

800-253
V 253
2007

MetalCop
ingeniería

Informe técnico Proyecto CORFO

INFORME TÉCNICO FINAL
PROYECTO CORFO N° 204-4264 DENOMINADO
"DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SISTEMA DE
CAPTURA DE GASES TÓXICOS "A.F.M"



Vicente González Portales

JEFE DEL PROYECTO

[Handwritten signature]
08/05/07

<u>ENTIDAD EJECUTORA</u>	<u>ENTIDAD BENEFICIARIA</u>	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 1

ÍNDICE GENERAL

Tema	Pagina
1.0 RESUMEN EJECUTIVO	3
1.1 Antecedentes de la empresa	3
1.2 Síntesis del proyecto de innovación	3
1.3 Principales resultados del proyecto y conclusiones	3
1.4 Impacto del proyecto	5
2.0 EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA	5
2.1 El problema que se trato de resolver con este proyecto	5
2.2 Objetivos técnicos del proyecto y los resultados perseguidos	6
2.3 El tipo de innovación desarrollada	8
3.0 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	9
3.1 Método de investigación aplicado y sus consecuencias técnicas	9
3.2 Plan de trabajo ejecutado	11
3.3 Carta Gantt	15
4.0 RESULTADOS OBTENIDOS	16
4.1 Principales resultados obtenidos y su presentación grafica	16
4.2 Conclusiones de los resultados y su análisis final	16
5.0 IMPACTOS DEL PROYECTO	18
5.1 Impactos del orden técnico-económico	18
5.2 Posibles mecanismos de implementación del proyecto	18
6.0 PRINCIPALES PROBLEMAS PRESENTADOS	18
6.1 Problemas	18
7.0 ANEXOS	20
7.1 Anexos A (<i>Pruebas de Funcionamiento del Prototipo A</i>)	21
7.2 Anexos B (<i>Planos de los Prototipos A, B, C y D</i>)	32
7.3 Anexos C (<i>Pruebas de Certificación de Prototipo Patentado y su Diseño</i>)	48

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 2

1- RESUMEN EJECUTIVO

1.1- ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

METALCOP Ingeniería Limitada, nace en el año 1998, dedicándose a 4 áreas de negocios: (1) venta de repuestos y servicios, mantenimiento y montaje de plantas productoras de ácido sulfúrico, (2) elaboración de baterías de hidrociclones, (3) cañerías y fittings en fierro fundido, (4) reparación de precipitadores electrostáticos. Para la segunda área cuenta con la licencia de representación de Lurgie Metallurgie de Alemania y Outokumpu Técnica Chile.

La planta se encuentra en la Comuna de Cerrillos, donde emplea 70 personas. Sus principales clientes se concentran en la gran minería del cobre: Minera Escondida; Codelco División Salvador, Teniente y Norte; Minera Cerro Colorado; y Enami Paipote.

El socio principal de la empresa es Roberto Mercado Bruno con un 98% de la propiedad.

1.2- SINTESIS DEL PROYECTO

El proyecto consiste en el desarrollo, diseño y fabricación de prototipos para capturar material particulado, procesarlo y reducir los gases producto de la combustión de combustibles fósiles (CO_2 , NO_x , Compuestos Orgánicos Volátiles y SO) producidos en una fundición. De acuerdo a lo expresado por el proponente, este sistema transforma los principales componentes tóxicos de los gases en sustancias menos peligrosas al medio ambiente, a través de un proceso denominado fusión molecular que debiera utilizar principios físico-químicos.

Jefe Proyecto: Vicente Gonzalez
La teoría del proceso de fusión molecular propuesta por el gestor del proyecto se basa en lecturas que este realizó a estudios publicados, los cuales mencionan que bajo ciertas características físicas y determinadas condiciones de temperatura y humedad, algunos elementos químicos reaccionan y se unen (fusionan) entre sí, como por ejemplo el hollín que actúa como absorbedor de carbono gaseoso, y otros elementos más. De ahí surgió su idea de hablar de fusión de moléculas y desarrollar un prototipo a pequeña escala, patentado en Chile (Patente de Invención N° 41.437) denominado "Sistema de Eliminación de Gases Tóxicos". El cual fue certificado y utilizado como modelo en el diseño de una serie de prototipos de prueba a fabricar, los cuales debieran presentar las mismas características de funcionamiento, diseño y hermeticidad de éste, permitiendo una transformación de los gases en sustancias menos tóxicas, lográndose un abatimiento de los mismos.

1.3- PRINCIPALES RESULTADOS DEL PROYECTO Y SUS CONCLUSIONES

A- El diseño original del primer prototipo certificado por Cesmec se utilizó como modelo para la construcción de los prototipos (A, B y C), donde el prototipo A, debiera ser similar o cumplir con las mismas características que el certificado, comprobando su teoría de funcionamiento y diseño. Dicho prototipo presenta diferencias considerables de lo descrito en el prototipo patentado. Tales diferencias consisten principalmente en tamaño y forma, así como en

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Página 3

características básicas para su correcto funcionamiento, las cuales se describen a continuación:

El diseño que se construyó para el proyecto CORFO varió en su forma original; de cilíndrico se hizo rectangular, de acero inoxidable, de más capacidad volumétrica real ($0,50 \text{ m}^3$), y tres tubos conectados a la nave central de aluminio flexible de 2 mts de extensión y de diámetro de 5 pulgadas. Esta modificación se hizo en base a los modelos de algunos lavadores de gases o *scrubbers*, que el gestor del proyecto recopiló e implementó, asumiendo que esto le daría mayor certeza técnica a los diseños finales que se presentaron en el proyecto original. También agregó una caja rectangular donde se colocaron los filtros de espuma y de poliéster, que iba anexada al sistema principal por un ducto de acero de 4 pulgadas de diámetro. Todas estas partes hechas de acero inoxidable 316. Sin embargo, dichas modificaciones no presentaron ventajas o desventajas en los resultados de las pruebas del sistema, ya que debido a otras fallas de diseño y uso de materiales, que a continuación se describen, se determinaron las causas del fracaso del mismo.

- El sistema actual no presenta características herméticas. Esto significa un problema considerable, ya que es imposible medir con exactitud la cantidad de gases que entran y salen del sistema. Además de contar con numerosas fugas y filtraciones, que imposibilitan la obtención de resultados reales y cálculos adecuados.
- El tamaño y forma del prototipo utilizado se determinaron bajo el criterio y teorías del Jefe de Proyecto. Sin embargo, se pudo determinar que dicha forma y tamaño no aportaban una función en específico respecto de los resultados deseados, es decir, no se demostraba de ninguna manera que el diseño influyera en la obtención de resultados satisfactorios.
- Los materiales utilizados, tanto eléctricos, como materiales de construcción, no fueron adecuados para los efectos deseados.

Materiales eléctricos:

Ventilador no adecuado para utilizarse como extractor, ya que un ventilador invertido no extrae, simplemente empuja el gas que pueda pasar por entre sus aspas.

Sensores de presión, CO y humedad, no adecuados para uso industrial. Estos sensores fueron adquiridos de una empresa dedicada a servicios de medición para la industria alimentaria, cuyo uso no se acondicionaba al tipo de pruebas requeridas por este proyecto.

Materiales de construcción:

Existen contradicciones notables en la elección de materiales, tales como:

La fabricación del equipo con Acero 316 conectado a tubos de aluminio corrugado. No tiene lógica elegir un material de alta calidad, como lo es el Acero 316, cuya intención era evitar la corrosión dentro del tanque, y a su vez, utilizar tubos de aluminio que presentan una baja calidad, y una vida útil muy corta. (No resisten presión, se rompen permitiendo fugas, oxidan, etc.).

El material utilizado para sellar los orificios en el tanque, era no más que una cinta adhesiva, la cual también se utilizó en la unión de los tubos de aluminio. Al ser una simple cinta adhesiva, no resistía la temperatura ni tampoco proporcionaba la hermeticidad necesaria.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Página 4

- B- En cuanto al funcionamiento efectivo de los prototipos, podemos mencionar que solo se llevo a cabo durante este periodo la construcción casi a su totalidad de un solo equipo (A) el cual seria utilizado como prototipo de prueba. El proyecto original presentaba la construcción de tres prototipos de pruebas. El resto de los prototipos fueron construidos pero nunca se llegaron a probar, así como tampoco se establecieron parámetros de funcionamiento y considerando que las únicas pruebas que se lograron realizar fueron al término del plazo del proyecto (mes de febrero). Los atrasos, no cumplimiento de plazos y prórrogas se deben básicamente a demora en compra de materiales, toma de decisiones, aprobación de presupuestos, etc.
- Una vez completado el prototipo A, el mismo jefe de proyecto realizo una serie de pruebas durante el mes de enero, las cuales resultaron insatisfactorias desde su punto de vista. Sin embargo, no se cuenta con registro alguno de dichas pruebas, por lo que la empresa decidió que los asesores repitieran esta pruebas para contar con evidencias que avalaran el funcionamiento del sistema. Los datos obtenidos en estas pruebas y la descripción estructural del prototipo A se encuentran en el anexo A.
- C- En lo que se refiere a la construcción final del prototipo D, este no se llevo a efecto debido a que los planos para el modelo a escala industrial no se ejecutaron en su totalidad, solo se hicieron algunos bocetos, debido a que ningún prototipo de prueba fue terminado al 100%. Solo se cuenta con los planos y las estructuras metálicas de los mismos. (Anexo B)

1.4- IMPACTO DEL PROYECTO.

El impacto de este proyecto a la fecha es nulo, ya que no se obtuvieron los resultados deseados debidos principalmente a los errores de diseño, y en segundo lugar al intento de probar teorías sin base científica.

2.0- EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA.

2.1- EL PROBLEMA QUE SE TRATO DE RESOLVER.

Debido a que en el mercado actual mundial existen distintos tipos de sistemas de abatimiento y control de material particulado: separadores inerciales (o ciclones), removedores húmedos (lavadores de gases), sistemas de mangas y precipitadores electroestáticos; pero en cuanto al tratamiento y procesamiento de gases, sólo se encuentran los sistemas de absorción de algunos tipos de gases que requieren de grandes inversiones y sólo están dirigidas a algunos tipos de procesos industriales como por ejemplo lo son los reductores de NOX o SRC Reducción Catalítica Selectiva (*Selectivo Catalytic Reduction, SCR*) y también a que ninguno de estos sistemas logra las dos opciones en forma simultánea (control de material particulado y procesamiento de gases) a costos bajos y con una eficiencia mayor en la capacidad de capturar y transformar los gases tóxicos en sustancias más

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 5

inocuas y de características olorosas mínimas, se pensó en el desarrollo de un sistema que hiciera todo esto es forma real y continua, que se denominó "acelerador de fusión molecular" o A.F.M.

Este sistema A.F.M, apunta a contribuir a la descontaminación del medio ambiente, de un modo técnicamente novedoso y de bajo costo.

De acuerdo a los resultados que se conocen del sistema A.F.M patentado y certificado (anexo C), este presentaba disminución en la concentración del material particulado. Cabe mencionar que en la certificación de este, no se menciona la medición de CO, NO y NOx, que son los gases que se pretendía reducir en este proyecto; por lo tanto no se cuenta con pruebas o evidencias para afirmar que el equipo patentado y utilizado como modelo en la propuesta de este proyecto, sea fiable para predecir que este sistema es capaz de reducir los gases contaminantes en algún porcentaje.

2.2-OBJETIVOS TÉCNICOS DEL PROYECTO Y SUS RESULTADOS

Los objetivos principales que se buscaban clarificar y comprobar en la práctica se resumen en forma general en estos ítems, a saber:

A- Este proyecto trato de simular un sistema de captura de gases que se basaba en un prototipo modelo a pequeña escala, basado en la patente de invención N°41.437 que según pruebas presentadas reducía el material particulado y se presumía que también reducía gases contaminantes como CO,NO,NOx. La idea principal era fabricar un prototipo a mayor escala que el patentado y que lograra además de reducir material particulado, los gases tóxicos. Controlando el volumen de entrada de los gases tóxicos y sus derivados contenidos en un recipiente cerrado y hermético. Partiendo de esta idea se diseñaron y fabricaron tres prototipos, los cuales no pudieron ser probados y por tanto tampoco certificados. Solo se realizaron pruebas para el prototipo A, mismas descritas en este informe, llegando a la conclusión que como no existen bases científicas para su funcionamiento y forma, además de no poder realizarse las pruebas en su totalidad, debidos a los errores ya mencionados, este no cumple su cometido.

