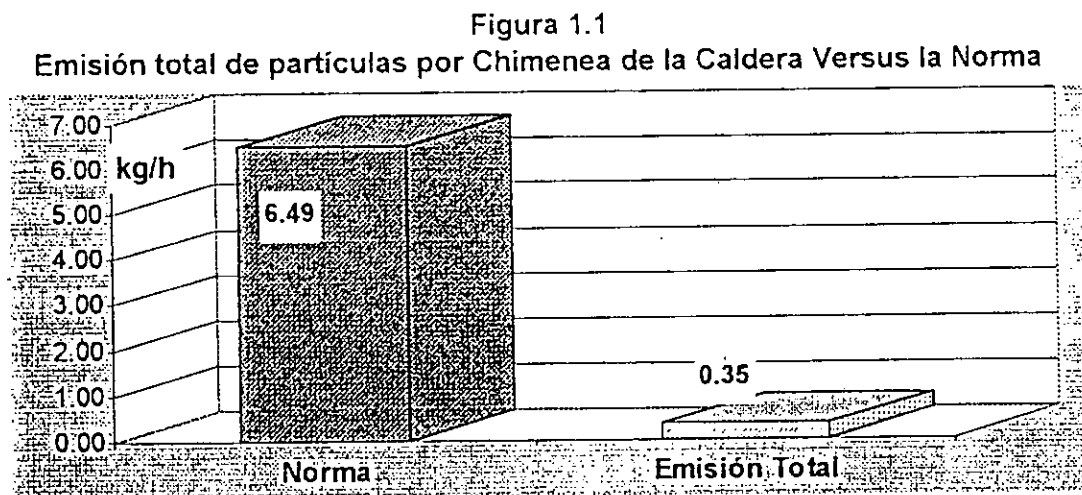
<u>1. RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES</u>	<u>3</u>
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	<u>6</u>
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	<u>8</u>

1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Colmaquinas 400 BHP) de RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 3 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 0.35 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 6.49 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 18.5 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.



La chimenea de la caldera de combustión colmaquinas de 400 BHP de la empresa RICA RONDO, posee una altura de 16.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de RICA RONDO, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS

Dirección : Calle 31 No. 2 - 80

Teléfono : (092) 442-26-37

Fuente : Caldera de Combustión Colmaquinas - 400 HP

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 15.0 m.
 Diámetro : 0.60 m.
 Area salida: 3.04 ft²

Distancia A: 6.0 m.
 Distancia B: 6.0 m.
 Longitud niple: 0.21 m.

A/Diámetro : 10.0
 B/Diámetro : 10.0
 Total de puntos: 8

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	22.9	27.3	32.6	40.4	61.6	69.4	74.7	79.1				
	<1"							<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 10.8
 %CO: 0.031
 %O₂: 7.6

Bws (%): 5.0
 Pbar (in.Hg): 26.53
 Tm (R): 533.0

Cp : 0.832 Y: 0.797
 CSO₂ (ppm): 234
 CNO_x (ppm): 164

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	331	347	370	375	375	387						364.2
Pg	-0.11	-0.13	-0.14	-0.14	-0.14	-0.15						-0.14
Δp	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06						0.06

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460
 Ts = 364.2 + 460
 Ts = 824.2 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6
 Ps = 26.53 - 0.14/13.6
 Ps = 26.52 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6
 Pm = 26.53 + 0.06/13.6
 Pm = 26.53 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (10.8 + 0.031 + 7.6) = 81.6$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 10.8 \times 0.44 + 0.031 \times 0.28 + 7.6 \times 0.32 + 81.6 \times 0.28 = 30.041 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 30.041 \times (1 - 5/100) + 0.18 \times 5 = 29.439 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$Vs = 85.49 \times 0.832 \times ((0.06 \times 824.2 / 29.439 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 1074.07 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((1074.07 \times 533 \times 26.52 \times (1 - 5/100)) / (824.2 \times 26.53)) = 0.000774 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((1074.07 \times 533 \times 26.52 \times (1 - 5/100)) / (824.2 \times 26.53)) = 0.003098 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA											
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$						() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$					
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$						(X) No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$					
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.832 \times ((842.2/29.439 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 73.87 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp											
Q_m											
ΔH											
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vlc(\text{mL}) = 42.4$			$m_n(\text{g}) = 0.1195$			$P_g(\text{in H}_2\text{O}) = -0.11$			$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.05$		
$T_s(^{\circ}\text{R}) = 818.6$			$T_m(\text{R}) = 582.8$			$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 0.97$			$\theta(\text{min.}) = 60$		
$As(\text{ft}^2) = 3.04$			$V_m(\text{ft}^3) = 51.82$			$Y = 0.797$			$C_p = 0.832$		
2.7 CALCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro	Cálculo					Resultado	Unidades				
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$					26.52	in Hg				
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$					26.60	in Hg				
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$					33.27	ft^3				
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K_1 \times (V_f - V_i) + K_2 \times (W_f - W_i)$					2.00	ft^3				
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$					2.03	ft^3				
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$					5.70	%				
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2) + \%CO$					30.04	g/g-mol				
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$					29.35	g/g-mol				
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$					16.31	ft/s				
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times A_s \times 60$					2974.9	ft^3/min				

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(std)$	$Q_{s(std)} = Q_{s(A)} \times (T_{std} / T_s) \times (P_s / P_{std})$	1700.8	ft ³ /min
Isocinetismo = 1	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{nix} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times V_{sx} \times A_n}$	100.6	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(std)$	$V_{gh}(std) = V_{wc}(std) + V_m(std)$	35.27	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(std) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	61.69	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(std) \times 537 / 528)$	0.0033	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.0019	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{cr} \times Q_{s(std)} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.35	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 1.9 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 1.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	7.01 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.926 \times 7.01 \text{ Kg/h}$	6.49 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	6.49 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 6.49 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Colmaquinas de 400 BHP de RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS, es de 6.49 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.35 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.35 \text{ kilos/h} < 6.49 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 18.5 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 2 y 3 toneladas/hora una altura de referencia de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 400 BHP de RICA RONDO, tienen una altura del punto de descarga de 16.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 3 DE 1999	Empresa:	RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS										
Representante de la Empresa	DR. FERNANDO DE FRANCISCO												
Representante de Empresa Consultor	TCO. JHON CESAR GONZALEZ												
Hora Inicial:	09:00 AM	Hora Final :											
DATOS DE CAMPO													
Altura de Chimenea (m) :	16.0	Diámetro interno (cm) :	60.0	Area transversal (pies ²) :	3.04								
Diámetro boquilla (pulg)	7/16	Area de boquilla (pies ²) :	1.044E-03	Distancia "A" (m) :	6.00								
Distancia "B" (m) :	6.00	Número de Puntos :	12	Tiempo/Punto (min.) :	5.0								
Presión Barométrica	26.53	Temperatura Ambiente (°C) :	23.0										
Chimenea procedente de	Caldera	X	Horno	Otro									
Combustible empleado:	CRUDO DE CASTILLA												
Consumo:	32.1 Gln/hr												
Poder Calórico:	150204.0 Btu/Gln												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
% Diámetro	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8					
Distancia (X)	22.9*	27.3	32.6	40.4	61.6	69.4	74.7	79.1*					
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.832												
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0												
Volumen final del agua (ml) (B)	232.0												
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	32.0												
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.0												
Peso final de sílica gel (g) (D)	210.4												
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	10.4												
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	42.4												
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	2.7750												
Peso final de papel de filtro (g) (H)	2.7902												
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.0152												
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	200.0												
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	99.5510												
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	99.6559												
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.1049												
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.1201												
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006												
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.1195												

[illegible]

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
RICA RONDO INDUSTRIA NACIONAL DE ALIMENTOS	CALLE 31 No. 2 - 80
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION COLMAQUINAS	
POTENCIA :	400 BHP - PIROTUBULAR
COMBUSTIBLE :	CRUDO DE CASTILLA
PODER CALORICO :	150204.0 Btu/Gln
CONSUMO :	32.1 Gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO : Sobre el techo y entre cerchas se colocan tablonces para acceder a los puntos de muestreo y se debe hacer un entablado en el sitio.	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La caldera opera las 24 horas/día por 2 días a la semana, de manera alterna con la caldera de 500 BHP o de manera simultanea de acuerdo a la producción. - La presión de operación de la caldera es de 110 PSI - La cantidad de producto terminado en la empresa fue de 1.9 Ton/Hr.	

4.10 CLÍNICA RAFAEL URIBE

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
CLINICA RAFAEL URIBE URIBE
MAYO DE 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

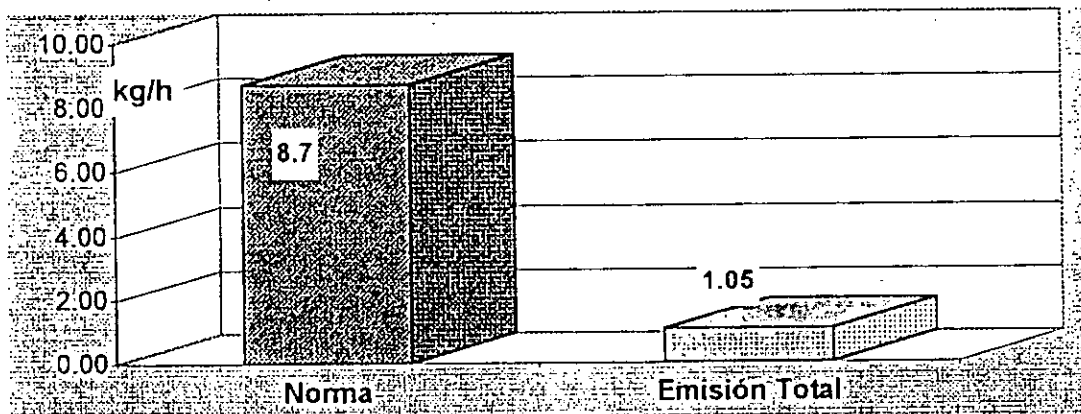
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Colmaquinas 400 BHP) de la CLINICA RAFAEL URIBE URIBE, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 5 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 1.08 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción de vapor) de la caldera evaluada fue de 8.7 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 8.05 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión Colmaquinas de **CLINICA RAFAEL URIBE URIBE**, posee una altura de 17.0 m. La altura mínima exigida de acuerdo a la producción de la empresa y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 74), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de la **CLINICA RAFAEL URIBE URIBE**, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1. INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : CLINICA RAFAEL URIBE URIBE

Dirección : Calle 25 N No. 2 BN -17

Teléfono : (092) 667-61 49

Fuente : Caldera de Combustión Colmaquinas 400 HP

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 17.0 m.
 Diámetro : 0.60 m.
 Area salida: 7.53 ft²

Distancia A: 8.0 m.
 Distancia B: 17.0 m.
 Longitud niple: 0.19 m.