B- con el fin de comprobar cómo, cuánto y qué cantidad de insumos se requerían para producir los efectos esperados, se proyecto diseñar y construir varios modelos a escala, de distinta potencia y tipología técnica y física, en los cuales se intentarían observar las distintas respuestas ante pruebas de corrosión, volumen y temperatura; elementos deseados a certificar con organismos competentes en el área, tal como el Cesmec. Pero como existieron demoras excesivas en todas las etapas del proyecto el tiempo otorgado fue insuficiente y se optó por no certificar ninguno de estos procesos.

C- En base a los parámetros que se determinarían se pretendía tener un prototipo base (A) automatizado que permitiera controlar la concentración de los gases de entrada, tiempo de reacción, y demás etapas del proceso. Sin embargo, ya que el sistema presentaba considerables fallas de diseño, y los materiales y elementos eléctricos utilizados, no fueron los adecuados. Fue imposible automatizar el sistema. Sin embargo, se implementaron elementos que facilitaban la realización de pruebas, tales

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 6

como un PLC (controlador lógico programable), que permitía tener comunicados electrónicamente los distintos elementos (motores, relés y displays). También se agregó un variador de frecuencia, que conectado al motor, permitía variar la velocidad del ventilador.

Hipotéticamente se pretendió contar con elementos indicadores de entradas para realizar un diagrama escalera en el PLC, estos indicadores no provenían de fuentes fiables, ya que los sensores utilizados no eran los adecuados para este uso. El único sensor que se pudo utilizar como indicador de entrada, fue el de temperatura.

Debido a la imposibilidad de utilizar los sensores disponibles para mediciones adecuadas, se adquirió un equipo medidor de gases portable, que si bien proporciona los datos en la realización de pruebas, no es utilizable en la automatización.

Por lo tanto, la automatización del proyecto, quedó en teoría del primer asesor computacional, ya que en la realidad, no se contaba con los elementos necesarios y básicamente, no se determinaron los parámetros a utilizar, es decir, al no contar con un buen diseño, no se pudieron establecer variables ni en tiempo, temperatura, cantidad de vapor de agua, gases, etc., para automatizar el sistema.

Los factores y posibilidades técnicas que se pretendían mejorar y optimizar en relación a los otros sistemas de filtros existentes en el mercado mencionadas en el proyecto original presentado anteriormente, son los que a continuación señalamos, y de los cuales es posible desprender los siguientes aspectos esenciales para la fabricación de la serie de prototipos, a saber:

1- Mejorar la eficiencia del sistema de captura y entrada de gases desde una fuente fija, empleando software computacionales especializados. En primer lugar actualmente no se cuenta con una fuente fija o constante de entrada de gases. Por el contrario, se utilizaba una salamandra, la cual obviamente es imposible conectar eléctricamente a ningún elemento.

2- Reconocer las potencialidades de cada sistema A.F.M a través de una certificación avalada por el SESMA, y con ello establecer una relación inofensiva y armónica con el medio-ambiente. Debido a la ineficiencia del primer prototipo, cuyas pruebas se realizaron al final del plazo otorgado, se evidencia la falta de pruebas para los prototipos subsecuentes, ya que estas se realizarían dependiendo de los buenos resultados del primer prototipo. Por tanto, la certificación se descarto.

3- Optimizar la forma y resistencia a presiones y temperaturas específicas de los recipientes fabricados, conforme a los requerimientos técnicos basados en la norma ISO 9001. A pesar de que los elementos adquiridos por el gestor de proyecto se obtuvieron bajo el supuesto de contar con la calidad adecuada, no hubo en este caso ninguna auditoria o certificación en ninguno de los componentes utilizados en el sistema.

4- Adecuar los componentes internos y externos de cada prototipo conforme a las leyes termodinámicas y de ingeniería estructural correspondiente. Ninguno de los componentes internos y externos siguen un parámetro adecuado o una asesoría en ingeniería estructural, así como tampoco resisten a cambios en temperatura y presión, aludiendo a las leyes termodinámicas.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 7

5.- Utilizar los materiales mejor adecuados para su fabricación conformes a las normativas ambientales más exigentes (norma ISO 14.000), teniendo en cuenta su calidad de artículo perdurable en el tiempo. No se tiene conocimiento de haber aplicado ningún tipo de norma en la adquisición y uso de materiales, así como tampoco hubo auditoria o certificación alguna en ninguna etapa del proyecto.

6.- Mejorar sustantivamente los diseños finales del sistema en comparación con los sistemas existentes, con una eficiente relación entre forma y modelo del recipiente con todos sus componentes instalados y su entorno físico. Como ya se mencionó, se probó solo un prototipo, el cual no cuenta con las características suficientes para un real funcionamiento y medición, ni su posterior comparación con otros equipos.

7.- Instalar un sistema computacional propio que permita regular automáticamente la entrada y salida de gases tóxicos, cuyo monitoreo se efectúa en tiempo real, y el manejo de la energía de forma eficiente. Del mismo modo, más que automatizarse, se implementaron elementos electrónicos que facilitaron la seguridad al realizar las pruebas, es decir, el sistema eléctrico comunicaba los elementos y permitía la modificación del mismo en el sentido de agregar o quitar elementos eléctricos. Sin embargo, ninguno de estos se relaciona con el control de la entrada y salida de gases, ya que no existe fuente fija, y en este caso, el variador de frecuencia implementado, solamente variaba la velocidad del ventilador que supuestamente hacia entrar el gas contaminante.

8.- Correcto empleo del costo-beneficio en todo lo que se refiera a su puesta en marcha final en terreno y su posterior desempeño, conforme con las leyes del mercado chileno. Esta etapa no se realizó al no demostrarse beneficios del sistema.

9.- Manejar de acuerdo a las normativas medio-ambientales (ISO 14.000) los subproductos (RILES) que generen la operación continua y periódica del sistema y su posibilidad de reutilización como producto reciclado, para las industrias de cementos para la construcción, y otras mas, que necesiten relleno del material de baja toxicidad y altamente compactado; que resulta del tratamiento de estos desechos acuosos con secadores naturales (tipo piscinas) en condiciones de vigilancia continua. Los desechos de los equipos no fueron analizados por que no se dieron las condiciones ideales de captura de los gases. A esta etapa del proyecto, no se planteo la re-utilización de RILES, por lo cual no se puede mencionar la posibilidad real de la misma.

2.3- EL TIPO DE INNOVACIÓN DESARROLLADA.

Se pretendía desarrollar un sistema capaz de atrapar y reducir la mayoría de los gases provenientes de la combustión de un proceso industrial, y que usaría principios fisico-químicos para tal fin.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 8

Era un invento innovador, ya que no existe un producto fabricado que contara con estas características. La empresa ha fabricado un equipo similar al fabricado, patentado y certificado por el gestor y jefe de proyecto

Este equipo patentado según su diseñador, posee las siguientes características estructurales y de funcionamiento:

Consiste en un artefacto que consta de una serie de tubos interconectados a un tanque, que a su vez, esta conectado a un vaporizador y a una cámara en donde se encuentran unos filtros de esponja. (ver dibujo esquemático anexo C). Este artefacto recibe por una entrada principal, el humo de la combustión interna de un motor. Este humo, que contiene gases tóxicos derivados de la combustión, se une dentro del tanque principal con el vapor de agua proveniente del vaporizador. Dentro del tanque se produce una mezcla del hollín del humo con el vapor de agua, y se condensa y cae por las paredes de dicho tanque. El líquido condensado, se concentra en la parte inferior del tanque, el resto de vapor de agua y gas, pasa entonces por un tubo cilíndrico que después entra a la cámara con los filtros de esponja.

Estos cumplen con la función de atrapar el material particulado, que en forma sólida resulta de la mezcla del hollín. Supuestamente, la reacción principal se realiza dentro del primer tanque, es decir la mezcla de vapor de agua con el humo conteniendo gases tóxicos. Supuestamente, las moléculas se mezclan con el agua y se liquidifican (Fusión Molecular), cayendo la mayor parte de los contaminantes, en la parte inferior del tanque, en forma líquida.

El principio teórico expuesto en este proyecto y que pretende lograr una reacción hipotéticamente llamada fusión molecular entre gases contaminantes y vapor de agua, no cuenta con bases sólidas y científicas que lo comprueben. Es por esto que se consideró como un proyecto innovador, pero sin contar como ya se menciona, con base científica alguna.

3.0- METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

3.1- METODO DE INVESTIGACIÓN APLICADO Y SUS CONSECUENCIAS TECNICAS

A. Metodología de estudio: El gestor y jefe de proyecto se basó en datos obtenidos mediante su propia consulta en Internet, bibliotecas especializadas en la ciudad de Santiago (Universidad de Chile y CONAMA). Además consulto a diferentes técnicos especialistas en el tema ambiental, como el Sr. Pedro Fouquet, jefe de la unidad de medición ambiental del CESMEC y al señor Marcelo Araya, ingeniero mecánico, que trabaja en la unidad de medio ambiente del CENMA. Para poder elaborar los diseños preliminares de los prototipos a desarrollar presentados a la CORFO. El gestor de proyecto contó además con el apoyo técnico del señor Gabriel de la Torre, dibujante técnico. Gracias a esa información se diseñaron y proyectaron los prototipos a escala.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 9

- B. Metodología de cálculo: De acuerdo a los datos proporcionados por el gestor de proyecto, a través de la realización de numerosos ensayos de modelos a escala para pruebas, se pretendía estudiar los campos de tensiones, presiones y efecto de fusiones simulando situaciones extremas, como también mediante el empleo de programas computacionales especiales para simular y calcular los resultados obtenidos. Una vez conocidos los puntos críticos y sus niveles de saturación, tanto a nivel de gases como de presiones internas, se procedería a rediseñar los modelos de prueba hasta lograr su máxima optimización. Sin embargo, hasta el momento no se presentaron datos de dichos ensayos de modelos, por lo cual se puede decir que no existe metodología de cálculo en la elaboración de ninguno de los actuales diseños.
- C. Calificación de los procedimientos de armado y funcionamiento: Inicialmente se pretendía analizar el comportamiento de las uniones soldadas que serían empleadas en la fabricación de las carcasas de cada prototipo, además de sus componentes internos, en tal punto solo se calificó el material del tanque del prototipo A y se recubrió el aspa interna de este con una resina especial para la corrosión; en ningún caso se verificó o analizó el comportamiento de uniones entre materiales o parte que comprenden el equipo. Y por tanto tampoco fueron certificadas.
- D. Una vez determinados los materiales a utilizar y habiéndose certificado estos mismos se procedería a instalar el prototipo final en una industria elegida, en donde se probaría el sistema en tiempo real, en un periodo de tres a seis meses calendarios. Como en ningún caso se obtuvieron resultados satisfactorios, no se pudo llegar a la etapa de certificación y mucho menos ha la construcción del equipo final y sus posteriores pruebas a nivel industrial.
- E. Metodología para la preparación de documentos de ingeniería: Los planos están elaborados en el software AUTOCAD, en formatos A4 y A3 organizados en niveles según los requerimientos de montaje o fabricación. Estos niveles son: conjunto general y detalles de ensamble de los numerosos componentes, subconjuntos y detalles de ensamble; partes y detalles constructivos y detalles de procesos parciales de las partes. Las especificaciones técnicas u hojas de datos contienen los requerimientos técnicos específicos para motores, materiales internos y externos, componentes electrónicos, uniones soldadas, pinturas especiales y componentes que deben ser adquiridos a fabricantes externos. Todo lo que tiene que ver con las especificaciones técnicas de diseño están hechas bajo la supervisión directa del jefe de proyecto.
- F. Las cubriciones de los materiales para corte se realizó sobre diagramas a escala, los que fueron la pauta de corte para los sistemas más grandes. En cuanto a los procesos electrónicos y mecánicos, estos estuvieron regidos por pautas de armado preconcebidas. Toda la documentación de ingeniería, la certificación de procedimientos y funcionamiento de los prototipos y los cálculos que éstos generen debieran ser realizados siguiendo la norma ISO 9000, lo que facilitaría una eventual certificación tanto en su etapa investigativa como en sus procesos de diseño y fabricación, pero esta no se llevó a cabo, ya que los errores de diseño solo se pudieron detectar en la última etapa de prueba de los prototipos terminados, por lo que se hizo imposible rediseñarlos por falta de tiempo y dinero que invertir en el mismo. Así mismo, dichos documentos de ingeniería,

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 10

al menos en lo referido a la parte electrónica y estructural, no se encontraban a la etapa final del proyecto. Esto también recae sobre la responsabilidad directa del jefe de proyecto.

3.2- PLAN DE TRABAJO EJECUTADO.