A/Diámetro : 13.3
 B/Diámetro : 28.3
 Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	16.4	19.5	23.2	28.7	43.8	49.3	53.0	56.1				
	<1"	<1"					<1"	<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 3.8
 %CO: 0.00541
 %O₂: 79.4

Bws (%): 7.0
 Pbar (in Hg): 26.53
 Tm (R): 531.6

Cp: 0.832 Y: 0.797
 CSO₂ (ppm): 0.0
 CNO_x (ppm): 75.9

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	86	85	85	87								85.8
Pg	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02								-0.02
Δp	0.04	0.03	0.03	0.02								0.03

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460
 Ts = 85.8 + 460
 Ts = 545.8 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6
 Ps = 26.53 - 0.02/13.6
 Ps = 26.52 in Hg

Pm = Pbar+ΔH/13.6
 Pm = 26.53 + 0.03/13.6
 Pm = 26.53 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (3.8 + 0.0054 + 16.8) = 79.4$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 3.8 \times 0.44 + 0.0054 \times 0.28 + 16.8 \times 0.32 + 79.4 \times 0.28 = 29.28 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 29.28 \times (1 - 7.0/100) + 0.18 \times 7.0 = 28.49 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$Vs = 85.49 \times 0.832 \times ((0.03 \times 545.8 / 28.49 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 628.2 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((628.2 \times 531.6 \times 26.52 \times (1 - 7.0/100)) / (545.8 \times 26.53)) = 0.000879 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((628.2 \times 531.6 \times 26.52 \times (1 - 7.0/100)) / (545.8 \times 26.53)) = 0.003516 \text{ ft}^2$$

BOQUILLA SELECCIONADA											
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$						() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$					
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$						(X) No. 5, $\phi = (7/16)"$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$					
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$											
2.5 CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO											
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$											
$vs = 85.49 \times 0.832 \times ((545.8/28.49 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 60.45 (\Delta p)^{0.5}$											
Δp						Qm					
ΔH											
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO											
$Vlc(\text{mL}) = 53.3$			$m_n(\text{g}) = 0.1507$			$Pg(\text{in H}_2\text{O}) = -0.03$			$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.03$		
$Ts(^{\circ}\text{R}) = 545.1$			$Tm(^{\circ}\text{R}) = 573.8$			$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.16$			$\theta(\text{min.}) = 60$		
$As(\text{ft}^2) = 7.53$			$Vm(\text{ft}^3) = 48.25$			$Y = 0.797$			$Cp = 0.832$		
2.7 CALCULOS Y RESULTADOS											
Parámetro	Cálculo					Resultado	Unidades				
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = Ps	$Ps = Pbar + (Pg / 13.6)$					26.53	in Hg				
Presión absoluta del medidor de gases secos = Pm	$Pm = Pba + (\Delta H / 13.6)$					26.62	in Hg				
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $Vm(\text{std})$	$Vm(\text{std}) = YxVm \times (Tstd / Tm) \times (Pm / Pstd)$					31.48	ft^3				
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $Vwc(\text{std})$	$Vwc(\text{std}) = K1x(Vf - Vi) + K2x(Wf - Wi)$					2.51	ft^3				
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = Vm(\text{std}) \times 537 / 528$					2.55	ft^3				
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = Bws	$Bws = \frac{100 \times Vwc(\text{std})}{Vwc(\text{std}) + Vm(\text{std})}$					7.4	%				
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = Md	$Md = 0.32x(\%O_2) + 0.44x(\%CO_2) + 0.28x(\%N_2 + \%CO)$					29.28	g/g-mol				
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = Ms	$Ms = Md \times \left(1 - \frac{(Bws)}{100}\right) + (0.18 \times Bws)$					28.45	g/g-mol				
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta p_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{Ms \times Ps}}\right)$					10.47	ft/S				
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Qs(A)$	$Qs(A) = vs \times A \times 60$					4730.3	ft^3/min				

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_{s(\text{std})} = Q_{s(A)} \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	4062.8	ft ³ /min
Isocinetismo = 1	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{sx}} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{\text{nx}} V_{\text{mx}} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{sxv}} \times A_n}$	100.6	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	33.99	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh(A)}$	$V_{gh(A)} = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{sx}} 29.92}{P_{\text{sx}} 528}$	39.57	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) * 537 / 528)$	0.0044337	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh(A)} \right)$	0.0038084	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{cr} \times Q_{s(\text{std})} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	1.08	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La cantidad de vapor generado fue de 87500 lbv/d, equivalente a 2.64 Ton./h, por lo tanto, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "otras industrias" zona urbana. Producción (P) : $E \text{ (Kg/h)} = 4 \times P^{0.875} \quad 1 < P < 10 \text{ Ton/h}$	9.35 Kg./h
Artículo 42	Emisión (E') = $0.926 \times 1.5 \text{ Kg/h}$	8.66 Kg/h
Artículos 73, 74	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	8.66 Kg/h
Norma de Emisión final corregida: 8.66 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Colmaquinas de la CLINICA RAFAEL URIBE URIBE, es de 8.66 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 1.08 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

Emisión vs Norma
1.08 kilos/h < 8.66 kilos/hora

La emisión de partículas es 8.01 veces por debajo de la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 74, que para industrias con producciones menores de 5 ton/h, la altura mínima debe ser de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de la CLINICA RAFAEL URIBE URIBE, tiene una altura del punto de descarga de 17.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 5 DE 1999	Empresa:	CLINICA RAFAEL URIBE URIBE
Representante de la Empresa:	DR. JUAN DEDIOS VILLEGAS		
Representante de Empresa Consultora:	TCO. JHON CESAR GONZALEZ		
Hora Inicial:	09:00 AM	Hora Final :	
DATOS DE CAMPO			
Altura de Chimenea (m) :	36.00	Diámetro interno (cm) :	60.0
Diámetro boquilla (pulg) :	7/16	Area de boquilla (pies ²) :	1.044E-03
Distancia "B" (m) :	17.00	Número de Puntos :	12
Presión Barométrica:	26.53	Temperatura Ambiente (°C) :	22.0
Chimenea procedente de:	Caldera	X	Horno
Combustible empleado:	Crudo de Castilla		
Consumo:	700 Gln/día = 46.7 Gln/hr		
Poder Calórico:	150204.0 Btu/Gln		
Puntos	1	2	3
% Diámetro	3.2	10.5	19.4
Distancia (X)	16.4*	19.5*	23.2
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.832		
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0		
Volumen final del agua (ml) (B)	244.0		
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	44.0		
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.0		
Peso final de sílica gel (g) (D)	209.3		
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	9.3		
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	53.3		
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	3.4042		
Peso final de papel de filtro (g) (H)	3.4551		
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.0509		
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	200.0		
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	99.1878		
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	99.2882		
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.1004		
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.1513		
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006		
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.1507		

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA			
% CO ₂	3.8	% CO	0.00541
% O ₂	16.8	% N ₂	79.4
SO ₂ (ppm)	0.0	NOx (ppm)	75.9
Ts = T'm + 460 (°R)		Tm = T'm + 460	
Ps = Pbar + Pg/13.6		Pm = Pbar + ΔH/13.6	
W (%)	7.00	Ms	28.49

DATOS MUESTREO PRELIMINAR

DATOS	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
Ts'	86.00	85.0	85.0	87.0			85.8
Tm'							
Pg	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02			-0.02
Δp	0.04	0.03	0.03	0.02			0.03
Qm (cfm):	0.59		Vs (p/s): 10.47		Boquilla a emplear:		7/16

DATOS DURANTE EL MUESTREO							
Volumen inicial (pie ³)			80.750	Volumen final (pie ³)			129.000
PUNTO No.	ΔP	Pg	Ts'	Tm (entrada)	Tm (salida)	Tm	ΔH
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F	°F	°F	°F	"H ₂ O
1	0.04	-0.03	85.0	104.0	101.0	102.5	1.00
2	0.04	-0.04	85.0	108.0	102.0	105.0	1.42
3	0.03	-0.03	86.0	115.0	104.0	109.5	1.42
4	0.03	-0.03	85.0	109.0	106.0	107.5	1.42
5	0.03	-0.03	86.0	113.0	106.0	109.5	1.07
6	0.04	-0.03	86.0	119.0	108.0	113.5	1.07
7	0.03	-0.03	85.0	121.0	109.0	115.0	1.07
8	0.03	-0.03	87.0	122.0	110.0	116.0	1.07
9	0.02	-0.02	89.0	125.0	113.0	119.0	1.08
10	0.02	-0.02	90.0	127.0	115.0	121.0	1.08
11	0.02	-0.02	86.0	129.0	116.0	122.5	1.08
12	0.02	-0.02	87.0	131.0	117.0	124.0	1.08
Prom:	0.03	-0.03	86.4	118.6	108.9	113.8	1.16

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
CLINICA RAFAEL URIBE URIBE	CALLE 25 N No. 2 BN - 17
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION COLMAQUINAS	
POTENCIA :	300 BHP - PIROTUBULAR
COMBUSTIBLE :	Crudo de Castilla
PODER CALORICO :	150204.0 Btu/Gln
CONSUMO :	700 gln/día -- 15 hr/día -- 46.7 gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NOx)
EQUIPO DE CONTROL :	Ciclón
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	El punto de muestreo se ubica en la terraza del edificio de los Seguros Sociales y a 40 cm sobre el nivel del piso
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La caldera opera durante 15 horas/día - El día del muestreo se generaron 87500 libras de vapor - La presión de operación de la caldera es de 100 PSI y es automática	

UNION TEMPORAL
ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

4.11 LABORATORIO JGB

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
LABORATORIOS JGB
MAYO DE 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

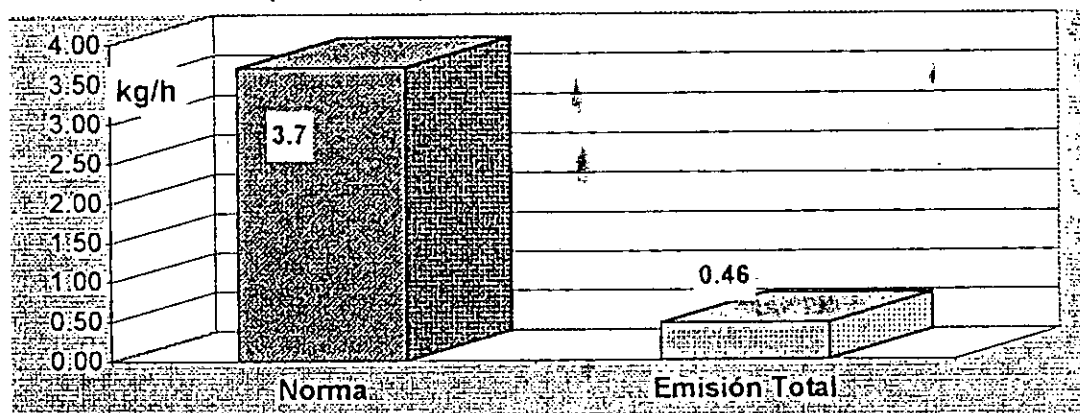
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Continental 125 BHP) de LABORATORIOS JGB, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 11 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 0.46 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 3.7 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 8.04 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión continental de 125 BHP de **LABORATORIOS JGB**, posee una altura de 16.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de **LABORATORIOS JGB**, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : LABORATORIOS JGB
Dirección : Carrera 5ª No. 23 - 44 Teléfono : (092) 883-50 57
Fuente : Caldera de Combustión Continental - 125 HP

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 16.0 m.				Distancia A: 10.8 m.				A/Diámetro : 28.4				
Diámetro : 0.38 m.				Distancia B: 3.4 m.				B/Diámetro : 8.9				
Area salida: 1.22 ft ²				Longitud niple: 0.35 m.				Total de puntos: 8				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	36.2	39.0	42.4	47.3	60.7	65.6	69.0	71.8				
	<1"							<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO ₂ : 9.1				Bws (%): 13.0				Cp : 0.832				Y: 0.797	
%CO: 0.027				Pbar (in Hg): 26.53				CSO ₂ (ppm): 4.0					
%O ₂ : 9.4				Tm (R): 528				CNO _x (ppm): 246					
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM	
Ts (°F)	505	508	516	517	519	517						513.7	
Pg	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.17	-0.18						-0.17	
Δp	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06						0.04	

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460	Ps = Pbar+Pg/13.6	Pm=Pbar+ΔH/13.6
Ts =513.7 + 460	Ps = 26.53 - 0.17/13.6	Pm =26.53 + 0.04/13.6
Ts =950.9 °R	Ps = 26.52 in Hg	Pm =26.53 in Hg
%N ₂ = 100 - (%CO ₂ + %CO + %O ₂) = 100 - (9.1 + 0.027 + 9.4) = 81.5		
Md = %CO ₂ x 0.44 + % CO x 0.28 + % O ₂ x 0.32 + %N ₂ x 0.28		
Md = 9.1 x 0.44 + 0.027 x 0.28 + 9.4 x 0.32 + 81.5 x 0.28 = 29.84 g/g mol		
Ms = Md x (1- Bws /100) + 0.18 x Bws		
Ms = 29.84 x (1- 13.0/100) +0.18 x 13.0 = 28.30 g/g-mol		
vs = Kp x Cp x ((Δp x Ts / Ms x Ps)) ^{0.5} x 60		
Vs = 85.49 x 0.832 x ((0.04 x 950.9 / 28.30 x 26.52)) ^{0.5} x 60 = 972.0 ft/min		
An1 = 0.5/((vs x Tm x Ps x (1- Bws /100)) / (Ts x Pm))		
An1 = 0.5 /((972.0 x 528 x 26.52 x (1-13.0/100))/(950.9 x 26.53)) = 0.001065 ft ²		
An2 = 2.0/((vs x Tm x Ps x (1- Bws /100)) / (Ts x Pm))		
An2 = 2.0 /((972.0 x 52 x 26.52 x (1-13.0/100))/(950.9 x 26.53)) = 0.004261 ft ²		