A través del desarrollo del proyecto denominado "DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SISTEMA DE CAPTURA DE GASES TÓXICOS "A.F.M" (ACELERADOR DE FUSIÓN MOLECULAR) se cumplieron las siguientes etapas consignadas en la carta Gantt y que se resumen en las siguientes acciones a seguir:

- 1- PRESUPUESTOS Y ADQUISICIÓN DE MATERIALES Este ítem se llevo a cabo a lo largo de todo el proyecto, ya que al final del mismo aun no se contaba con un prototipo final, por lo que se fueron adquiriendo materiales que debieran haberse comprado en la etapa inicial del proyecto. Además durante el tiempo de vida del proyecto nunca se completo la adquisición total de los materiales (sensores) necesarios para su completo funcionamiento, realización de pruebas y posterior automatización. Esto es cierto al menos para los prototipos A, B y C.
- 2- CONTRATACIÓN DEL PERSONAL Se procedió a realizar la contratación del personal necesario para este proyecto y que estaba estipulado en el informe original, pero como es ya sabido por ustedes, no se pudo cumplir a cabalidad esta acción, por lo que se recurrió a contratar personal externo para los cargos de jefe de producción, asesor científico y asesor computacional, labor que se empezó a concretar entre el tercer y cuarto mes de desarrollo del proyecto, considerando los dos meses de extensión otorgados por la CORFO. Dicho personal externo fue variando a lo largo del proyecto. Cabe mencionar que a la etapa final del proyecto se contaba solamente con jefe de proyecto, asesor computacional y asesor científico: estos últimos, participando solamente en la etapa final del proyecto, esto quiere decir, que no participaron en el diseño y creación del sistema.
- 3- DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANOS Y MODELOS PRELIMINARES. Al finalizar la etapa de contratación del personal original, el jefe de proyecto conjuntamente con el dibujante técnico y el proyectista de la empresa comenzaron a planificar y diseñar los planos de los prototipos A y C, utilizando el Software AUTOCAD 2006. En esta etapa se dibujaron los componentes de ambos prototipos en forma separada, para posteriormente llevarlo a una escala real y mandar a fabricar cada uno por separado. Todo esto ocurrió entre el segundo y sexto mes del proyecto. Se hizo un programa de animación básico donde se indicaba el funcionamiento hipotético del proceso de fusión molecular. Desgraciadamente el software SUPERPRO-DESIGNER 4.7 solicitado para simular los distintos procesos que ocurren dentro de cada sistema de filtrado de MP y gases no pudo ser adquirido, por encontrarse en el momento de ser solicitado, agotado en el distribuidor autorizado. Por esto se opto definitivamente por no incluirlo dentro del software que se deseaba implementar. Circunstancialmente en este

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 11

momento no se cuenta con la animación realizada por el primer asesor computacional, ya que él ya no pertenece al proyecto y no dejó respaldo de su trabajo realizado durante este tiempo. Esta etapa se llevo entre los mese primer y quinto, a cargo del jefe de proyecto, jefe de producción y dibujante técnico.

- 4- IMPLEMENTACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO PARA EL SISTEMA A.F.M: SENSORES Y SOFTWARE ESPECIALIZADO. Una vez realizadas las tres primeras etapas ya nombradas se procedió a recopilar la información obtenida en el diseño y ejecución de los planos para establecer que tipos de mediciones y automatizaciones se realizarían para esta etapa del proyecto, labor que fue ejecutada por el jefe de proyecto y el asesor computacional que se encontraba en ese momento, logrando configurar un tablero electrónico que utiliza una tarjeta PLC como soporte tecnológico y que como ya se mencionó anteriormente, cuenta con la ventaja de comunicar los elementos electrónicos existentes, así como la capacidad de agregar nuevos elementos dependiendo de los efectos de automatización deseados. Se adquirieron sensores de temperatura, presión, CO y humedad. De estos sensores, solamente se pudo contar con el de temperatura, ya que los otros no resultaron ser aptos para este tipo de pruebas. Debido a la imposibilidad del uso de los sensores adquiridos, se decidió adquirir un equipo portátil medidor de gases y algunas variables (temperatura, diferencia de presión, flujo, etc.) necesarias para avanzar en las pruebas del funcionamiento del sistema. Este equipo fue pensado como un recurso alternativo, ya que no permitía la automatización establecida en el proyecto original Este equipo portátil fue adquirido a mediados de Diciembre, lo que significa la etapa final del proyecto. La realización de estas actividades fueron ejecutadas durante el tercer, cuarto, sexto y décimo mes, por el jefe de proyecto, los asesores científico y computacional.
- 5- PRUEBAS DE SIMULACIÓN Y FABRICACIÓN DE LOS PROTOTIPOS A Y C DE 200M³/HR. UTILIZANDO LOS SOFTWARE ESPECIALIZADOS. Una vez terminados los diseños y las proyecciones de los dos prototipos, comienza la etapa de ensamblaje de las piezas por separado. Al concluir el armado del prototipo A se procedió a realizar algunas pruebas de hermeticidad del sistema, estas pruebas fueron realizadas solo a la carcaza (nave principal) utilizando un extractor axial de alta presión (5000m³/Hr). Conjuntamente la misma es sometida a pruebas de alta temperaturas (sobre 100°C) provenientes de una fuente fija (grupo electrógeno 75 KVA) el cual producía emanaciones toxicas, las que aportaron información sobre el comportamiento interno del prototipo. Se realizaron prueban con distintos tipos de materiales (fierro, aluminio, galvanizado, plásticos, etc) según estas se procedió a la elección y clasificación del material mas adecuado para el armado del prototipo final. Se definió el empleo de un recubriendo interno basado en una resina epoxica, cuya función es proteger los componentes internos del sistema frente a altas temperaturas y evitar la corrosión excesiva. Toda esta labor fue realizada por el jefe de proyecto y personal de planta de la empresa, enfatizando que no se tiene respaldo técnico sobre las pruebas de hermeticidad y la elección

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 12

del material a utilizar fue realizada por el jefe de proyecto en base a su criterio. Esta actividad se llevo a cabo entre el tercer y cuarto mes del proyecto.

- 6- ENSAYOS DE COMPONENTES Y MATERIALES DE LOS PROTOTIPOS FRENTE A SUSTANCIAS CORROSIVAS. En virtud a las escasas pruebas que se concretaron y considerando la premura de cumplir con los plazos del proyecto original, se opto por la selección de los materiales aludidos en el punto anterior. Paralelamente a esto se completo la construcción del prototipo C, no así la implementación electrónica y posterior realización de pruebas consideradas en este punto. Los software AUTODESK LAND DESKTOP 2005 Y 3DS MAX 6 no fueron empleados en esta etapa por considerar que mientras no se contara con los registros técnicos que avalaran el real funcionamiento y efectividad de los tres prototipos de pruebas, era innecesaria su adquisición en esta etapa. Esta labor estuvo en manos del jefe del proyecto, jefe de producción, asesor científico, y demás técnicos de la empresa que se encontraban en ese momento trabajando en el proyecto. Estas tareas fueron realizadas entre el tercer, cuarto y quinto mes del proyecto
- 7- FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO FINAL INDUSTRIAL (D) Y EL PROTOTIPO B DE ALTA TEMPERATURA. Debido a una serie de atrasos logísticos en el desarrollo del prototipo B, el periodo establecido inicialmente para su fabricación correspondía a los meses sexto y séptimo, este se modifico y se llevo a cabo durante el mes de agosto y noviembre, y que corresponde solo a su parte estructural básica, ya que no cuenta con ningún tipo de conexión e implementación electrónica necesaria para la realización de pruebas de rendimiento y funcionamiento.
En relación a la fabricación del prototipo final (D), este no se llevo a cabo, debido a que el diseño y fabricación de este, se basaba en los resultados que se obtuviesen de los tres prototipos de prueba (A, B y C), y en virtud de que las únicas pruebas realizadas fueron al prototipo A, cuyos resultados fueron insatisfactorios, solo se concluyo un boceto a escala de sus posibles dimensiones. Estas actividades fueron desarrolladas por el jefe de proyecto, dibujante técnico y personal de planta de la empresa.
- 8- CONTROLES FÍSICOS Y QUÍMICOS DE GASES CAPTURADOS POR EL SISTEMA. ANÁLISIS ISOCINÉTICO Y MUESTREO DE RILES. Debido a los inconvenientes aludidos en los puntos anteriores, las escasas pruebas realizadas durante el mes de diciembre, fueron efectuadas por el jefe de proyecto en el prototipo A, ya que era el único que se encontraba operativo a esta fecha, estas pruebas correspondían a la medición de entrada y salida de gases en el sistema, usando un equipo de medición ECOLINE 4000, que se adquirió para tal fin, como el resultado de estas según la interpretación del jefe de proyecto fueron insatisfactorias, se decidió no continuar con el resto de las actividades que correspondían al proyecto original, como no se dejo evidencia alguna de estas pruebas, la empresa decidió repetir estas nuevamente para que existiera un registro de las mismas, para esto solicito los

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 13

servicios de los asesores científicos y computacional durante el mes de enero y febrero, en esta no se efectuaron los análisis de riles.

- 9- CERTIFICACIÓN DE RESULTADOS DE PRUEBAS EN CESMEC (GASES) Y CENMA (RILES). En relación a este punto se puede mencionar que como no se logro completar íntegramente las etapas que conllevan a la realización de tales certificaciones, el jefe de proyecto decidió no llevarlas a cabo como el proyecto original lo estipulaba. La razón principal por la que no se pudo llevar a cabo este ítems, es por no contar con pruebas reales, confiables y certeras, debido a que no se cuenta con un equipo que permita la ejecución correcta de estas, ya que presenta múltiples errores de diseño, estructura y funcionamiento.
- 10- PRUEBAS DE DURACIÓN Y RESISTENCIA DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO. Esta pruebas estaban estipuladas para el prototipo D y como este no se construyo, las mismas no se llevaron a cabo.
- 11- CONTROL FINAL DEL SISTEMA EN CONDICIONES DE USO INDUSTRIAL como ya se ha mencionado anteriormente, el prototipo final D, no se completo, siendo imposible su control industrial. Esta etapa no se llevo a cabo.
- 12- EXHIBICIÓN DEL MODELO FINAL ANTE POTENCIALES CLIENTES . Esta etapa no se completo por las razones ya aludidas anteriormente.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 14

3.3- CARTA GANTT DE LAS ACTIVIDADES

En esta grafica se registra con claridad las actividades y los tiempos en los cuales fueron llevadas a cabo las distintas actividades para el desarrollo del proyecto.

Cada actividad tiene una duración determinada que se observa en los cuadros de tiempo. Hay casos en que una actividad se sucede a otra, y en otros casos muestra que algunas actividades se realizaron en forma simultanea

CARTA GANTT

ACTIVIDADES / MESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Presupuestos revisión de ofertas y compra de materiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Contratación del personal especializado externo			X	X			X					
3. Diseño y ejecución de planos y modelos preliminares	X	X	X	X	X							
4. Implementación control automático para el sistema A.F.M: sensores y software especializado			X	X		X				X		
5. Pruebas de simulación y fabricación de los prototipos A y C de 200m ³ /hr, utilizando software especializados			X	X								
6. Ensayos de componentes y materiales de los prototipos frente a sustancias corrosivas			X	X	X							
7. Fabricación del prototipo final industrial D (15.000m ³ /hr) y el prototipo B (200 m ³ /hr)						X	X		X			
8. Controles físicos y químicos de gases capturados por el sistema. Análisis isocinético y muestreo de RILES.										X	X	X
9. Certificación de resultados de pruebas en CESMEC (gases) y CENMA (RILES)												
10. Pruebas de duración y resistencia de los componentes del prototipo												
11. Control final del sistema en condiciones de uso industrial												
12. Exhibición del modelo final ante potenciales clientes												
13. INFORME AVANCE 1							X					
14. INFORME FINAL												X

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA :09 de Marzo de 2007

Pagina 15

4- RESULTADOS OBTENIDOS.**4.1- PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS Y SU PRESENTACIÓN GRAFICA**

Los resultados obtenidos en el transcurso del proyecto se pueden clasificar como insatisfactorios o deficientes en la mayoría de los puntos establecidos como actividades a realizar y concretar durante el periodo de vida del proyecto expuestos en la carta gantt, ya que no se cuenta con la construcción e implementación total de los equipos propuestos, lo que con lleva a la realización de pruebas con resultados erróneos, e incompletos por lo que es imposible avalar o representar gráficamente el comportamiento y funcionamiento del sistema de abatimiento de gases propuesto.

4.2- CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS Y SUS ANÁLISIS FINAL

Considerando todos los antecedentes presentados y en conformidad con el motivo principal que consistía en el desarrollo de un sistema de abatimiento de gases tóxicos como NO, NOx, CO y material particulado, de forma eficaz y económica, debemos establecer las siguientes conclusiones.

- A. Las pruebas realizadas y certificadas por CESMEC para el prototipo patentado y utilizado como modelo en el diseño del resto de los prototipos presentados en el proyecto original, solo se refieren al control de material particulado, no así los gases contaminantes que según el proyecto original serían abatidos, por lo tanto el prototipo de prueba no contaba con las evidencias necesarias para establecerlo como un sistema eficiente en el abatimiento de gases. En consecuencia los prototipos desarrollados por la empresa tampoco cuentan con base científica alguna sobre su estructura, diseño y teorías de funcionamiento y eficacia.
- B. Sobre el desarrollo de su diseño se podría decir que las diferencias que presentaba el prototipo A frente al prototipo Certificado y patentado, buscaba ampliar su efectividad y capacidad de procesamiento de gases y MP.
- 1) Adicionando dos nuevos ductos mas de aluminio flexible de mayor diámetro y de mayor extensión.
 - 2) La carcasa se modifico y construyo en otra forma diferente a la patentada. De acuerdo a las teorías de diseño y funcionamiento que mantenía el gestor del proyecto.
 - 3) El sistema de filtros se diseño anexado al equipo principal, diferido del prototipo certificado donde estas se encontraban incorporadas dentro del sistema.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 16

Aun cuando se pensó en un principio que todos estos cambios y modificaciones del diseño original, aportarían mayor rendimiento y capacidad, esto no fue así y no se obtuvieron los resultados esperados, ya que no seguían un parámetro o lógica que estableciera estos cambios, son solo hipótesis basadas en los conocimientos del gestor del proyecto.

- C. Los informes técnicos presentados por los asesores, indican que las pruebas realizadas al prototipo A, no arroja resultados confiables para el desarrollo de los balances de masa y energía, además de las curvas de pérdida de carga, exigidos por CORFO, ya que el prototipo no es hermético y cuenta con múltiples fugas y filtraciones, lo que imposibilita la obtención de resultados reales y posterior tratamiento de estos, los cuales son necesarios para comprobar el funcionamiento del equipo. Además se quiere enfatizar que aun cuando el sistema cumpliera con sus característica de hermeticidad, se cree que las futuras pruebas también arrojaran resultados negativos, ya no se observa que se lleve a cabo el proceso de fusión molecular que se planteaba como teoría central del proyecto, así mismo este proceso no cuenta con bases científicas que avalen dicho proceso.
- D. En relación a ciertos materiales utilizados en la construcción del equipo, se puede mencionar que estos no son óptimos para la obtención de los resultados establecidos, ya que en primera instancia no se cuenta con una fuente que emane gases en forma estable y permita la medición y control de estos durante los ensayos de abatimiento del sistema. El sistema de filtros utilizado esta compuesto por un serie de espumas de poliuretano que no presentan propiedad alguna de absorción y filtrante ante los gases que se estaban tratando. En cuanto a los ductos de aluminio flexible o corrugado utilizados para recirculación de las mezclas de gases, estos no cumplen su cometido, por no ser herméticos y su material no resistente a las condiciones en que seria expuesto. (altas presiones, humedad, gases tóxicos, etc.)
- E. Considerando todos los antecedentes descritos anteriormente, el prototipo no cumple con la función de abatimiento de gases y se concluye que seria necesaria una reingeniería total de los prototipos presentados en este proyecto, empezando por el empleo de teorías inexistente y diseños sin lógica alguna. Esto conlleva a que la reingeniería debiera realizarse desde las bases de preparación del proyecto, lo que implicaría un cambio total de este.
- F. Por todo lo anteriormente mencionado y también por otras razones que van en el plano personal del gestor de proyecto, tales como agotamiento psicológico y stress, el mismo decidió no continuar con el desarrollo del proyecto.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 17

G. Cabe mencionar también que a la etapa final del proyecto no se contaba con el personal original que lo presentó, asimismo con la renuncia del jefe y gestor del proyecto en el mes de enero, se perdió tiempo importante y dirección por quien debiera ser la persona más interesada en realizar el mismo.

5.0- IMPACTOS DEL PROYECTO

5.1- IMPACTOS DEL ORDEN TÉCNICO-ECONOMICO.

No se establecieron en la práctica.

5.2- POSIBLES MECANISMOS DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.

No se llevo a cabo este ítem.

6.0- PRINCIPALES PROBLEMAS PRESENTADOS EN EL PROYECTO

6.1- PROBLEMAS

A.- Renuncia del personal externo original para el desarrollo del proyecto

Para contratar nuevamente al personal de apoyo se produjo un retraso de 3 meses, desde la fecha original de inicio del proyecto

B.- Retraso en la entrega de materiales por parte de proveedores

Esto se debió a que la mayoría de estos eran importados de Europa, donde el promedio de entrega es aproximadamente de 1 mes.

C.- Imposibilidad de contar con software especializado

Durante la primera etapa se trato de adquirir un software SUPER PRO DESIGNER 4.7, el cual cumple la función principal de simular los distintos procesos que ocurren dentro de cada sistema de captura de gases, por encontrarse agotado por distribuidor oficial internacional.

<u>ENTIDAD EJECUTORA</u>	<u>ENTIDAD BENEFICIARIA</u>	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 18

D.- Enfermedad del Director de Metalcop

El Director y Gerente General de Metalcop Ingeniería Ltda. Sr. **Roberto Mercado B.** sufrió una enfermedad que lo mantuvo al margen del proyecto y de la empresa por un periodo de casi 4 meses desde Julio hasta Octubre del 2006. Él como director era el único facultado para visar, autorizar y fiscalizar las compras y el avance del proyecto.

E.- Renuncia Jefe de Proyecto

El Jefe de Proyecto Sr. Vicente González presento un cuadro de agotamiento psicológico lo que motivo a presentar en primera instancia una licencia medica por 1 mes, finalizado ese periodo decidió presentar su renuncia por razones personales.

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA :09 de Marzo de 2007

Pagina 19

ANEXOS.

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA :09 de Marzo de 2007

Pagina 20

ANEXO A.

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO A

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA :09 de Marzo de 2007

Pagina 21

El funcionamiento actual del prototipo A y la disposición de sus elementos de acuerdo a los cambios realizados hasta el momento en que se llevaron a cabo estas pruebas, se grafican y describen a continuación:

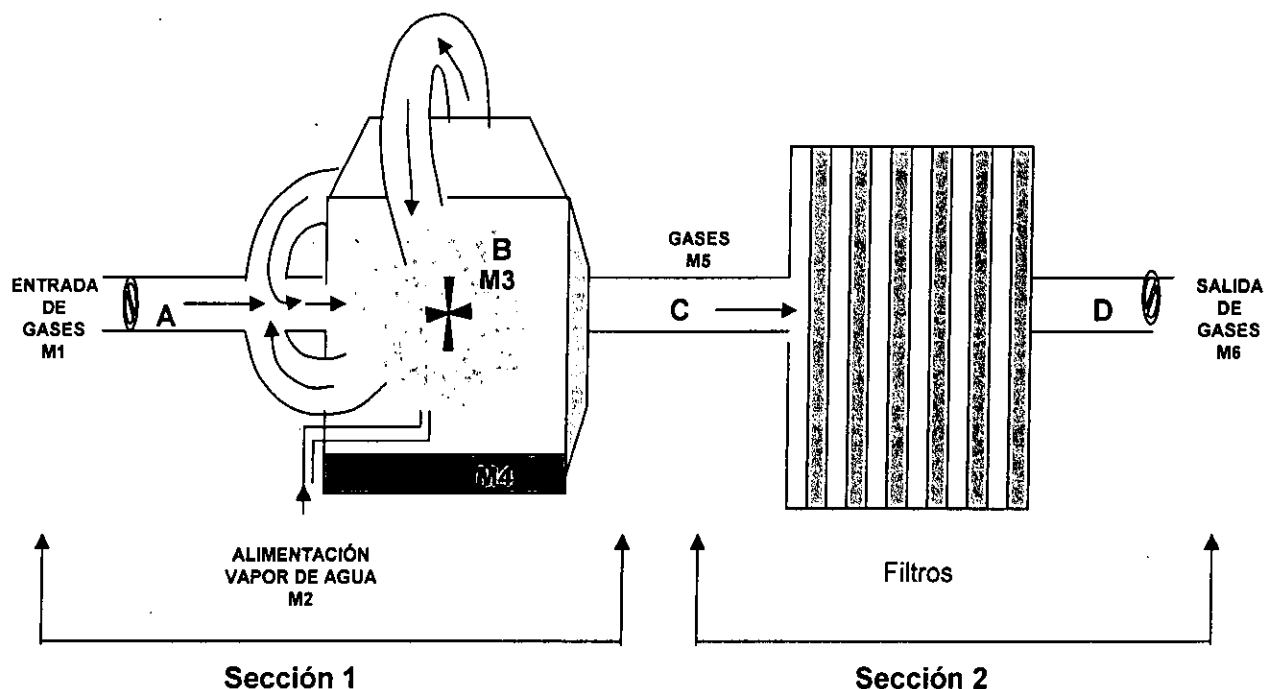


Figura 1. Esquema prototipo "A.F.M."

- A: entrada de gases contaminantes
- B: mezcla de gases contaminantes y vapor de agua.
- C: paso de gases o mezclas reaccionantes.
- D: salida de gases.

Para la obtención de gases el equipo se encuentra conectado a una salamandra en la que se lleva a cabo la quema de madera, esto produce la emanación de humos y gases contaminantes provenientes de este proceso de combustión, los cuales son transportados por un tubo flexible de aluminio, hasta un ventilador centrífugo de 1000m³/hr con motor de ½ hp, que pretendía cumplir con la función de extractor, el cual debiera controlar o cuantificar la entrada de gases al equipo, este ventilador está conectado a un variador de frecuencia, que regula la velocidad entre (500-2000rpm) según sea necesario.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA :09 de Marzo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 22

Una vez ingresados los gases al equipo, estos circulan hasta entrar al tanque donde se ponen en contacto con un flujo de vapor de agua, que proviene de un generador de vapor con potencia de 3Kwatts. Este generador de vapor fue acondicionado con una llave de paso que permite regular la presión y la entrada de vapor al tanque principal.

Siguiendo las teorías en las que se basaron para el diseño y fabricación de estos equipos, dentro del tanque los gases y el vapor de agua se debieran mezclar y condensar, gracias a propiedades termodinámicas y a un aspa mecánica, que se acciona por la fuerza del flujo del gas empujado hacia el tanque por el ventilador. Este tanque además cuenta con conductos de aluminio flexible cuya función o finalidad en el diseño, es la recirculación de gases en el equipo, así como la reducción de temperatura de los mismos.

Una vez llevadas a cabo las mezclas, reacciones y condensaciones que según el diseño se debieran realizar, los gases contaminantes que aun persisten circularían por un conducto hacia un sistema de filtros. Este conducto tiene una válvula mecánica de paso que se acciona manualmente para dar mayor tiempo de reacción o mezcla y luego permitir el paso de estos gases hacia los filtros. Estos se componen de seis cortes de espuma (poliuretano), seguidos unos de otros y separados por una lamina de metal con pequeños orificios, dicha lamina tiene adherido un paño de filtro. En base al diseño de estos equipos estas debieran presentar propiedades o características filtrantes frente a este tipo de gases.

De acuerdo al diseño actual del equipo descrito anteriormente y las teorías de funcionamiento que proponían, se determino una serie de pruebas que nos permitieran corroborar o ratificar la eficiencia del equipo en la reducción de gases tales como CO, NO y NOx descrita por el gestor del proyecto y comprobar sus teorías de reducción de gases y diseño de los equipos.

Las pruebas realizadas para comprobar el funcionamiento, reacciones y eficiencia del sistema fueron realizadas con un analizador de gases ecoline 4000, el cual proporciona mediciones de CO, NO y NOx en unidades de ppm, cuenta además con un medidor de diferencia de presión, flujo de gases, nivel de humo y temperatura en tiempo real. A continuación se describen las pruebas realizadas y se detallan sus resultados mas adelante.

1. Entrada de gases contaminantes a distintas velocidades y vapor de agua a distintas presiones, sin tiempo de reacción ni obstáculos de paso de gases o mezcla hacia los filtros.
2. Entrada de gases contaminantes a distintas velocidades y a una presión de vapor de agua fija, otorgando un tiempo de reacción dentro del tanque.
3. Paso de gases contaminantes sin vapor de agua.

Las pruebas que corresponden al punto 1 se realizaron ingresando el vapor de agua desde el generador de vapor a distintas presiones manométricas, y a distintas velocidades (RPM en el ventilador) en la entrada de gases.