BOQUILLA SELECCIONADA	
(X) No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CALCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$v_s = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$v_s = 85.49 \times 0.832 \times ((950.9 / 28.30 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 80.06 (\Delta p)^{0.5}$$

Δp												
Q_m												
ΔH												

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_L(\text{mL}) = 117.3$	$m_n(\text{g}) = 0.5182$	$P_g(\text{in H}_2\text{O}) = -0.17$	$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.04$
$T_s(\text{R}) = 950.9$	$T_m(\text{R}) = 571.8$	$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.13$	$\theta(\text{min.}) = 60$
$A_s(\text{ft}^2) = 1.22$	$V_m(\text{ft}^3) = 51.44$	$Y = 0.797$	$C_p = 0.832$

2.7 CALCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.52	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.61	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	36.67	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K_1 \times (W_f - W_i) + K_2 \times (W_f - W_i)$	5.52	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	5.61	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	14.1	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\% O_2) + 0.44 \times (\% CO_2) + 0.28 \times (\% N_2 + \% CO)$	29.84	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	28.17	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = v_s	$v_s = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	16.05	ft/S
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{S(A)}$	$Q_{S(A)} = v_s \times A_s \times 60$	1174.9	ft^3/min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	578.2	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{\text{sx}} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{\text{sx}} \times V_{\text{sx}} \times A_n}$	101.1	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	39.19	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{\text{sx}} \times 29.92}{P_{\text{sx}} \times 528}$	79.63	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) \times 537 / 528)$	0.01322	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_s(A)$	$C_s(A) = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.01299	g/ft ³
Emisión total de partículas $E(A)$ a condiciones de referencia	$E(A) = C_{cr} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.46	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 1.0 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 1.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	4.00 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.926 \times 4.0 \text{ Kg/h}$	3.70 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	3.70 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 3.70 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Continental de 125 BHP de LABORATORIOS JGB, es de 3.70 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.46 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.46 \text{ kilos/h} < 3.70 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 8.04 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 0.5 y 5 toneladas/hora una altura de referencia de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 125 BHP de LABORATORIOS JGB. tiene una altura del punto de descarga de 16.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 11 DE 1999	Empresa:	LABORATORIOS JGB									
Representante de la Empresa:	DR. JUAN CARLOS SALAZAR											
Representante de Empresa Consultora:	TCO. JHON CESAR GONZALEZ											
Hora Inicial:	12:30 PM	Hora Final :										
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :	16.00	Diámetro interno (cm) :	38.0	Area transversal (pies ²) :	1.22							
Diámetro boquilla (pulg) :	1/2	Area de boquilla (pies ²) :	1.364E-03	Distancia "A" (m) :	10.80							
Distancia "B" (m) :	3.40	Número de Puntos :	12	Tiempo/Punto (min.) :	5.0							
Presión Barométrica:	26.53	Temperatura Ambiente (°C) :	20.0									
Chimenea procedente de:	Caldera	X	Horno	Otro								
Combustible empleado:	Crudo de Castilla											
Consumo:	9.5 Gln/hr											
Poder Calórico:	150204.0 Btu/Gln											
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Distancia (X)	36.2*	39.0	42.4	47.3	60.7	65.6	69.0	71.8*				
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.832											
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0											
Volumen final del agua (ml) (B)	301.0											
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	101.0											
Peso inicial de silica gel (g) (C)	200.0											
Peso final de silica gel (g) (D)	216.3											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	16.3											
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	117.3											
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	2.8354											
Peso final de papel de filtro (g) (H)	3.1880											
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.3526											
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	230.0											
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	99.5510											
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	99.7172											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.1662											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.5188											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006											
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.5182											

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
LABORATORIOS JGB	CARRERA 5 No. 23 - 44
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION CONTINENTAL	
POTENCIA :	125 BHP
COMBUSTIBLE :	Crudo de Castilla
PODER CALORICO :	150204.0 Btu/Gln
CONSUMO :	9.5 Gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	Sobre el techo se colocan tabloncillos para llegar al punto de muestreo y se hace un entablado en el sitio
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La presión de operación de la caldera es de 110 - 115 PSI	
- El tiempo de operación de la caldera es de 24 horas/día	
- La cantidad de producto terminado fué de 1.0 Ton/Hr	

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.12 INVERSIONES SAN DIEGO COLFIELTROS

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFERICAS
INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS
MAYO DE 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

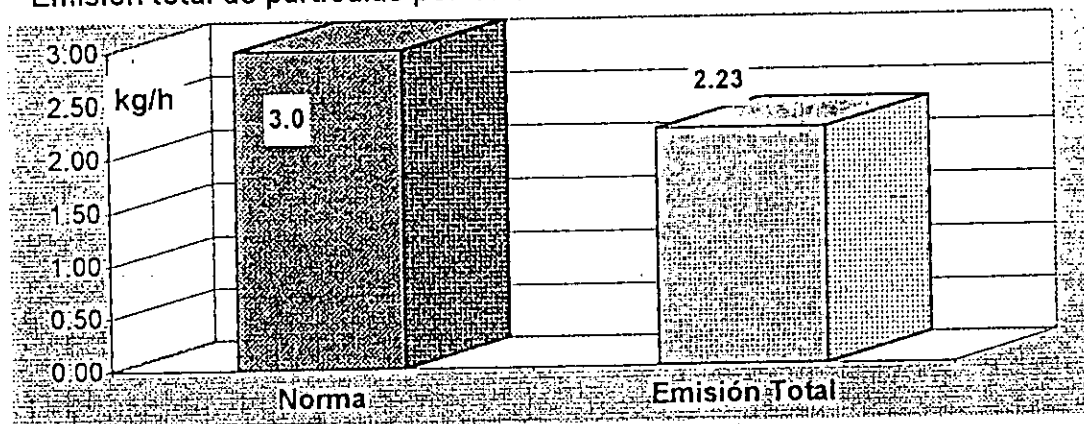
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Titusville 200 BHP) de la empresa INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, la cual utiliza como combustible "CARBON MINERAL".

El trabajo de campo se realizó el día 28 de Abril de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 2.23 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (consumo de carbón) de la caldera evaluada fue de 3.0 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 1.34 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión Titusville de 200 BHP de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, posee una altura de 25.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la cantidad de calor generado y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 48), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS

Dirección : Calle 20 No. 8ª - 18

Teléfono : (092) 883-35 19

Fuente : Caldera de Combustión Titusville - 200 HP

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 25.0 m.

Diámetro : 0.76 m.

Area salida: 4.88 ft²

Distancia A: 16.2 m.

Distancia B: 5.8 m.

Longitud niple: 0.12 m.

A/Diámetro : 21.3

B/Diámetro : 7.6

Total de puntos: 12

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9
Marca (cm)	13.6	17.1	21.0	25.5	31.0	39.1	60.9	69.0	74.5	79.0	82.9	86.4
	<1"											<1"

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 2.7

%CO: 0.032

%O₂: 17.5

Bws (%): 7.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 533.4

Cp : 0.832 Y: 0.797

CSO₂ (ppm): 7.4CNO_x (ppm): 23

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	337	407	470	489	487	477						444.5
Pg	-0.17	-0.17	-0.18	-0.18	-0.18	-0.18						-0.18
Δp	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04						0.03

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 444.5 + 460

Ts = 904.5 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 - 0.18/13.6

Ps = 26.52 in Hg

Pm = Pbar + ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 0.03/13.6

Pm = 26.53 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (2.7 + 0.032 + 17.5) = 79.8$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 2.7 \times 0.44 + 0.032 \times 0.28 + 17.5 \times 0.32 + 79.8 \times 0.28 = 29.14 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 29.14 \times (1 - 7.0/100) + 0.18 \times 7.0 = 28.36 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $Vs = 85.49 \times 0.832 \times ((0.03 \times 904.5 / 28.36 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 799.8 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5 / ((799.8 \times 533.4 \times 26.52 \times (1 - 7.0/100)) / (904.5 \times 26.53)) = 0.001140 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0 / ((799.8 \times 533.4 \times 26.52 \times (1 - 7.0/100)) / (904.5 \times 26.53)) = 0.004561 \text{ ft}^2$

2.7 CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_{s(\text{std})} = Q_{s(A)} \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	2280.7	ft ³ /min
Isocinetismo = 1	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{nx} V_{nx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times V_{sx} \times A_n}$	101.0	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh(\text{std})} = V_{wc(\text{std})} + V_{m(\text{std})}$	38.62	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh(A)}$	$V_{gh(A)} = V_{gh(\text{std})} \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	78.39	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh(\text{std})} \times 537 / 528)$	0.016308	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh(A)} \right)$	0.0080342	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{cr} \times Q_{s(\text{std})} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	2.23	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La cantidad de calor generado al consumir carbon mineral en la caldera es de 1.62 millones Kcal/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 48, 49	Norma de emisión aplicada "Calderas a base de carbón" zona urbana. Producción (P) Cantidad de calor : 1.62×10^6 Kcal/Hr $E \text{ (Kg/h)} = 2.0 \quad P < 10$	$2.0 \text{ Kg./}10^6 \text{ Kcal}$
Artículo 42	$E' = 0.926 \times 2.0 \text{ Kg/h}$	$1.85 \text{ Kg/}10^6 \text{ Kcal}$
Artículos 49, 50	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	$1.85 \text{ Kg/}10^6 \text{ Kcal}$ 3.0 Kg./h
Norma de Emisión final corregida: 3.0 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Titusville de 200 BHP de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, es de 3.0 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 2.23 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{2.23 \text{ kilos/h} < 3.0 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 1.34 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 51, que para calderas con cantidad de calor generado menor de 10 millones de Kcal/h, la altura mínima debe ser de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 200 BHP de INVERSIONES SAN DIEGO, tiene una altura del punto de descarga de 25.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	ABRIL 28 DE 1999			Empresa:	INVERSIONES SAN DIEGO							
Representante de la Empresa	DR. CARLOS D. DOMINICIS											
Representante de Empresa Consultor	TCO. JHON CESAR GONZALEZ											
Hora Inicial:	02:00 PM			Hora Final :								
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :	25.0			Diámetro interno (cm) :	76.0			Area transversal (pies ²) :	4.88			
Diámetro boquilla (pulg)	1/2			Area de boquilla (pies ²) :	1.364E-03			Distancia "A" (m) :	16.20			
Distancia "B" (m) :	5.80			Número de Puntos :	20			Tiempo/Punto (min.) :	3.0			
Presión Barométrica	26.53			Temperatura Ambiente (°C) :	23.0							
Chimenea procedente de	Caldera			X	Horno			Otro				
Combustible empleado:	CARBON MINERAL											
Consumo:												
Poder Calórico:												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	2.1	6.7	11.8	17.7	25.0	35.6	64.4	75.0	82.3	88.2	93.3	97.9
Distancia (X)	13.6"	17.1	21.0	25.5	31.0	39.1	60.9	69.0	74.5	79.0	82.9	86.4"
Factor de corrección del S-PITOT (C _P) :	0.821											
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0											
Volumen final del agua (ml) (B)	253.0											
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	53.0											
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.0											
Peso final de sílica gel (g) (D)	214.2											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	14.2											
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	67.2											
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	3.3658											
Peso final de papel de filtro (g) (H)	3.7757											
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.4099											
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	220.0											
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	103.6500											
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	103.8706											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.2206											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.6305											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006											
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.6299											

[illegible]

DATOS MUESTREO PRELIMINAR							
DATOS	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
Ts'	411.0	421.0	434.0	445.0	449.0	451.0	435.2
Tm'							
Pg	-0.13	-0.15	-0.17	-0.19	-0.17	-0.18	-0.17
Δp	0.15	0.17	0.18	0.20	0.19	0.20	0.18
Qm (cfm):	0.56		Vs (p/s): 32.85		Boquilla a emplear:		5/16

[illegible]

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
INVERSIONES SAN DIEGO	CALLE 20 No. 8A - 18
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION TITUSVILLE	
POTENCIA :	200 BHP
COMBUSTIBLE :	CARBON MINERAL
PODER CALORICO :	7576 Kcal/Kg
CONSUMO :	
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DIA DEL MUESTREO	

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS
MAYO DE 1999

CONTENIDO

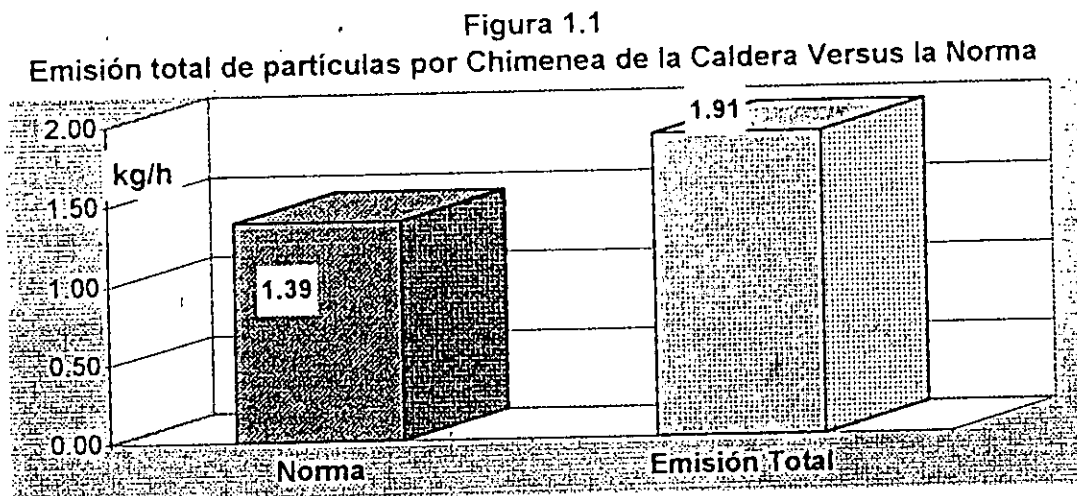
1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
4. TABLAS DE CAMPO	8

1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Continental) de la empresa INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 28 de Abril de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 1.91 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 1.39 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 1.37 veces por encima de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.



La chimenea de la caldera de combustión Continental de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, posee una altura de 17.0 m. La altura mínima exigida de acuerdo a la producción de la empresa y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 74), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2: CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1: INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS

Dirección : Calle 20 No. 8ª - 18

Teléfono : (092) 883-35 19

Fuente : Caldera de Combustión Continental

2.2: LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 17.0 m.				Distancia A: 5.0 m.				A/Diámetro : 15.1				
Diámetro : 0.33 m.				Distancia B: 2.7 m.				B/Diámetro : 8.2				
Area salida: 0.92 ft ²				Longitud niple: 0.20 m.				Total de puntos: 8				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	21.1	23.5	26.4	30.7	42.3	46.6	49.5	51.9				
	<1"							<1"				

2.3: DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO ₂ : 7.4				Bws (%): 10.0					Cp : 0.832				Y: 0.797
%CO: 0.0329				Pbar (in Hg): 26.53					CSO ₂ (ppm): 12.0				
%O ₂ : 81.0				Tm (R): 529.8					CNO _x (ppm): 144				
PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM	
Ts (°F)	411	421	434	445	449	451						435.2	
Pg	-0.13	-0.15	-0.17	-0.19	-0.17	-0.18						-0.17	
Δp	0.15	0.17	0.18	0.2	0.19	0.2						-0.18	

2.4 SELECCION DE LA BOQUILLA

$T_s = t_s + 460$	$P_s = P_{bar} + P_g / 13.6$	$P_m = P_{bar} + \Delta H / 13.6$
$T_s = 435.2 + 460$	$P_s = 26.53 - 0.17 / 13.6$	$P_m = 26.53 + 0.03 / 13.6$
$T_s = 895.2 \text{ } ^\circ\text{R}$	$P_s = 26.52 \text{ in Hg}$	$P_m = 26.53 \text{ in Hg}$
$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (7.4 + 0.029 + 11.6) = 81.0$		
$M_d = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$		
$M_d = 7.4 \times 0.44 + 0.029 \times 0.28 + 11.6 \times 0.32 + 81.0 \times 0.28 = 29.65 \text{ g/g mol}$		
$M_s = M_d \times (1 - B_{ws} / 100) + 0.18 \times B_{ws}$		
$M_s = 29.65 \times (1 - 10.0 / 100) + 0.18 \times 10.0 = 28.49 \text{ g/g-mol}$		
$v_s = K_p \times C_p \times ((\Delta p \times T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times 60$		
$V_s = 85.49 \times 0.832 \times ((0.03 \times 895.2 / 28.49 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 1971 \text{ ft/min}$		
$An_1 = 0.5 / (((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m)))$		
$An_1 = 0.5 / (((1971 \times 529.8 \times 26.52 \times (1 - 10.0 / 100)) / (895.2 \times 26.53))) = 0.0004764 \text{ ft}^2$		
$An_2 = 2.0 / (((v_s \times T_m \times P_s \times (1 - B_{ws} / 100)) / (T_s \times P_m)))$		
$An_2 = 2.0 / (((1971 \times 529.8 \times 26.52 \times (1 - 10.0 / 100)) / (895.2 \times 26.53))) = 0.0019058 \text{ ft}^2$		

BOQUILLA SELECCIONADA									
() No. 1, $\phi = (1/2)"$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$					() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$				
(X) No. 2, $\phi = (5/16)"$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$					() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$				
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$									
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO									
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$									
$vs = 85.49 \times 0.832 \times ((895.2/28.49 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 77.42 (\Delta p)^{0.5}$									
Δp									
Qm									
ΔH									
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO									
$Vlc(mL) = 82.3$	$m_n(g) = 1.1219$	$Pg \text{ (in H}_2\text{O)} = -0.15$	$\Delta p \text{ (in H}_2\text{O)} = 0.18$						
$Ts(^{\circ}R) = 910.5$	$Tm(R) = 579.0$	$\Delta H \text{ (in H}_2\text{O)} = 0.91$	$\theta \text{ (min.)} = 60$						
$As(\text{ft}^4) = 0.92$	$Vm(\text{ft}^3) = 45.40$	$Y = 0.797$	$Cp = 0.832$						
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS									
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades						
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (Pg / 13.6)$	26.52	in Hg						
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.60	in Hg						
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y_x V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	29.34	ft^3						
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1x(V_f - V_i) + K2x(W_f - W_i)$	3.87	ft^3						
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	3.93	ft^3						
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	11.7	%						
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32x(\%O_2) + 0.44x(\%CO_2) + 0.28x(\%N_2) + \%CO$	29.66	g/g-mol						
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	28.30	g/g-mol						
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	33.24	ft/s						
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times As \times 60$	1834.8	ft^3/min						

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Qs(std)$	$Qs_{(std)} = Qs_{(A)} \times \left(\frac{T_{std}}{T_s} \right) \times \left(\frac{P_s}{P_{std}} \right)$	943.1	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sxv} \times A_n}$	101.4	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $Vgh(std)$	$Vgh_{(std)} = V_{wc_{(std)}} + V_{m_{(std)}}$	33.21	ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $Vgh_{(A)}$	$Vgh_{(A)} = Vgh_{(std)} \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	64.61	ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (Vgh_{(std)} \times 537 / 528)$	0.033782	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $Cs_{(A)}$	$Cs_{(A)} = \left(m_n / Vgh_{(A)} \right)$	0.017364	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{cr} \times Qs_{(std)} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	1.91	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La cantidad de producto terminado en la planta es menor de 0.1 Ton./h, por lo tanto, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "otras industrias" zona urbana. Producción (P) : $E \text{ (Kg/h)} = 1.5 \quad P < 0.1 \text{ Ton/h}$	1.5 Kg/h
Artículo 42	$\text{Emisión (E')} = 0.926 \times 1.5 \text{ Kg/h}$	1.39 Kg/h
Artículos 73, 74	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	1.39 Kg/h
Norma de Emisión final corregida: 1.39 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Continental de INVERSIONES SAN DIEGO - COFIELTROS, es de 1.39 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 1.91 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

Emisión vs Norma
1.91 kilos/h > 1.39 kilos/hora

La emisión de partículas es 1.37 veces encima de la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 74, que para industrias con producciones menores de 5 ton/h, la altura mínima debe ser de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de INVERSIONES SAN DIEGO, tiene una altura del punto de descarga de 17.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	ABRIL 28 DE 1999		Empresa:	INVERSIONES SAN DIEGO								
Representante de la Empresa	DR. CARLOS D. DOMINICIS											
Representante de Empresa Consultor	TCO. JHON CESAR GONZALEZ											
Hora Inicial:	09:30 AM		Hora Final :									
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :	17.0	Diámetro interno (cm) :	33.0	Area transversal (pies ²) :	0.92							
Diámetro boquilla (pulg)	5/16	Area de boquilla (pies ²) :	5.326E-04	Distancia "A" (m) :	5.00							
Distancia "B" (m) :	2.70	Número de Puntos :	12	Tiempo/Punto (min.) :	5.0							
Presión Barométrica	26.53	Temperatura Ambiente (°C) :	21.0									
Chimenea procedente de		Caldera	X	Horno	Otro							
Combustible empleado:												
Consumo:												
Poder Calórico:												
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Distancia (X)	21.1'	23.5	26.4	30.7	42.3	46.6	49.5	51.9'				
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.832											
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0											
Volumen final del agua (ml) (B)	270.0											
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	70.0											
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.0											
Peso final de sílica gel (g) (D)	212.3											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	12.3											
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	82.3											
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	2.8205											
Peso final de papel de filtro (g) (H)	3.6135											
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.7930											
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	200.0											
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	101.4369											
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	101.7664											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.3295											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	1.1225											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006											
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	1.1219											

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
INVERSIONES SAN DIEGO	CALLE 20 No. 8A - 18
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION CONTINENTAL	
POTENCIA :	
COMBUSTIBLE :	
PODER CALORICO :	
CONSUMO :	
CONTAMINANTES EMITIDOS : Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)	
EQUIPO DE CONTROL :	SECUESTRANTE
UBICACIÓN PROCESO :	
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE EL DIA DEL MUESTREO	

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.13 LAVATEX

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
LAVANDERIA LAVATEX
MAYO DE 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES</u>	<u>3</u>
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	<u>6</u>
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	<u>8</u>

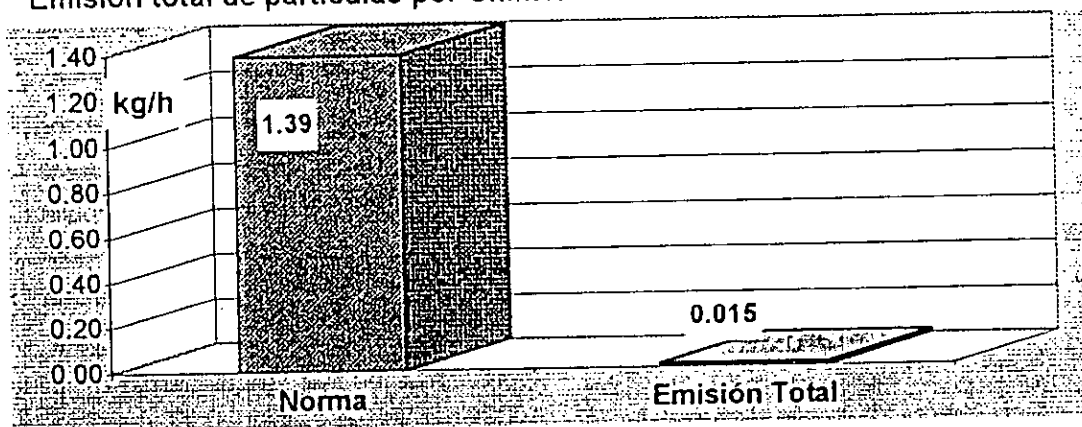
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Power Master 100 BHP) de la empresa LAVATEX, la cual utiliza como combustible "A.C.P.M."