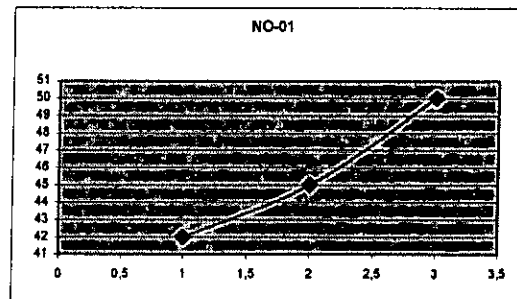
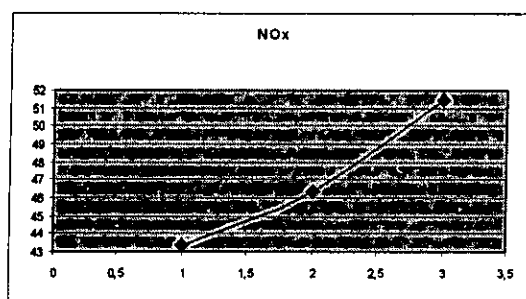
ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 23

Los resultados obtenidos de algunas pruebas del tipo 1 fueron los siguientes:

1) CONDICIONES

- 700rpm.
- Presion manometrica 1 bar
- Alimentacion salamandra, leña cada 5 minutos.

PUNTO	TIEMPO	CO	NO	NOx	T°C
A	0	6597	49	50	49,7
C	2	5313	26	27	30,8
D	4	4947	23	24	27
A	6	4446	16	17	81,4
C	8	5497	23	24	56,7
D	10	5447	30	30	27,1
A	12	3693	43	44	104,9
C	14	7575	58	60	64,8
D	16	5924	77	79	29,5
A	18	5153	53	55	99,5
C	20	8476	60	62	64,5
D	22	10388	62	64	38,4
A	24	4697	49	51	92
C	26	7747	58	59	65,3
D	28	7698	58	60	44,5
A		4917,2	42	43,4	85,5
C		6921,6	45	46,4	56,42
D		6880,8	50	51,4	33,3



ENTIDAD EJECUTORA

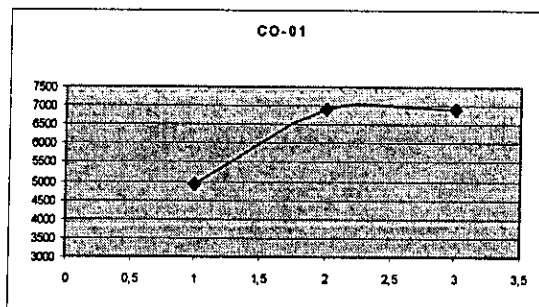
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 24



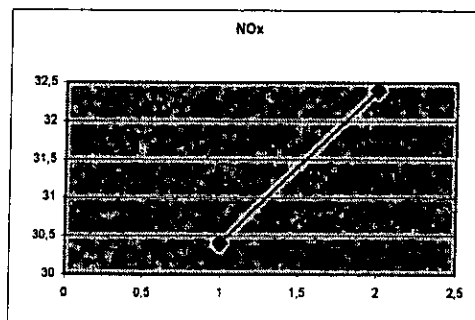
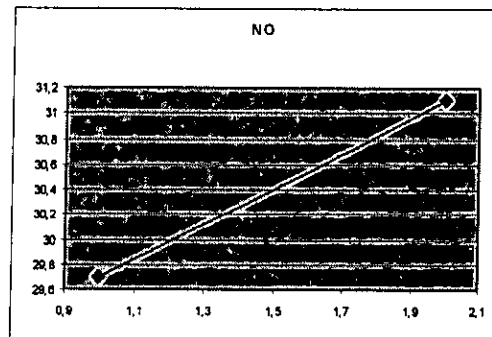
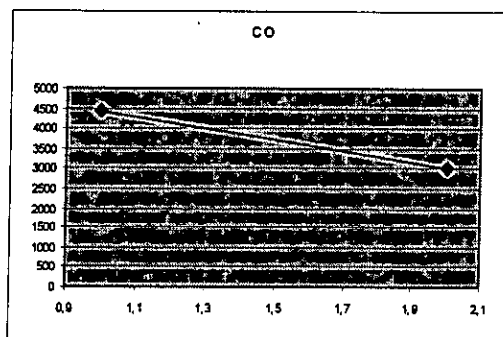
2) CONDICIONES

- 700rpm.
- Presion manometrica 0 bar
- Alimentacion salamandra, leña cada 20 minutos.

PUNTO	TIEMPO	CO	NO	NOx	T°C
A	0	1009	10	10	44,7
D	2	509	8	9	77,4
A	4	13303	30	31	50,1
D	6	705	18	18	44,7
A	8	833	19	19	52,2
D	10	3962	33	37	39,5
A	12	3605	23	23	42,2
D	14	3823	23	24	29,6
A	16	3307	23	23	67,6
D	18	3686	24	24	49,2
A	20	3560	30	31	40
D	22	2766	37	38	75,7
A	24	4323	41	42	59,6
D	26	3605	53	55	40,7
A	28	3329	38	39	76,9
D	30	4944	42	44	57,2
A	32	5915	43	45	46,8
D	34	3072	39	40	73,6
A	36	4891	40	41	60,3
D	38	3291	34	35	49,3

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 25

A	4407,5	29,7	30,4	54,04
D	3036,3	31,1	32,4	53,69



En el desarrollo de estas pruebas se observó que el equipo no resiste un aumento mínimo de presión, lo cual no permite variar la presión de entrada de vapor de agua, ya que el sistema no es hermético y el aumento de presión empuja el gas de regreso a la salamandra, además se observa que la presión se escapa por una serie de filtraciones que tiene el equipo, en base a esto se realizaron pruebas con una presión manométrica en el generador de vapor de 0bar y el extractor de gases a 700rpm. Queremos enfatizar que la fuente emisora de gases no es la mejor para este tipo de pruebas, ya que consiste en una salamandra en la cual se quema leña y no permite controlar la cantidad de gases, ni la combustión dentro de la salamandra. A pesar de que las pruebas se realizaron tratando en lo posible de imitar una fuente constante (alimentando la salamandra a tiempos determinados), esto es imposible.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 26

Los resultados obtenidos de algunas pruebas del tipo 2 fueron los siguientes:

1) CONDICIONES

- 1000rpm.
- Presion manometrica 0 bar
- Alimentacion leña cada 10 minutos.
- Se cierra y abre llave de paso hacia los filtros, cada 1 minuto.

PUNTO	TIEMPO	CO	NO	NOx	T°C
A	0	5213	21	21	49,7
D	2	2297	14	14	40,5
A	4	3048	24	24	47,8
D	6	3189	28	28	41,1
A	8	1321	54	56	43,6
D	10	1917	42	43	43,8
A	12	1817	51	52	57,4
D	14	1269	27	28	53,6
A	16	1393	52	53	63,7
D	18	1550	41	42	56,5
A	20	945	42	43	61,6
D	22	1309	33	34	54,8
A	24	2509	16	17	58,7
D	26	1830	29	30	54,9
A	28	984	41	42	63,9
D	30	1620	35	36	54,8
A	32	908	35	36	59,3
D	34	1207	36	37	55,5
A	36	1092	41	43	68,8
D	38	1199	45	46	5,2
A	40	2702	32	33	60,3
D	42	16	5	5	44,5
A	44	1364	25	25	68,6
A		1941,33	36,17	37,08	58,62
D		1582,09	30,45	31,18	45,93

ENTIDAD EJECUTORA

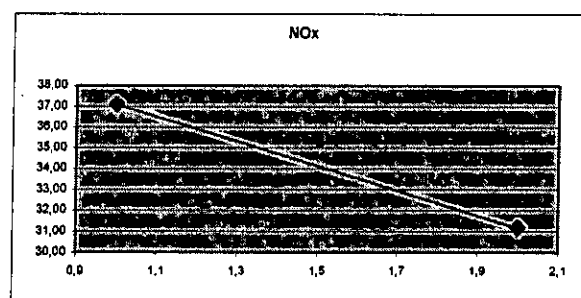
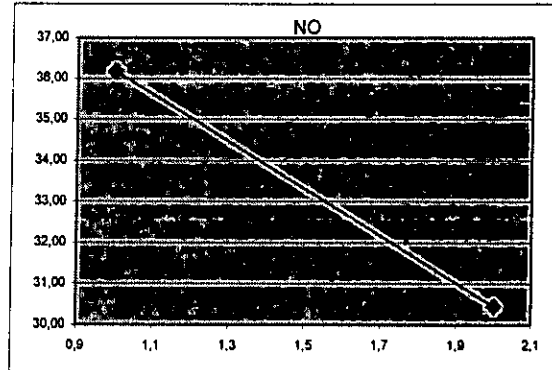
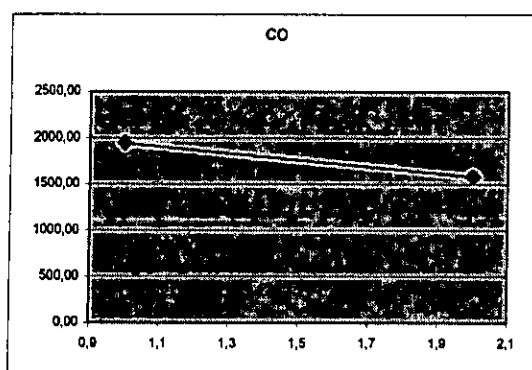
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 27



Estas pruebas se realizaron cerrando el sistema, para conceder un tiempo de reacción necesario para que se llevaran a cabo las supuestas reacciones y mezclas que proponía el diseño del equipo, es decir se cierra la llave de paso que se encuentra entre el tanque y los filtros, observándose que la presión que se forma en el tanque al cerrar la llave de paso provoca que los gases de entrada se regresen hacia la fuente, lo que nos da una medición errónea. Sumando al igual que en el caso anterior que el uso de una salamandra como fuente emanadora de gases no es lo optimo.

Por ultimo, los resultados obtenidos de algunas pruebas del tipo 3 fueron los siguientes:

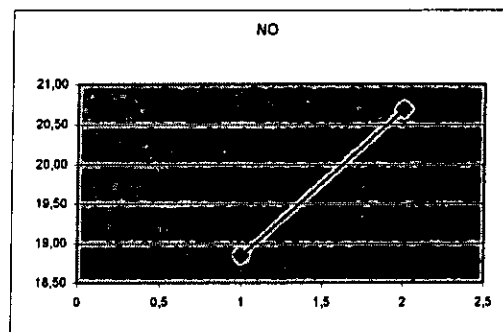
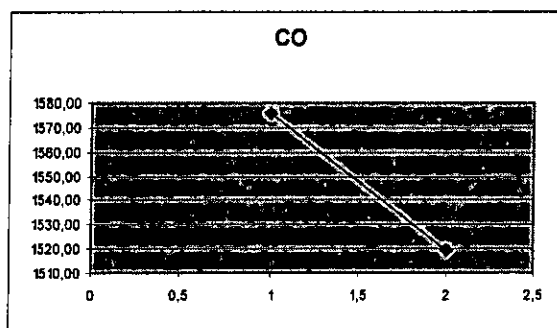
CONDICIONES

- 1000rpm.
- Presion manometrica 0 bar
- Alimentacion leña cada 10 minutos.
- Solamente paso de gases sin mezcla de vapor de agua, sistema abierto.

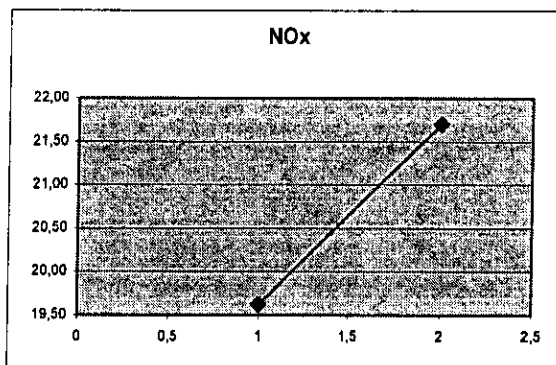
PUNTO	TIEMPO	CO	NO	NOx	T°C
A	0	1366	17	17	86,5
D	0	886	16	17	27,3
A	0	866	31	32	109,9

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 28

D	0	823	33	34	31,3
A	0	1929	15	15	113,1
D	0	1346	22	25	39,8
A	0	1713	14	15	95,9
D	0	1752	15	16	33,7
A	0	1700	19	20	84,7
D	0	1335	20	20	36,3
A	0	2722	9	10	90,4
D	0	2557	10	11	38,9
A	0	2018	14	15	70,8
D	0	2053	14	14	38,4
A	0	2084	22	23	76,8
D	0	2030	23	24	36,6
A	0	753	28	29	98,2
D	0	882	29	30	38,6
A	0	1690	19	20	91,7
D	0	1696	22	23	37,5
A	0	1137	19	19	96,9
D	0	1078	23	24	36,3
A	0	985	19	20	80,8
D	0	1915	19	20	35,2
A	0	1518	19	20	92,3
D	0	1396	23	24	38,3
A		1575,46	18,85	19,62	91,38
D		1519,15	20,69	21,69	36,02



ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 29



Esta prueba se realizó con el propósito de comprobar que los filtros utilizados, no son los óptimos para este tipo de sistema.