El trabajo de campo se realizó el día 13 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 0.015 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 1.39 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 92.6 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión Power Master de 100 BHP de **LAVATEX**, posee una altura de 16.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de **LAVATEX**, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1. INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : LAVATEX

Dirección : Av. ESTACION No. 5BN - 49

Teléfono : (092) 661-31 16

Fuente : Caldera de Combustión Power Master - 100 HP

2.2. LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 16.0 m.

Diámetro : 0.27 m.

Area salida: 0.62 ft²

Distancia A: 13.15 m.

Distancia B: 2.65 m.

Longitud niple: 0.195 m.

A/Diámetro : 48.7

B/Diámetro : 9.81

Total de puntos: 8

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	20.4	22.3	24.7	28.2	37.8	41.3	43.7	45.6				
	<1"							<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 6.2

%CO: 0.016

%O₂: 12.6

Bws (%): 6.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 531.6

Cp : 0.832 Y: 0.797

CSO₂ (ppm): 0.0CNO_x (ppm): 98

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	90	90	89	89	88	91						89.5
Pg	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13						-0.13
Δp	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05						0.05

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 89.5 + 460

Ts = 549.5 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 - 0.13/13.6

Ps = 26.52 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 0.05/13.6

Pm = 26.53 in Hg

$$\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (6.2 + 0.016 + 12.6) = 81.2$$

$$Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$$

$$Md = 6.2 \times 0.44 + 0.016 \times 0.28 + 12.6 \times 0.32 + 81.2 \times 0.28 = 29.50 \text{ g/g mol}$$

$$Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$$

$$Ms = 29.50 \times (1 - 6.0/100) + 0.18 \times 6.0 = 28.81 \text{ g/g-mol}$$

$$vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$$

$$Vs = 85.49 \times 0.832 \times ((0.05 \times 549.5 / 28.81 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 809.4 \text{ ft/min}$$

$$An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An1 = 0.5 / ((809.4 \times 531.6 \times 26.52 \times (1 - 6.0/100)) / (549.5 \times 26.53)) = 0.0006796 \text{ ft}^2$$

$$An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$$

$$An2 = 2.0 / ((809.4 \times 531.6 \times 26.52 \times (1 - 6.0/100)) / (549.5 \times 26.53)) = 0.0027182 \text{ ft}^2$$

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	432.8	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times v_{sx} \times A_n}$	102.7	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_{m}(\text{std})$	32.98	Ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	38.22	Ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) * 537 / 528)$	0.0005515	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.0004840	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} = C_{cr} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.015	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 0.0396 ton/h (416 k/d), aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 0.0396 $E \text{ (Kg/h)} = 1.5 \cdot P < 0.1$	1.5 Kg./H
Artículo 42	$E' = 0.926 \times 1.5 \text{ Kg/h}$	1.39 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	1.39 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 1.39 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Power Master de 100 BHP de LAVATEX, es de 1.39 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.015 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.015 \text{ kilos/h} < 1.39 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 92.6 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, que para producciones horarias menores de 5 toneladas/hora, la altura mínima debe ser de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 100 BHP de LAVATEX, tiene una altura del punto de descarga de 16.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 13 DE 1999		Empresa:	LAVATEX LTDA.								
Representante de la Empresa:	FABIO BETANCOURTH											
Representante de Empresa Consultora:	TCO. JHON CESAR GONZALEZ											
Hora Inicial:	12:00 PM						Hora Final :					
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :	16.00			Diámetro interno (cm) :	27.0			Area transversal (pies ²) :	0.62			
Diámetro boquilla (pulg) :	3/8			Area de boquilla (pies ²) :	7.670E-04			Distancia "A" (m) :	13.15			
Distancia "B" (m) :	2.65			Número de Puntos :	12			Tiempo/Punto (min.) :	5.0			
Presión Barométrica:	26.53			Temperatura Ambiente (°C) :	22.0							
Chimenea procedente de:	Caldera			X		Horno			Otro			
Combustible empleado:	A.C.P.M.											
Consumo:	7.5 Gln/hr											
Poder Calórico:	140000.0 Btu/Gln											
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Distancia (X)	20.4*	22.3	24.7	28.2	37.8	41.3	43.7	45.6*				
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.832											
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0											
Volumen final del agua (ml) (B)	252.0											
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	52.0											
Peso inicial de silica gel (g) (C)	200.0											
Peso final de silica gel (g) (D)	210.9											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	10.9											
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	62.9											
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	2.8072											
Peso final de papel de filtro (g) (H)	2.8106											
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.0034											
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	120.0											
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	101.4369											
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	101.4524											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0155											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.0189											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006											
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.0183											

[illegible]

DATOS MUESTREO PRELIMINAR							
DATOS	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
Ts'	90.0	90.0	89.0	89.0	88.0	91.0	89.5
Tm'							
Pg	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
Δp	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.05	0.05
Qm (cfm):	0.56		Vs (p/s): 13.49		Boquilla a emplear:		3/8

[illegible]

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
LAVATEX LTDA.	Av. ESTACION No. 5BN - 49
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMPUSTION POWER MASTER	
POTENCIA :	100 BHP
COMBUSTIBLE :	A.C.P.M.
PODER CALORICO :	140000.0 Btu/Gln
CONSUMO :	7.5 Gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NOx)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Lavandería
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO : La caldera se encuentra ubicada en el sotano, por lo tanto, el punto de muestreo queda ubicado aproximadamente a 1.7 metros sobre el nivel del piso.	
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La caldera opera de Lunes a Viernes de 7:00 am - 5:30 pm - La presión de operación de la caldera es de 75 - 95 PSI - Durante el mes se procesa 20000 Libras de prendas, equivalente a 416 Kilos/día	

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4.14 RECKITT & COLMAN COLOMBIA

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
RECKITT & COLMAN
MAYO DE 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	<u>2</u>
<u>2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES</u>	<u>3</u>
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	<u>6</u>
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	<u>8</u>

1. RESUMEN

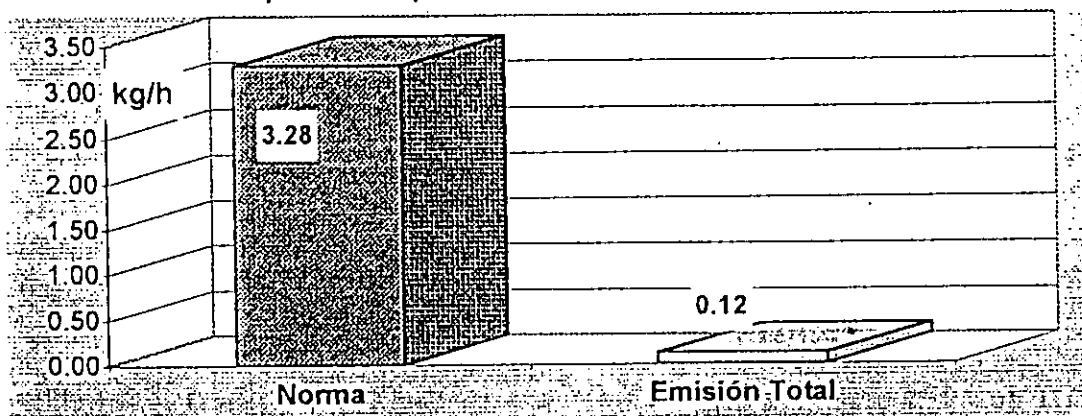
El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Distral 60 BHP) de la empresa RECKITT & COLMAN, la cual utiliza como combustible "A.C.P.M."

El trabajo de campo se realizó el día 29 de Abril de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 0.12 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 3.28 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 27.3 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1

Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión distral de 60 BHP de **RECKITT & COLMAN**, posee una altura de 17.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 15.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de **RECKITT & COLMAN**, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : RECKITT & COLMAN

Dirección : Carrera 5 No. 45 - 12

Teléfono : (092) 446-70 00

Fuente : Caldera de Combustión Distral - 60 HP

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 17.0 m.

Diámetro : 0.44 m.

Area salida: 1.64 ft²

Distancia A: 9.0 m.

Distancia B: 3.6 m.

Longitud niple: 0.195 m.

A/Diámetro : 20.4

B/Diámetro : 8.2

Total de puntos: 8

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Marca (cm)	20.9	24.1	28.0	33.7	49.3	55.0	58.9	62.1				
	<1"							<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 5.9

%CO: 0.012

%O₂: 14.4

Bws (%): 8.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 529.8

Cp : 0.832 Y: 0.797

CSO₂ (ppm): 0.7CNO_x (ppm): 14

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	465	519	554	572	553	501						527.3
Pg	-0.1	-0.2	-0.21	-0.19	-0.18	-0.18						-0.18
Δp	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04						0.04

2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 516.7 + 460

Ts = 984.7 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 - 0.17/13.6

Ps = 26.52 in Hg

Pm=Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 0.05/13.6

Pm = 26.64 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (5.9 + 0.012 + 14.4) = 79.7$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 5.9 \times 0.44 + 0.012 \times 0.28 + 14.4 \times 0.32 + 79.7 \times 0.28 = 29.52 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws / 100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 29.52 \times (1 - 8.0/100) + 0.18 \times 8.0 = 28.60 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $Vs = 85.49 \times 0.832 \times ((0.04 \times 984.7 / 28.60 \times 26.52))^{0.5} \times 60 = 973.8 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws / 100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5 / ((973.8 \times 528 \times 26.52 \times (1 - 8.0/100)) / (984.7 \times 26.64)) = 0.001045 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws / 100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0 / ((973.8 \times 528 \times 26.52 \times (1 - 8.0/100)) / (984.7 \times 26.64)) = 0.004182 \text{ ft}^2$

BOQUILLA SELECCIONADA	
(X) No. 1, $\phi = (1/2)"$, $A_n = 0.001363 \text{ ft}^2$	() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $A_n = 0.0007669 \text{ ft}^2$
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $A_n = 0.0005326 \text{ ft}^2$	() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $A_n = 0.001043 \text{ ft}^2$
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $A_n = 0.000340 \text{ ft}^2$	

2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO

$$v_s = K_p \times C_p \times ((T_s / M_s \times P_s))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$$

$$v_s = 85.49 \times 0.832 \times ((984.7 / 28.60 \times 26.52))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 81.04 (\Delta p)^{0.5}$$

Δp												
Q_m												
ΔH												

2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

$V_{lc}(\text{mL}) = 134.0$	$m_n(\text{g}) = 0.1013$	$P_g(\text{in H}_2\text{O}) = -0.17$	$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.05$
$T_s(\text{R}) = 976.7$	$T_m(\text{R}) = 573.5$	$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.47$	$\theta(\text{min.}) = 60$
$A_s(\text{ft}^2) = 1.64$	$V_m(\text{ft}^3) = 60.09$	$Y = 0.797$	$C_p = 0.832$

2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.52	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ba} + (\Delta H / 13.6)$	26.64	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_m \times (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	39.26	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$	6.31	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	6.42	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	13.8	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\% O_2) + 0.44 \times (\% CO_2) + 0.28 \times (\% N_2 + \% CO)$	29.52	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	27.93	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = v_s	$v_s = K_p \times C_p \times \left(\sqrt{\Delta P_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	18.26	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = v_s \times A_s \times 60$	1796.8	ft^3/min