Para todos los casos, se realizaron análisis de índice de humo, según la tabla utilizada por las normativas de ley DIN 51402.2116, 2117 y 2297 de las directrices VDI, ASTM D 2156-63T, entre otras referidas por el fabricante de producto y otras no utilizadas en nuestro país, pero que sin embargo nos sirvieron para darnos una referencia para saber si el sistema reducía de alguna manera el nivel de humo. De cualquier manera, este análisis no presenta validez, ya que el equipo cuenta con múltiples fugas y filtraciones. Arrojando mediciones erróneas.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 30

CONCLUSIONES:

De acuerdo a las pruebas y ensayos realizados se concluye que el diseño actual del sistema no cumple con las condiciones óptimas para obtener resultados reales o cuantificables que nos permitan realizar los cálculos (balances de masas y energía) que avalen su abatimiento y eficiencia. Estas condiciones optimas minimas son contar con un sistema hermético, ya que actualmente tiene una serie de fugas y filtraciones que no permite llevar a cabo un calculo real, además se necesita de una fuente emisora de gases estable o constante, ya que es imposible controlar la emisión de estos en una salamandra en la que se quema leña y estos dependen del proceso de combustión dentro de la misma variando constantemente la cantidad de gases emanados por esta y la temperatura de entrada de estos.

Es también necesario establecer que no existen bases científicas que avalen las reacciones que se esperaba ocurrieran en el tanque, ni mucho menos la capacidad de absorber y filtrar que se le habían asignado a las espumas de poliuretano. No existe proceso alguno que respalde las propiedades que se esperaba que estas tuvieran frente a los gases, no existiendo una diferencia considerable de presión a través del tiempo, ya que estos, por su material permiten completamente el paso de gases, y quizás solo atrapan un pequeño porcentaje de hollín o material particulado grueso.

En base a estos resultados, a las disposiciones en el diseño y las teorías expuestas como bases para el funcionamiento del sistema diseñado, el prototipo en las condiciones que se encuentra y en base al funcionamiento que se le quería dar, es imposible que arroje resultados satisfactorios, ya que esta mal diseñado y no cuenta con bases científicas que avalen su funcionamiento, y difiere considerablemente a todos los sistemas de absorción de gases conocidos actualmente.

Por parte de las actuales asesoras Científicas y Computacional, podemos decir que las pruebas fueron realizadas adaptándonos al prototipo construido y no habiendo tenido resultados óptimos en las sugerencias de rediseño que planteamos en los meses anteriores.

Mencionamos también que debido al nulo rendimiento del sistema actual, se considera innecesario un análisis de RILES, ya que es evidente que el modelo actual no reduce gases.

Por las mismas razones, el sistema en su etapa actual, no es automatizable, ya que aun no se establecen condiciones o variantes, que determinen su óptimo funcionamiento.

A ciencia cierta para lograr un óptimo funcionamiento y resultado en estos equipos se requeriría de un rediseño completo de forma y estructura, ya que en las condiciones que se encuentra actualmente es imposible que se pruebe y aun mas, que funcione.

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 31

ANEXO B.

PLANOS DE LOS PROTOTIPOS (A, B, C y D)

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 32

**IMAGEN, DISEÑO Y DESARROLLO DE PIEZAS Y PARTES
DEL PROTOTIPO A**

ENTIDAD EJECUTORA

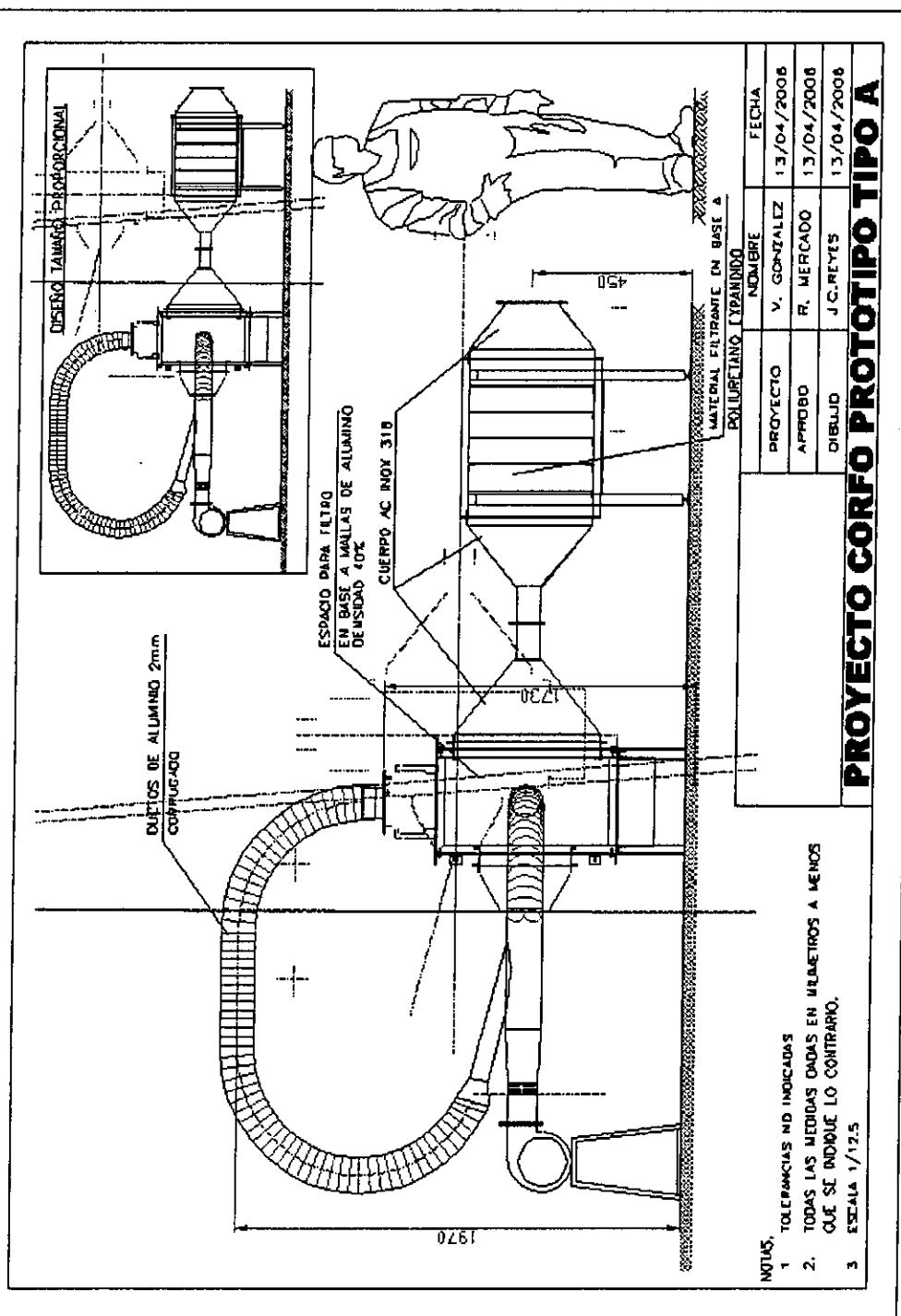
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

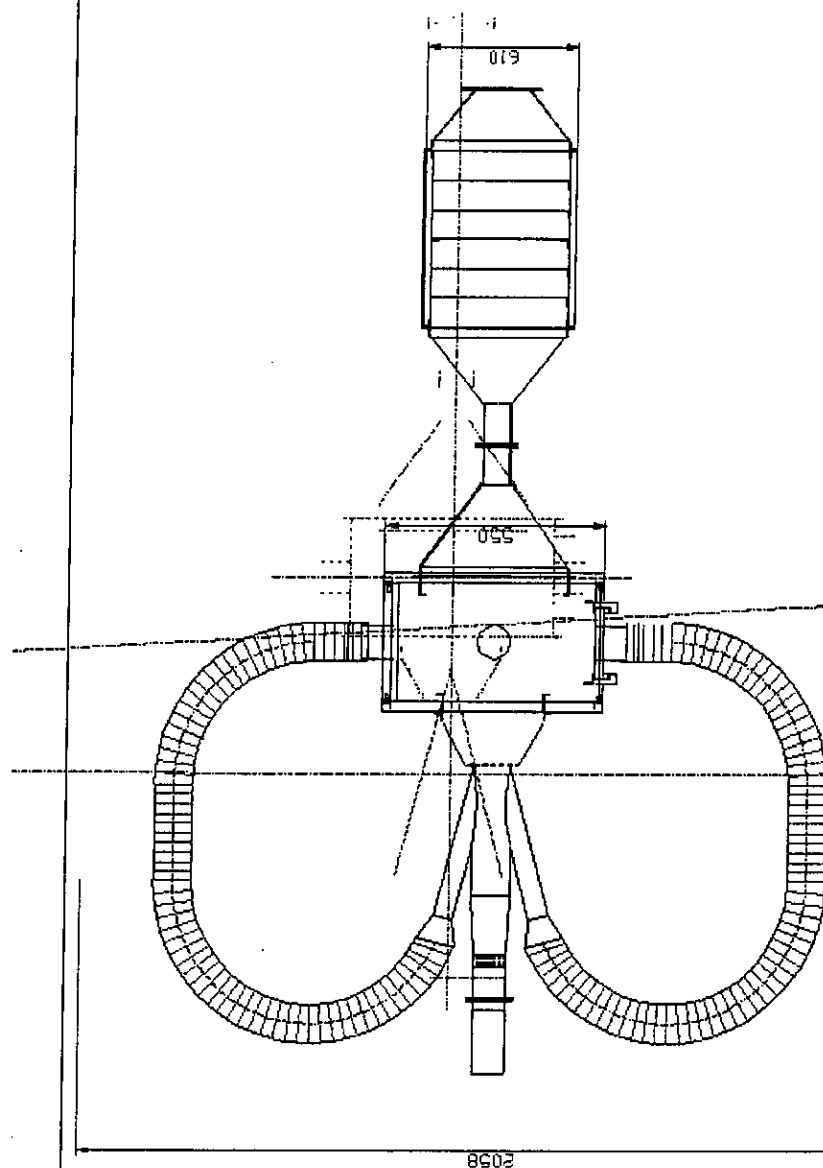
METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 33



ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 34



PROYECTO	NOMBRE	FECHA
APROBO	V. CONZALEZ	13/04/2008
DIBUJO	R. MERCADO	13/04/2008
	J.C. REYES	13/04/2008

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO A

- NOTAS:
1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
 2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
 3. ESCALA 1/12.5

ENTIDAD EJECUTORA

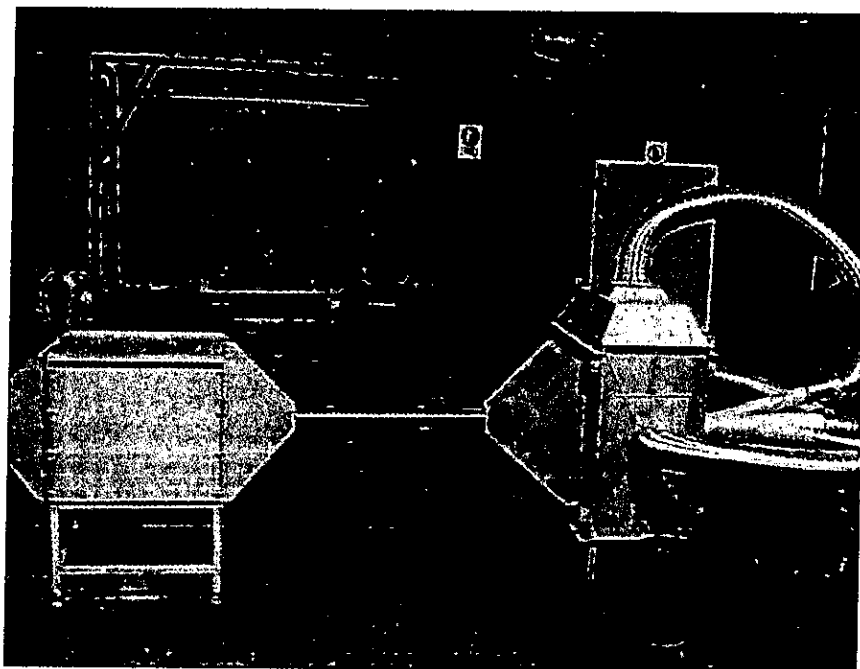
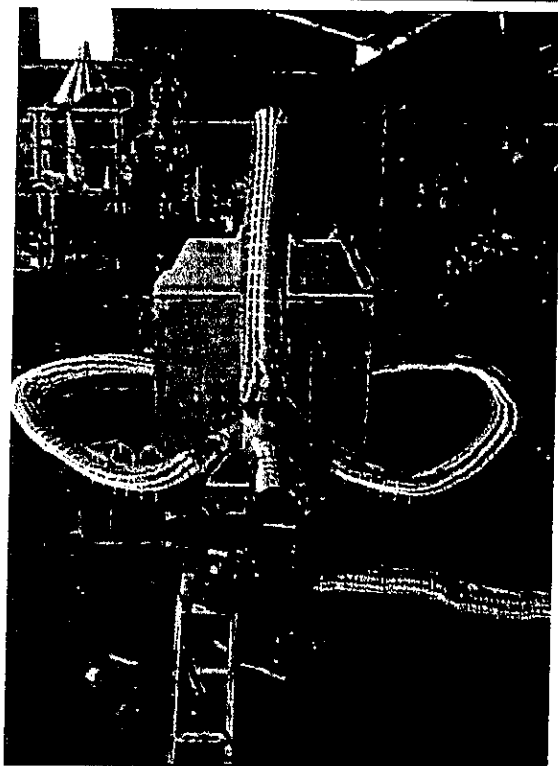
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 35



ENTIDAD EJECUTORA

ENTIDAD BENEFICIARIA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

METALCOP INGENIERIA LTDA.

METALCOP INGENIERIA LTDA

Pagina 36

**IMAGEN, DISEÑO Y DESARROLLO DE PIEZAS Y PARTES
DEL PROTOTIPO B**

ENTIDAD EJECUTORA

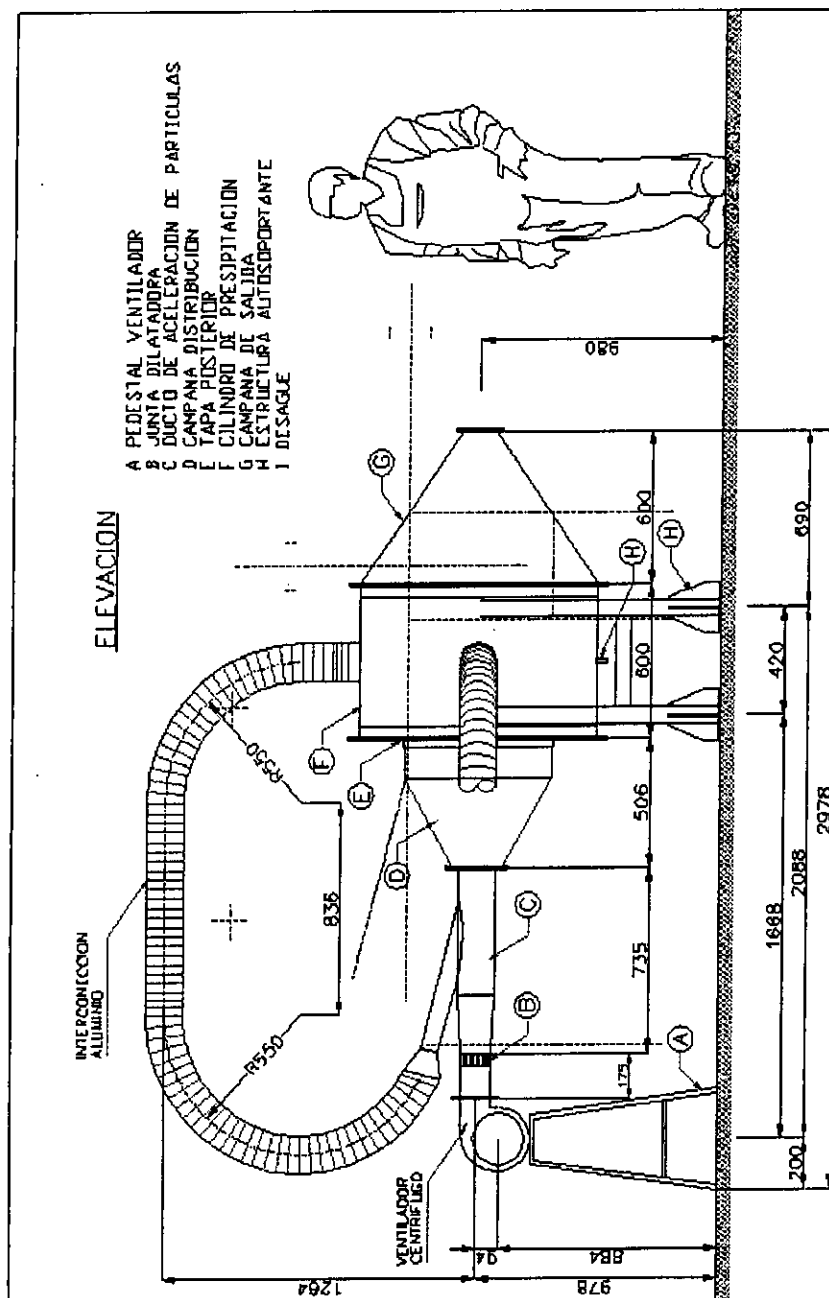
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 37



- NOTAS:
1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
 2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
 3. ESCALA 1/25

PROYECTO	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	V. GONZALEZ	17/06/2008
APROBADO	R. MERCADO	17/06/2008
DIBUJO	J.C. REYES	17/06/2008

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO B

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

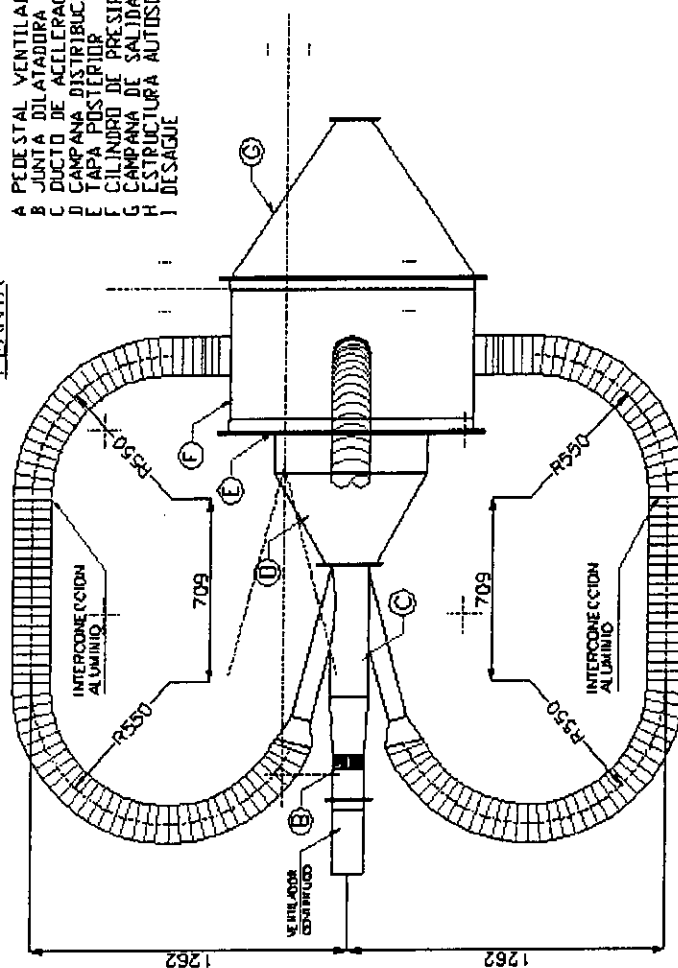
METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 38

A PEDESTAL VENTILADOR
 B JUNTA DILATADORA
 C DUCTO DE ACCELERACION DE PARTICULAS
 D CAMPANA DISTRIBUCION
 E TAPA POSTERIOR
 F CILINDRO DE PRECIPITACION
 G CAMPANA DE SALIDA
 H ESTRUCTURA AUTOSUPOORTANTE
 I DESAGUE

PLANTA



NOTAS:

1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
3. ESCALA 1/25

PROYECTO	NOMBRE	FECHA
APROBADO	V. GONZALEZ	17/06/2006
DIBUJO	R. MERCADO	17/06/2006
	J.C REYES	17/06/2006

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO B

ENTIDAD EJECUTORA

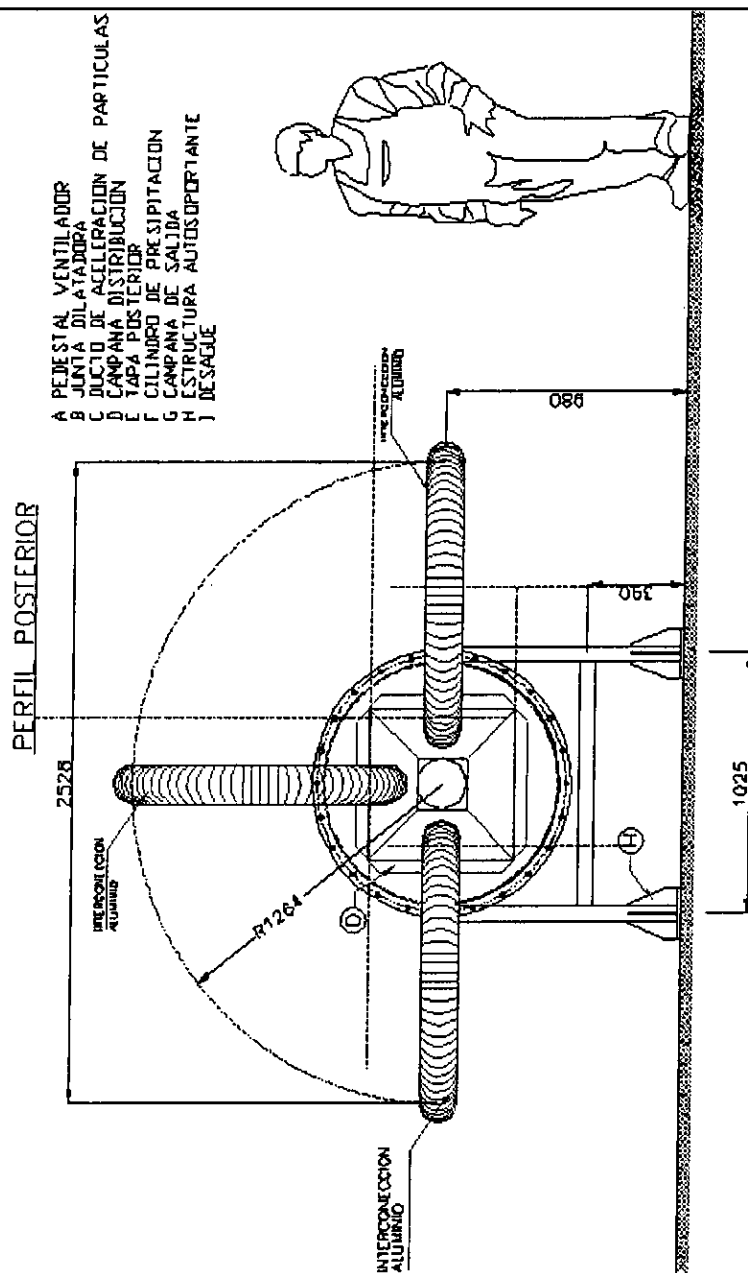
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 39