2.7. CALCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_s(\text{std}) = Q_s(A) \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	861.0	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times V_{sx} \times A_n}$	106.1	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	45.57	Fl ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh}(A)$	$V_{gh}(A) = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	95.10	Fl ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{er}	$C_{er} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) \times 537 / 528)$	0.002189	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_s(A)$	$C_s(A) = \left(m_n / V_{gh}(A) \right)$	0.001067	g/ft ³
Emisión total de partículas $E(A)$ a condiciones de referencia	$E(A) = C_{er} \times Q_s(\text{std}) \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	0.12	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 0.75 ton/h (18 Ton/d), aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 1.9 $E \text{ (Kg/h)} = 4.0 \times (P)^{0.875} \quad 1 \leq P < 10$	3.54 Kg./H
Artículo 42	Emisión (E') = $0.926 \times 3.54 \text{ Kg/h}$	3.28 Kg./H
Artículos 74, 75	$E' = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	3.28 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 3.28 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Distral de 60 BHP de RECKITT & COLMAN, es de 3.28 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 0.12 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{0.12 \text{ kilos/h} < 3.28 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 27.3 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre de 0.5 y 5 toneladas/hora una altura de referencia de 15.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de 60 BHP de RECKITT & COLMAN, tiene una altura del punto de descarga de 17.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	ABRIL 29 DE 1999		Empresa:		RECKITT & COLMAN							
Representante de la Empresa:												
Representante de Empresa Consultora: TCO. JHON CESAR GONZALEZ												
Hora Inicial:		10:00 AM					Hora Final :					
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :		17.0		Diámetro interno (cm) :		44.0		Area transversal (pies ²) :		1.64		
Diámetro boquilla (pulg) :		1/2		Area de boquilla (pies ²) :		1.364E-03		Distancia "A" (m) :		9.00		
Distancia "B" (m) :		3.60		Número de Puntos :		12		Tiempo/Punto (min.) :		5.0		
Presión Barométrica:		26.53		Temperatura Ambiente (°C) :		21.0						
Chimenea procedente de:				Caldera		X		Horno		Otro		
Combustible empleado:		A.C.P.M.										
Consumo:		16.5 Gln/hr										
Poder Calórico:		140000.0 Btu/Gln										
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	3.2	10.5	19.4	32.3	67.7	80.6	89.5	96.8				
Distancia (X)	20.9"	24.1	28.0	33.7	49.3	55.0	58.9	62.1"				
Factor de corrección del S-PITOT (Cp.) :								0.832				
Volumen inicial de agua (ml) (A)								200.0				
Volumen final del agua (ml) (B)								323.0				
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)								123.0				
Peso inicial de sílica gel (g) (C)								200.0				
Peso final de sílica gel (g) (D)								211.0				
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)								11.0				
Volumen total de agua (ml) = (E+F)								134.0				
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)								2.8049				
Peso final de papel de filtro (g) (H)								2.8530				
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)								0.0481				
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)								130.0				
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)								98.8419				
Peso final del beaker de lavados (g) (K)								98.8957				
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)								0.0538				
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)								0.1019				
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)								0.0006				
Peso neto de partículas (g) = (S-P)								0.1013				

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA							
% CO ₂	5.9	% CO	0.012	% O ₂	14.4		
% N ₂	79.7	SO ₂ (ppm)	0.7	NOx (ppm)	14		
Ts = T'm + 460 (°R)		Tm = T'm + 460		Ps = Pbar + Pg/13.6			
Pm = Pbar + ΔH/13.6		W (%)	8.00	Ms	28.60		
DATOS MUESTREO PRELIMINAR							
DATOS	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
Ts'	465.0	519.0	554.0	572.0	553.0	501.0	527.3
Tm'							
Pg	-0.10	-0.20	-0.21	-0.19	-0.18	-0.18	-0.18
Δp	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
Qm (cfm):	0.66	Vs (p/s):	16.23	Boquilla a emplear:		1/2	
DATOS DURANTE EL MUESTREO							
Volumen inicial (pie ³)			168.760	Volumen final (pie ³)			228.850
PUNTO No.	ΔP	Pg	Ts'	Tm (entrada)	Tm (salida)	Tm	ΔH
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F	°F	°F	°F	"H ₂ O
1	0.04	-0.12	484.0	109.0	106.0	107.5	1.24
2	0.04	-0.18	554.0	112.0	107.0	109.5	1.38
3	0.05	-0.22	566.0	116.0	110.0	113.0	1.34
4	0.04	-0.18	490.0	117.0	112.0	114.5	1.32
5	0.05	-0.18	495.0	121.0	113.0	117.0	1.34
6	0.05	-0.18	551.0	117.0	113.0	115.0	1.35
7	0.05	-0.18	544.0	113.0	112.0	112.5	1.34
8	0.05	-0.18	540.0	112.0	110.0	111.0	1.67
9	0.05	-0.17	518.0	114.0	111.0	112.5	1.67
10	0.05	-0.18	481.0	118.0	112.0	115.0	1.67
11	0.04	-0.18	518.0	119.0	114.0	116.5	1.68
12	0.04	-0.12	490.0	120.0	114.0	117.0	1.68

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
RECKITT & COLMAN	Av. ESTACION No. 5BN - 49
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION DISTRAL	
POTENCIA :	60 BHP
COMBUSTIBLE :	A.C.P.M.
PODER CALORICO :	140000.0 Btu/Gln
CONSUMO :	16.5 Gln/hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	Hay que deséntechar y montar 3 cuerpos de andamios desde el piso y con tablonés.
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La caldera opera en un rango de presión de 95 - 110 PSI - El tiempo de operación de la caldera es de 7 horas/día	

4.15 COMPAÑÍA NACIONAL DE BRONCES

EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES
MAYO DE 1999

CONTENIDO

1. RESUMEN	2
2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO	3
2.4 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.5 TABLAS DE CALIBRACION	4
3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	5
3.1 CALCULO DE LA NORMA	5
3.2 COMPARACION DE LA CONCENTRACION DE PARTICULAS CON LA NORMA	5
4. TABLAS DE CAMPO	6

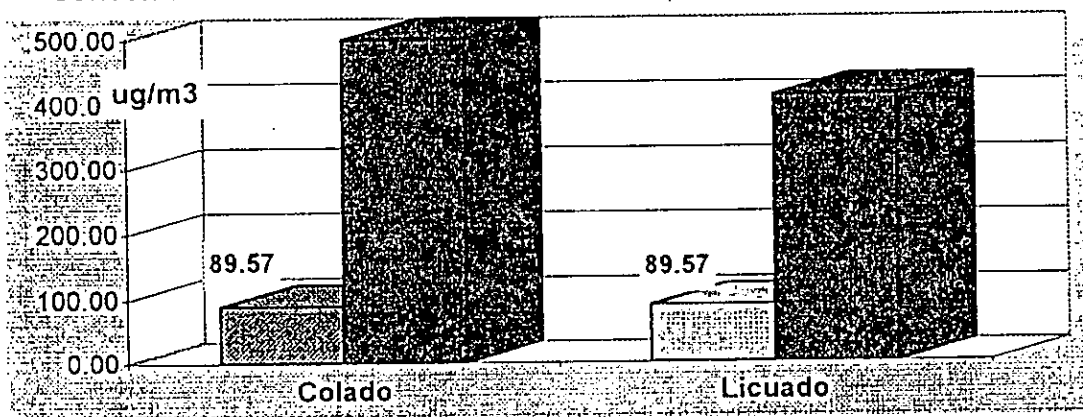
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal Análisis Ambiental Proinsa Ltda, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos, se realizó el muestreo de Calidad del Aire en las instalaciones de la INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES, debido a que en la industria no disponen de chimeneas en las que se puede medir las emisiones generadas por los crisoles (licuado, colado y fundición)

El trabajo de campo se realizó los días 12 y 13 de Mayo de 1999. Las muestras fueron tomadas durante dos días y en la jornada laboral diaria, la cual corresponde a diez (10) horas diarias, en el horario de 07:00 am hasta las 05:00 pm. La concentración de partículas totales en suspensión (TSP), para la sección de colado fue de $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la sección de licuado la concentración promedio fue de $411.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La norma de calidad del aire al interior de la industria (en las dos secciones) fue de $89.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparando las concentraciones de calidad del aire con la norma permisible, se encuentra que no se cumple internamente con la norma de calidad de aire, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Concentración de Partículas Totales en Suspensión Versus la Norma



2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION**2.1. INFORMACION BASICA DEL MUESTREO**

Empresa : INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES

Dirección : Calle 36 No. 4 - 59

Teléfono : (092) 443-15-11

2.2. LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Fuente : Crisoles de Colado y Licuado

2.3 DATOS DEL MUESTREO

MUESTRA	FECHA	W inicial	Lect. inicial	Flujo inicial	W final	Lect final	Flujo final
		(gr)	(hr)	(scfm)	(gr)	(hr)	(scfm)
ESTACION No. 1		SECCION DE COLADO Y FUNDICION					
1	12-May-99	5.9382	5920.05	63	6.4241	5930.10	32
2	13-May-99	5.9681	5930.10	63	6.3903	5940.15	39
ESTACION No. 2		SECCION DE LICUADO Y FUNDICION					
1	12-May-99	5.9771	6531.33	55	6.3318	6541.39	30
2	13-May-99	5.8821	6541.39	58	6.1828	6551.44	36

2.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO

MUESTRA	FECHA	W (gr)	T (min)	R (cfm)	ΔV	Cx
		(gr)	(min)	(scfm)	(m ³)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ESTACION No. 1		SECCION DE COLADO Y FUNDICION				
1	12-May-99	0.4859	603.00	47.50	877.93	553.46
2	13-May-99	0.4222	603.00	51.00	934.65	451.72
ESTACION No. 2		SECCION DE LICUADO Y FUNDICION				
1	12-May-99	0.3547	603.60	42.50	761.00	466.10
2	13-May-99	0.3007	603.00	47.00	826.48	363.83

2.5 TABLAS DE CALIBRACION

ESTACION No 1

Nº	Orificio No	Carta Equipo (cfm)	ΔP (" H ₂ O)	Curva Std (cfm)	Caudal Corr. (cfm)
1	18	50.0	10.4	56.85	53.80
2	13	45.0	8.8	52.24	49.44
3	10	41.0	7.2	47.19	44.66
4	7	33.0	5.0	39.22	37.12
5	5	26.0	3.6	33.18	31.40
		(x)			(y)

$$F_c = 0.94642$$

ESTACION No 2

Nº	Orificio No	Carta Equipo (cfm)	ΔP (" H ₂ O)	Curva Std (cfm)	Caudal Corr. (cfm)
1	18	51.0	9.6	54.59	51.67
2	13	44.0	7.8	49.15	46.52
3	10	40.0	6.2	43.75	41.41
4	7	30.0	4.2	35.89	33.97
5	5	23.0	2.8	29.19	27.63
		(x)			(y)

$$F_c = 0.94642$$

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	NORMA
Artículos 31, 32	PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION El promedio geométrico de los resultados de todas las muestras, diarias recolectadas en forma continua durante la jornada de trabajo, no deben exceder de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$

3.2 COMPARACION DE LA CONCENTRACION DE PARTICULAS CON LA NORMA

Al comparar la concentración de partículas totales en suspensión (obtenida en los dos puntos de muestreo ubicados dentro de la INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES), con la norma de calidad del aire, se observa que no se cumple con la norma. Las mediciones fueron hechas con equipos de alto volumen HI.-VOL., por lo que se recomienda evaluar el impacto sobre el personal con equipos de medición de bajo volumen o muestreadores personales.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

424

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE
-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

DATOS DE LOS MUESTREOS DE CAMPO (FUENTE DIFUSA)

EMPRESA : INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES

MUESTRA	FECHA	W inicial (gr)	Lect inicial (hr)	Flujo inicial (scfm)	W final (gr)	Lect final (hr)	Flujo final (scfm)
ESTACION No. 1							
1	12-May-99	5.9382	5920.05	63	6.4241	5930.10	32
2	13-May-99	5.9681	5930.10	63	6.3903	5940.15	39
ESTACION No. 2							
1	12-May-99	5.9771	6531.33	55	6.3318	6541.39	30
2	13-May-99	5.8821	6541.39	58	6.1828	6551.44	36

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

CONCENTRACION DE PARTICULAS TOTALES EN SUSPENSION

EMPRESA : INDUSTRIA NACIONAL DE BRONCES

MUESTRA	FECHA	W (gr)	T (min)	R (cfm)	ΔV (m ³)	Cx (µg/m ³)
ESTACION No. 1						
1	12-May-99	0.4859	603.00	47.50	877.93	553.46
2	13-May-99	0.4222	603.00	51.00	934.65	451.72
ESTACION No. 2						
SECCION DE LICUADO Y FUNDICION						
1	12-May-99	0.3547	603.60	42.50	761.00	466.10
2	13-May-99	0.3007	603.00	47.00	826.48	363.83

PGeom. = 453.77

NL (particul) = 89.57

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE
-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

CALIBRACION ESTACIONES DE ALTO VOLUMEN

ESTACION No 1

Nº	Orificio No	Carta Equipo (cfm)	ΔP (" H ₂ O)	Curva Std. (cfm)	Caudal Corr. (cfm)
1	18	50.0	10.4	56.85	53.80
2	13	45.0	8.8	52.24	49.44
3	10	41.0	7.2	47.19	44.66
4	7	33.0	5.0	39.22	37.12
5	5	26.0	3.6	33.18	31.40
		(X)			(Y)

$F_c = 0.94642$

ESTACION No 2

Nº	Orificio No	Carta Equipo (cfm)	ΔP (" H ₂ O)	Curva Std. (cfm)	Caudal Corr. (cfm)
1	18	51.0	9.6	54.59	51.67
2	13	44.0	7.8	49.15	46.52
3	10	40.0	6.2	43.75	41.41
4	7	30.0	4.2	35.89	33.97
5	5	23.0	2.8	29.19	27.63
		(X)			(Y)

$F_c = 0.94642$

UNION TEMPORAL

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

4.16 INDUSTRIAS DEL MAÍZ.

EVALUACION DE EMISIONES ATMOSFERICAS
INDUSTRIA DEL MAIZ - MAIZENA
MAYO DE 1999

CONTENIDO

<u>1. RESUMEN</u>	2
<u>2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES</u>	3
2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO	3
2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO	3
2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR	3
2.4 SELECCIÓN DE LA BOQUILLA	3
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO	4
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO	4
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS	4
<u>3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES</u>	6
3.1 CALCULO DE LA NORMA	6
3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA	7
<u>4. TABLAS DE CAMPO</u>	8

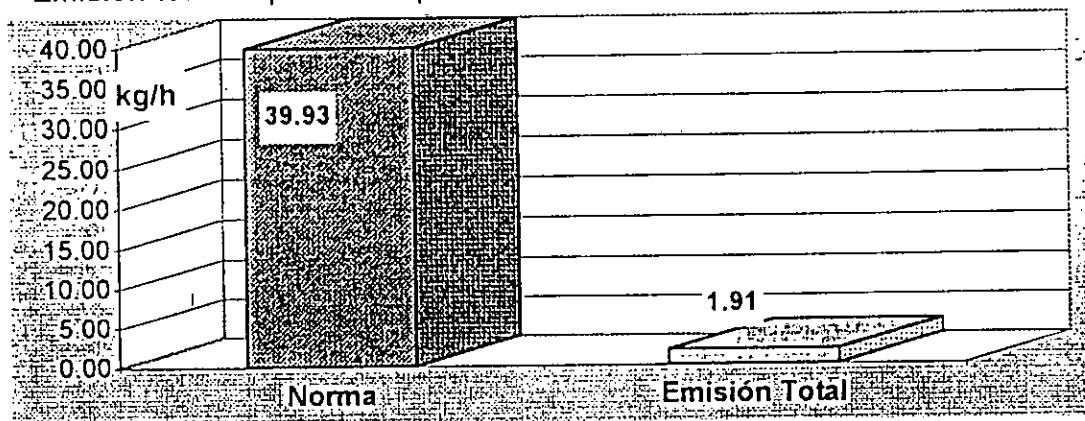
1. RESUMEN

El Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente -DAGMA-, ha implementado la ejecución de operativos de verificación de contaminantes del aire, para lo cual contrató a la Unión temporal **Análisis Ambiental Proinsa Ltda**, mediante el contrato SCA003-98-G1. En desarrollo de estos operativos se realizó el muestreo de emisiones de material particulado y gases de combustión a la chimenea de la Caldera de Combustión (Foster Wheeler 80000 lbv/h) de INDUSTRIAS DEL MAIZ - MAIZENA, la cual utiliza como combustible "CRUDO DE CASTILLA".

El trabajo de campo se realizó el día 20 de Mayo de 1999. La emisión total de partículas (ETP), por chimenea fue de 1.91 Kg/h, la norma de emisión calculada y corregida para las condiciones de funcionamiento (producción) de la caldera evaluada fue de 39.9 Kg/h.

Comparando la emisión total de partículas con la norma permisible, se encuentra que la emisión de partículas se encuentra 20.8 veces por debajo de la norma, como se aprecia en la Figura 1.1.

Figura 1.1
Emisión total de partículas por Chimenea de la Caldera Versus la Norma



La chimenea de la caldera de combustión Foster Wheeler de la empresa MAIZENA, posee una altura de 25.0 m. la altura mínima exigida de acuerdo a la producción y según Decreto 02 de 1982 (Artículo 70), es de 20.0 metros. Por lo tanto se puede decir que la chimenea de la caldera evaluada de MAIZENA, cumple con la Norma de altura mínima permisible.

2. CALCULOS Y RESULTADOS DE LA EVALUACION DE EMISIONES

2.1 INFORMACION BASICA DEL MUESTREO

Empresa : INDUSTRIAS DEL MAIZ - MAIZENA

Dirección : Carrera 5 No. 52 - 56

Teléfono : (092) 431-50-00

Fuente : Caldera de Combustión Foster Wheeler

2.2 LOCALIZACION DE PUNTOS DE MUESTREO

Altura : 25.0 m.

Diámetro : 1.8 m.

Area salida: 27.39 ft²

Distancia A: 9.5 m.

Distancia B: 10.3 m.

Longitud niple: 0.19 m.

A/Diámetro : 5.3

B/Diámetro : 5.7

Total de puntos: 20

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diam	1.3	3.9	6.7	9.7	12.9	16.5	20.4	25.0	30.6	38.8	61.2	69.4
Marca (cm)	21.3	26.0	31.1	36.5	42.2	48.7	55.7	64.0	74.1	88.8	129.2	143.9
	<1"											
PUNTO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
% Diam	75.0	79.6	83.5	87.1	90.3	93.3	96.1	98.7				
Marca (cm)	154.0	162.3	169.3	175.8	181.5	186.9	192.0	196.7				
								<1"				

2.3 DATOS DEL MUESTREO PRELIMINAR

%CO₂: 11.7

%CO: 0.001

%O₂: 6.2

Bws (%): 1.0

Pbar (in Hg): 26.53

Tm (R): 528

Cp : 0.821 Y: 0.797

CSO₂ (ppm): 373CNO_x (ppm): 148

PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	PROM
Ts (°F)	324	378	407	418	420	421						394.7
Pg	-0.2	-0.2	-0.2	-0.21	-0.21	-0.22						-0.21
Δp	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05						0.03

2.4 SELECCION DE LA BOQUILLA

Ts = ts+460

Ts = 394.7 + 460

Ts = 854.7 °R

Ps = Pbar+Pg/13.6

Ps = 26.53 - 0.21/13.6

Ps = 26.51 in Hg

Pm = Pbar+ΔH/13.6

Pm = 26.53 + 0.03/13.6

Pm = 26.53 in Hg

 $\%N_2 = 100 - (\%CO_2 + \%CO + \%O_2) = 100 - (11.7 + 0.001 + 6.2) = 82.1$ $Md = \%CO_2 \times 0.44 + \%CO \times 0.28 + \%O_2 \times 0.32 + \%N_2 \times 0.28$ $Md = 11.7 \times 0.44 + 0.001 \times 0.28 + 6.2 \times 0.32 + 82.1 \times 0.28 = 30.12 \text{ g/g mol}$ $Ms = Md \times (1 - Bws/100) + 0.18 \times Bws$ $Ms = 30.12 \times (1 - 1/100) + 0.18 \times 1 = 29.99 \text{ g/g-mol}$ $vs = Kp \times Cp \times ((\Delta p \times Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times 60$ $Vs = 85.49 \times 0.821 \times ((0.03 \times 854.7 / 29.99 \times 26.51))^{0.5} \times 60 = 756.0 \text{ ft/min}$ $An1 = 0.5 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An1 = 0.5 / ((756.0 \times 528 \times 26.51 \times (1 - 1/100)) / (854.7 \times 26.53)) = 0.00108222 \text{ ft}^2$ $An2 = 2.0 / ((vs \times Tm \times Ps \times (1 - Bws/100)) / (Ts \times Pm))$ $An2 = 2.0 / ((756.0 \times 528 \times 26.51 \times (1 - 1/100)) / (854.7 \times 26.53)) = 0.0043289 \text{ ft}^2$

BOQUILLA SELECCIONADA			
(X) No. 1, $\phi = (1/2)"$, $An = 0.001363 \text{ ft}^2$		() No. 4, $\phi = (3/8)"$, $An = 0.0007669 \text{ ft}^2$	
() No. 2, $\phi = (5/16)"$, $An = 0.0005326 \text{ ft}^2$		() No. 5, $\phi = (7/16)"$, $An = 0.001043 \text{ ft}^2$	
() No. 3, $\phi = (1/4)"$, $An = 0.000340 \text{ ft}^2$			
2.5 CÁLCULO DE LA ECUACION DE MUESTREO			
$vs = Kp \times Cp \times ((Ts / Ms \times Ps))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5}$			
$vs = 85.49 \times 0.821 \times ((854.7/29.99 \times 26.51))^{0.5} \times (\Delta p)^{0.5} = 72.77 (\Delta p)^{0.5}$			
Δp			
Qm			
ΔH			
2.6 DATOS OBTENIDOS EN EL MUESTREO			
$Vlc(mL) = 27.9$	$m_h(g) = 0.1161$	$P_g (\text{in H}_2\text{O}) = -0.21$	$\Delta p(\text{in H}_2\text{O}) = 0.03$
$Ts(^{\circ}R) = 858.5$	$Tm(R) = 575.0$	$\Delta H(\text{in H}_2\text{O}) = 1.18$	$\theta (\text{min.}) = 72$
$As(\text{ft}^2) = 27.39$	$Vm (\text{ft}^3) = 61.65$	$Y = 0.797$	$Cp = 0.821$
2.7 CÁLCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Presión absoluta de los gases de emisión en chimenea = P_s	$P_s = P_{bar} + (P_g / 13.6)$	26.51	in Hg
Presión absoluta del medidor de gases secos = P_m	$P_m = P_{ha} + (\Delta H / 13.6)$	26.62	in Hg
Volumen medido de gas seco a condiciones estándar = $V_{m(std)}$	$V_{m(std)} = Y \times V_{mx} (T_{std} / T_m) \times (P_m / P_{std})$	40.14	ft^3
Volumen de agua recolectada en el muestreador de gas en condiciones estándar = $V_{wc(std)}$	$V_{wc(std)} = K1 \times (V_f - V_i) + K2 \times (W_f - W_i)$	1.31	ft^3
Volumen medido a condiciones de referencia V_{REF}	$V_{REF} = V_{m(std)} \times 537 / 528$	1.33	ft^3
Contenido de humedad en los gases, (% volumen) = B_{ws}	$B_{ws} = \frac{100 \times V_{wc(std)}}{V_{wc(std)} + V_{m(std)}}$	3.2	%
Peso molecular del gas seco en condiciones de chimenea, base seca = M_d	$M_d = 0.32 \times (\%O_2) + 0.44 \times (\%CO_2) + 0.28 \times (\%N_2 + \%CO)$	30.12	g/g-mol
Peso molecular del gas en condiciones de chimenea, base húmeda = M_s	$M_s = M_d \times \left(1 - \frac{(B_{ws})}{100}\right) + (0.18 \times B_{ws})$	29.73	g/g-mol
Velocidad promedio del gas en la chimenea = vs	$vs = Kp \times Cp \times \left(\sqrt{\Delta p_{avg}} \times \sqrt{\frac{T_{savg}}{M_s \times P_s}}\right)$	12.69	ft/s
Caudal de los gases a condiciones de chimenea = $Q_{s(A)}$	$Q_{s(A)} = vs \times A_s \times 60$	20854.7	ft^3/min

2.7. CÁLCULOS Y RESULTADOS			
Parámetro	Cálculo	Resultado	Unidades
Caudal en condiciones estándar = $Q_s(\text{std})$	$Q_{s(\text{std})} = Q_{s(A)} \times (T_{\text{std}} / T_s) \times (P_s / P_{\text{std}})$	11364.4	ft ³ /min
Isocinetismo = I	$I(\%) = \frac{100 \times T_{sx} \left(K_3 \times V_{lc} + \left(\frac{P_{mx} V_{mx} Y}{T_m} \right) \right)}{60 \times \phi \times P_{sx} \times V_{sx} \times A_n}$	101.8	%
Volumen de gas húmedo en condiciones estándar = $V_{gh}(\text{std})$	$V_{gh}(\text{std}) = V_{wc}(\text{std}) + V_m(\text{std})$	41.45	Ft ³
Volumen de gas húmedo en condiciones del medidor: $V_{gh(A)}$	$V_{gh(A)} = V_{gh}(\text{std}) \times \frac{T_{sx} 29.92}{P_{sx} 528}$	76.06	Ft ³
Concentración de partículas en condiciones de referencia = C_{cr}	$C_{cr} = m_n / (V_{gh}(\text{std}) * 537 / 528)$	0.002808	g/ft ³
Concentración de partículas en base húmeda corregido a condiciones de chimenea = $C_{s(A)}$	$C_{s(A)} = \left(m_n / V_{gh(A)} \right)$	0.002760	g/ft ³
Emisión total de partículas $E_{(A)}$ a condiciones de referencia	$E_{(A)} C_{cr} \times Q_{s(\text{std})} \times (60 \times 537 / 1000 \times 528)$	1.91	kg/h

3. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

3.1 CALCULO DE LA NORMA:

El Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas y ruido, contiene las normas básicas para determinar los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera y los principios generales para la protección atmosférica, al igual que las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire.

El capítulo XIII, Artículo 137, del Decreto 948 estipula: "Mientras el Ministerio del Medio Ambiente dicta las normas y estándares para fuentes fijas, en ejercicio de las competencias que dispone según la Ley 99 de 1993, continuarán transitoriamente vigentes la normas y los estándares establecidos en los Artículos 31, 32, 33, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 79, con excepción del inciso final de su parágrafo 2, 80, 81, 84, 85, 87 y 89 del Decreto 02 de 1982".

La Producción (P) en Ton/h, asociada a la caldera evaluada es de 22.08 ton/h, aplicando la norma obtenemos.

Decretos y artículos aplicados para el cálculo de la norma

Artículo	Fórmula	Resultado
Artículos 70, 71	Norma de emisión aplicada "Otras industrias" zona urbana. Producción (P) horaria en toneladas: 22.08 $E \text{ (Kg/h)} = 10.45 \times (P)^{0.458} \quad 1 \leq P < 10$	43.12 Kg./H
Artículo 42	$E' = 0.926 \times 43.12 \text{ Kg/h}$	39.93 Kg./H
Artículos 74, 75	$E^1 = E \pm (\Delta h \times \Delta E)$	39.93 Kg./H
Norma de Emisión final corregida: 39.93 Kg/h		

3.2 COMPARACION DE LA EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma de emisión calculada para la caldera de combustión Foster Wheeler de INDUSTRIAS DEL MAIZ - MAIZENA, es de 39.93 Kg/h, la emisión total de partículas (ETP) fue de 1.91 Kg/h, comparando la norma con la emisión se tiene que:

$$\begin{array}{c} \text{Emisión vs Norma} \\ \underline{1.91 \text{ kilos/h} < 39.93 \text{ kilos/hora}} \end{array}$$

La emisión de partículas es 20.9 veces inferior a la norma.

3.3 COMPARACION DE LA ALTURA DE EMISION DE PARTICULAS CON LA NORMA

La norma establece en el artículo 70, para producciones horarias entre 5 y 30 toneladas/hora, una altura de referencia de 20.0 metros. La chimenea de la caldera de combustión de MAIZENA, tienen una altura del punto de descarga de 25.0 metros, por lo cual cumple con la altura mínima exigida por la norma.

UNION TEMPORAL

Contrato DAGMA SCA003-98-G1

ANALISIS AMBIENTAL PROINSA LTDA

4. TABLAS DE CAMPO

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE GESTION DEL MEDIO AMBIENTE

-DAGMA-

PROYECTO: Realización de operativos de control de emisiones atmosféricas generadas por fuentes fijas en el Municipio de Santiago de Cali

Contratista : Unión Temporal Análisis Ambiental Ltda. Proinsa Ltda.

MUESTREO ISOCINETICO DE PARTICULAS

Fecha :	MAYO 20 DE 1999	Empresa:	INDUSTRIAS DEL MAIZ - MAIZENA S.A.-									
Representante de la Empresa:	DR. ALVARO LOPEZ											
Representante de Empresa Consultora:	TCO. JHON CESAR GONZALEZ											
Hora Inicial:	01:30 PM	Hora Final :										
DATOS DE CAMPO												
Altura de Chimenea (m) :	25.00	Diámetro interno (cm) :	180.0	Area transversal (pies ²) :	27.39							
Diámetro boquilla (pulg) :	1/2	Area de boquilla (pies ²) :	1.364E-04	Distancia "A" (m) :	9.50							
Distancia "B" (m) :	10.30	Número de Puntos :	36	Tiempo/Punto (min.) :	2.0							
Presión Barométrica:	26.53	Temperatura Ambiente (°C) :	20.0									
Chimenea procedente de:	Caldera	X	Horno	Otro								
Combustible empleado:	Crudo de Castilla											
Consumo:	467.94 Gln/Hr											
Poder Calórico:	150204.0 Btu/Gln											
Puntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
% Diámetro	1.3	3.9	6.7	9.7	12.9	16.5	20.4	25.0	30.6	38.8	61.2	69.4
Distancia (X)	21.3"	26.0	31.1	36.5	42.2	48.7	55.7	64.0	74.1	88.8	129.2	143.9
Puntos	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
% Diámetro	75.0	79.6	83.5	87.1	90.3	93.3	96.1	98.7				
Distancia (X)	154.0	162.3	169.3	175.8	181.5	186.9	192.0	196.7"				
Factor de corrección del S-PITOT (Cp _s) :	0.821											
Volumen inicial de agua (ml) (A)	200.0											
Volumen final del agua (ml) (B)	222.0											
Volumen de agua condensada (ml) = (B-A) = (E)	22.0											
Peso inicial de sílica gel (g) (C)	200.0											
Peso final de sílica gel (g) (D)	205.9											
Volumen de agua absorbida (g) = (D-C) = (F)	5.9											
Volumen total de agua (ml) = (E+F)	27.9											
Peso inicial de papel de filtro (g) (G)	2.7471											
Peso final de papel de filtro (g) (H)	2.8420											
Peso de partículas en el filtro (g) = (H-G) = (L)	0.0949											
Volumen de acetona en los lavados (ml) (I)	100.0											
Peso inicial del beaker de lavados (g) (J)	98.7698											
Peso final del beaker de lavados (g) (K)	98.7916											
Peso de partículas en los lavados (g) = (K-J) = (M)	0.0218											
Peso bruto de partículas (g) = (L+M) = (S)	0.1167											
Peso de cenizas en la acetona (g) (P)	0.0006											
Peso neto de partículas (g) = (S-P)	0.1161											

DATOS PRELIMINARES DURANTE LA PRUEBA ISOCINETICA							
% CO ₂ 11.7		% CO 0.001		% O ₂ 6.2			
% N ₂ 82.1		SO ₂ (ppm) 373.0		NOx (ppm) 148			
Ts = T'm + 460 (°R)		Tm = T'm + 460		Ps = Pbar + Pg/13.6			
Pm = Pbar + ΔH/13.6		W (%) 1.00		Ms 30.00			
DATOS MUESTREO PRELIMINAR							
DATOS	1	2	3	4	5	6	PROMEDIO
Ts'	324.0	378.0	407.0	418.0	420.0	421.0	394.7
Tm'							
Pg	-0.20	-0.20	-0.20	-0.21	-0.21	-0.22	-0.21
Δp	0.01	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05	0.03
Qm (cfm): 0.63		Vs (p/s): 12.60		Boquilla a emplear:		1/2	
DATOS DURANTE EL MUESTREO							
Volumen inicial (pie ³) 2.050			Volumen final (pie ³) 63.700				
PUNTO No.	ΔP	Pg	Ts'	Tm (entrada)	Tm (salida)	Tm	ΔH
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F	°F	°F	°F	"H ₂ O
1	0.01	-0.21	284.0	107.0	106.0	106.5	1.18
2	0.01	-0.20	235.0	108.0	106.0	107.0	0.44
3	0.02	-0.20	319.0	109.0	106.0	107.5	0.44
4	0.03	-0.20	355.0	110.0	107.0	108.5	0.44
5	0.02	-0.19	376.0	110.0	107.0	108.5	0.88
6	0.02	-0.20	394.0	111.0	107.0	109.0	0.88
7	0.02	-0.20	401.0	112.0	107.0	109.5	0.88
8	0.03	-0.20	404.0	114.0	108.0	111.0	0.88
9	0.02	-0.20	407.0	115.0	108.0	111.5	0.88
10	0.04	-0.21	419.0	110.0	106.0	108.0	0.88
11	0.04	-0.22	420.0	111.0	106.0	108.5	0.88
12	0.04	-0.21	421.0	112.0	107.0	109.5	0.87
13	0.04	-0.21	421.0	112.0	107.0	109.5	0.87
14	0.05	-0.22	421.0	113.0	107.0	110.0	0.86
15	0.05	-0.21	422.0	114.0	107.0	110.5	1.29
16	0.05	-0.21	422.0	115.0	108.0	111.5	1.28
17	0.05	-0.21	422.0	116.0	108.0	112.0	1.28
18	0.05	-0.21	423.0	117.0	108.0	112.5	1.28
Prom.							

CONTINUACION DATOS DURANTE EL MUESTREO							
PUNTO No.	ΔP	P_g	T_s	T_m (entrada)	T_m (salida)	T_m	ΔH
	"H ₂ O	"H ₂ O	°F	°F	°F	°F	"H ₂ O
1	0.05	-0.21	422.0	118.0	109.0	113.5	1.27
2	0.05	-0.21	424.0	119.0	109.0	114.0	1.27
3	0.05	-0.20	425.0	120.0	109.0	114.5	1.27
4	0.05	-0.20	426.0	121.0	110.0	115.5	1.27
5	0.05	-0.21	425.0	122.0	110.0	116.0	1.27
6	0.05	-0.21	424.0	123.0	110.0	116.5	1.26
7	0.05	-0.21	423.0	124.0	111.0	117.5	1.68
8	0.05	-0.22	422.0	126.0	111.0	118.5	1.68
9	0.05	-0.22	421.0	128.0	112.0	120.0	1.68
10	0.04	-0.22	419.0	130.0	112.0	121.0	1.68
11	0.03	-0.20	415.0	132.0	113.0	122.5	1.68
12	0.02	-0.19	412.0	133.0	113.0	123.0	1.68
13	0.02	-0.20	410.0	134.0	114.0	124.0	1.68
14	0.02	-0.19	407.0	135.0	114.0	124.5	1.68
15	0.02	-0.20	404.0	137.0	114.0	125.5	1.26
16	0.02	-0.20	399.0	138.0	115.0	126.5	1.26
17	0.02	-0.20	394.0	140.0	115.0	127.5	1.26
18	0.02	-0.20	391.0	140.0	116.0	128.0	1.26
Prom.	0.03	-0.21	400.8	120.4	109.5	115.0	1.18

DATOS DE LA FUENTE EMISORA	
FABRICA	DIRECCION
INDUSTRIAS DEL MAIZ - MAIZENA S.A.-	CARRERA 5 No. 52 - 56
FOCO DE EMISION	
CALDERA DE COMBUSTION FOSTER WHEELER	
POTENCIA :	80000 Lbv / Hr
COMBUSTIBLE :	Crudo de Castilla
PODER CALORICO :	150204.0 Btu/Gln
CONSUMO :	467.94 Gln/Hr
CONTAMINANTES EMITIDOS :	Material Particulado (MP), Dióxido de Azufre (SO ₂) y Dióxido de Nitrógeno (NO _x)
EQUIPO DE CONTROL :	No tiene
UBICACIÓN PROCESO :	Mantenimiento
DESCRIPCION DEL ACCESO AL SITIO DE MUESTREO :	La chimenea tiene plataforma y se accede por escalera lateral.
DATOS DE PRODUCCION, CONSUMO Y FUNCIONAMIENTO DE LA FUENTE	
EL DIA DEL MUESTREO	
- La presión de operación de la caldera es de 155 PSI - El tiempo de operación de la caldera es de 24 horas/día - La cantidad de producto terminado fué de 530 Ton/día = 22.08 Ton./Hr	