NOTAS

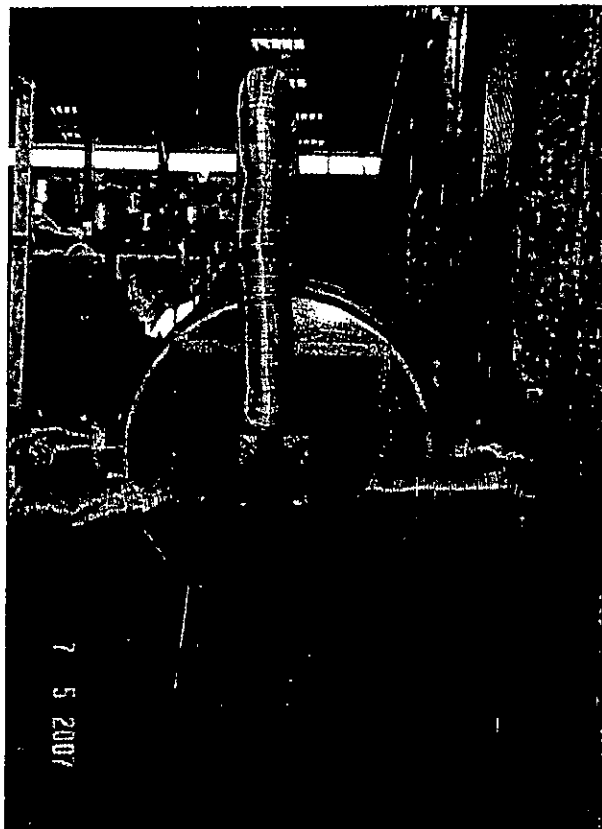
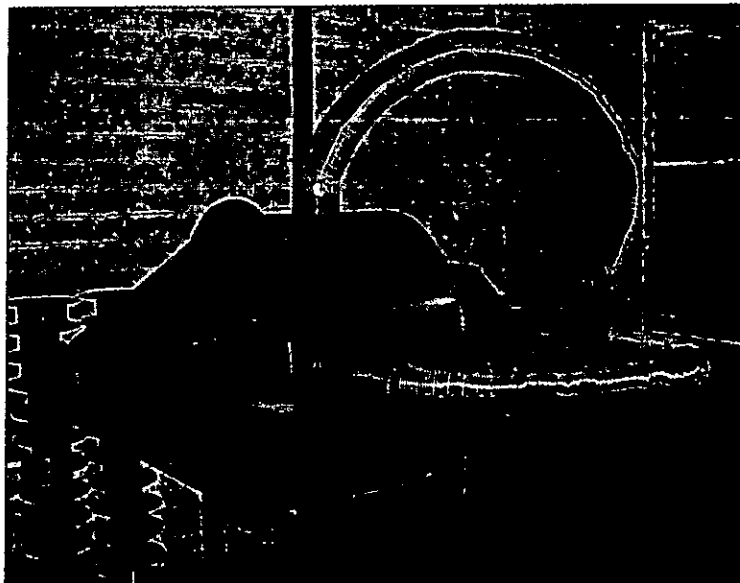
1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO

5 [SCMA 1/73]

		NOMBRE	FECHA
		V. GONZALEZ	17/04/2006
		R. MERCADO	17/04/2006
		J.C. REYES	17/04/2006

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO B

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO B	DEJUD	JANUARI 2006	17/04/2006
---------------------------------	-------	--------------	------------



ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 41

**IMAGEN, DISEÑO Y DESARROLLO DE PIEZAS Y PARTES
DEL PROTOTIPO C**

ENTIDAD EJECUTORA

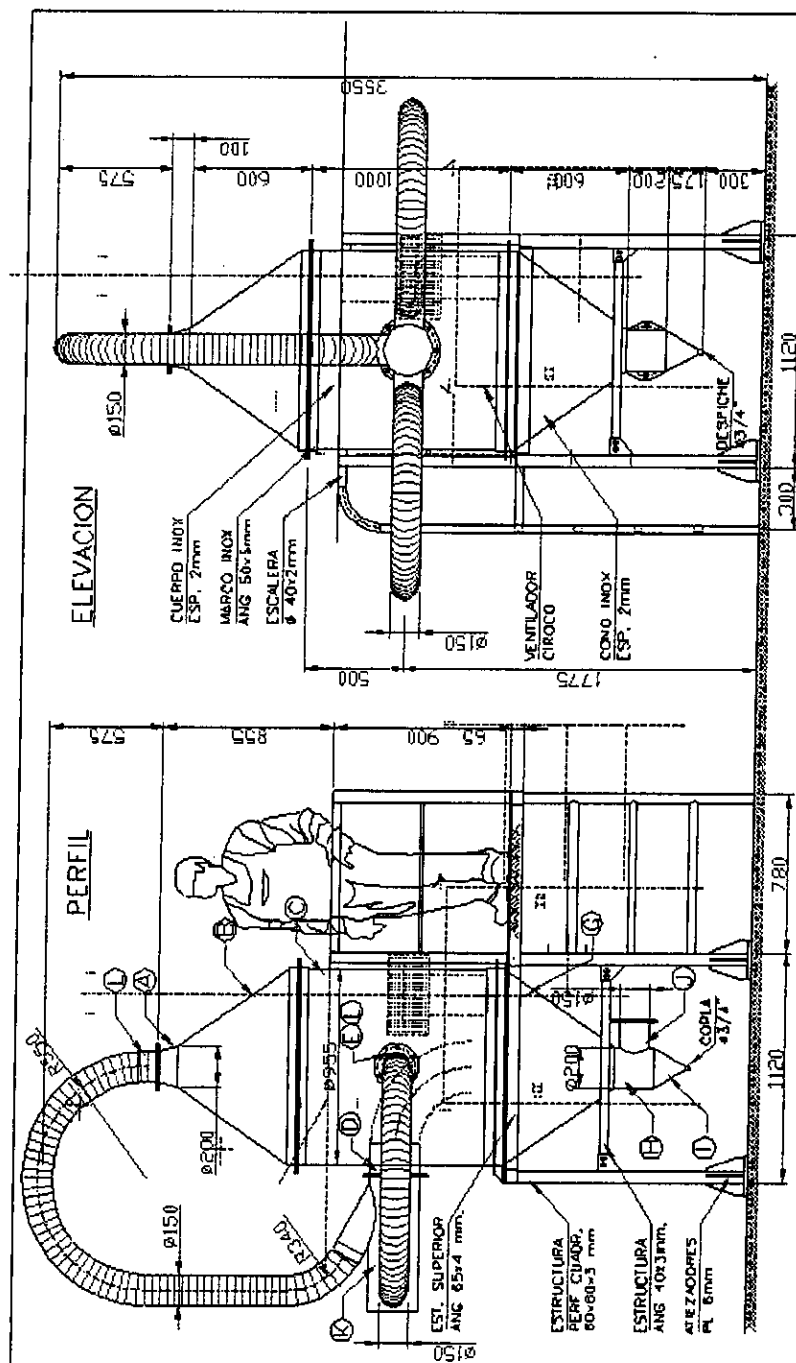
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 42



SYNOPSIS

1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
3. ESCALA 1/25

ESCALA 1/23

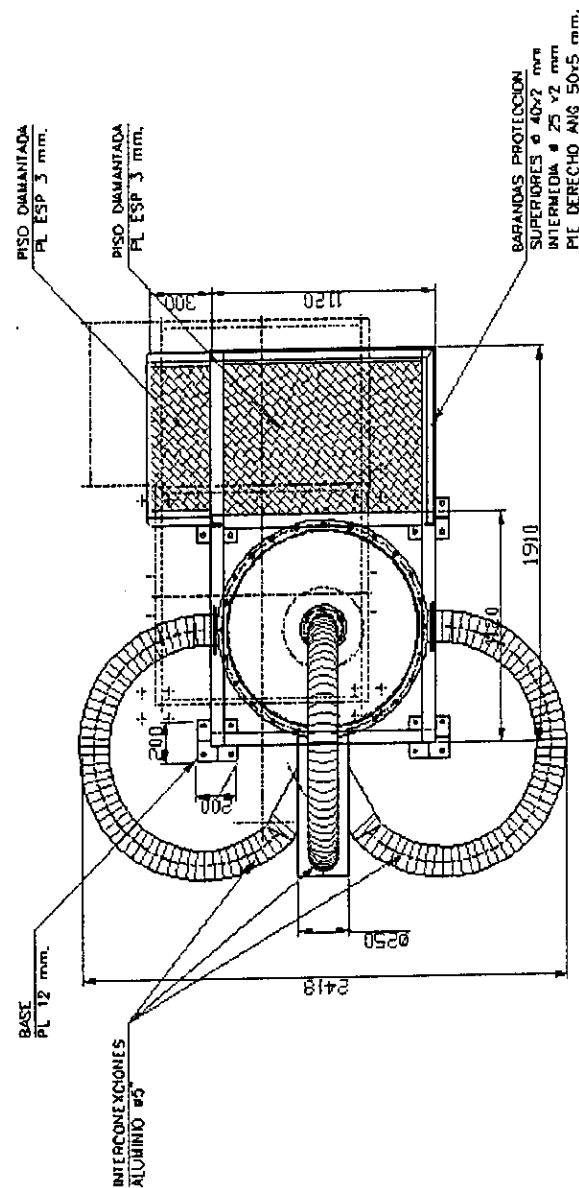
UNBULO	J.C. MEYES	17/04/2008
--------	------------	------------

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO C

	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	V. GONZALEZ	17/04/2006
APROBO	R. MERCADO	17/04/2006
DIBUJO	J.C. REYES	17/04/2008

0 PROTOTIPO TIPOC

<u>ENTIDAD EJECUTORA</u>	<u>ENTIDAD BENEFICIARIA</u>	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 43



PLANTA

	NOMBRE	FECHA
PROYECTO	V. GONZALEZ	17/04/2006
APROBO	R. MERCADO	17/04/2006
DIBUJO	J.C.REYES	17/04/2006

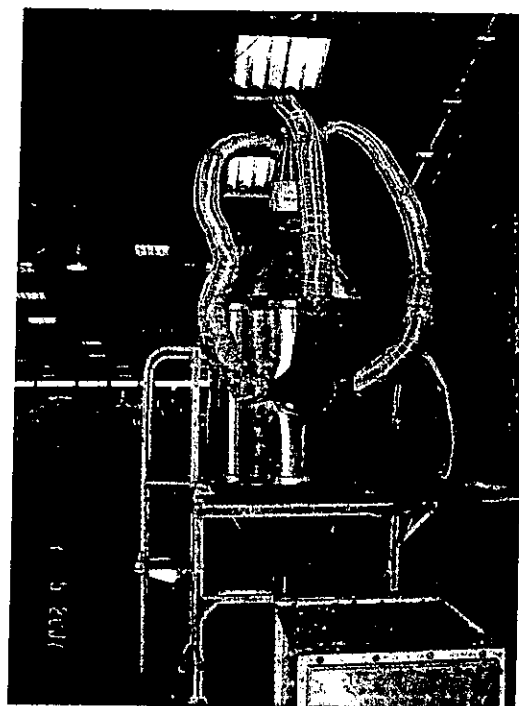
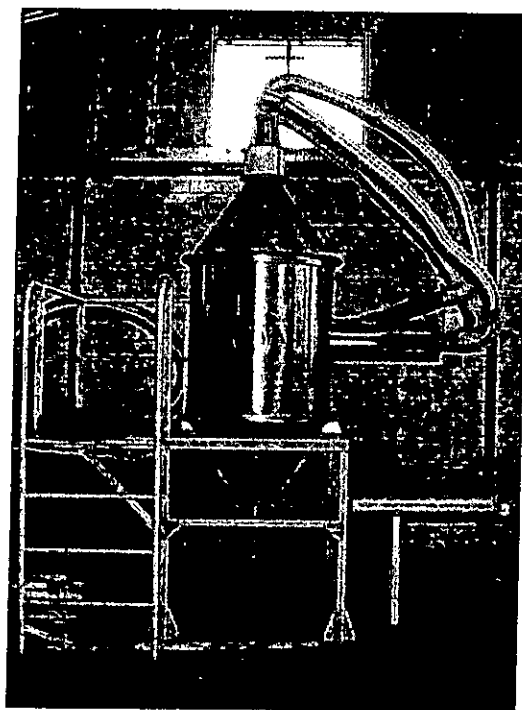
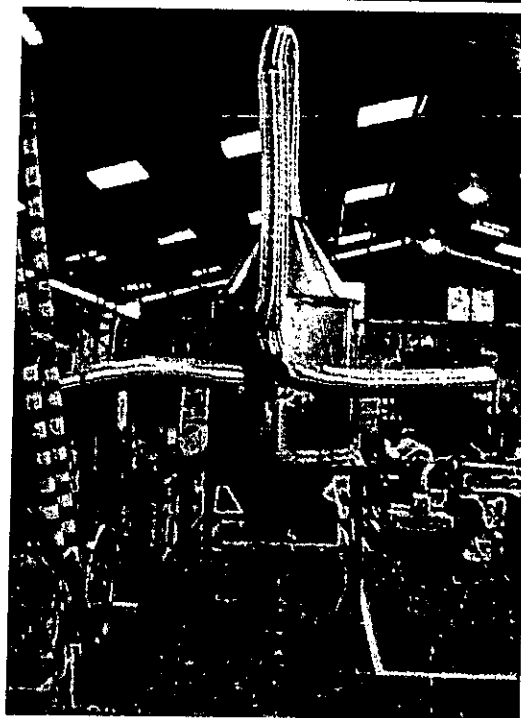
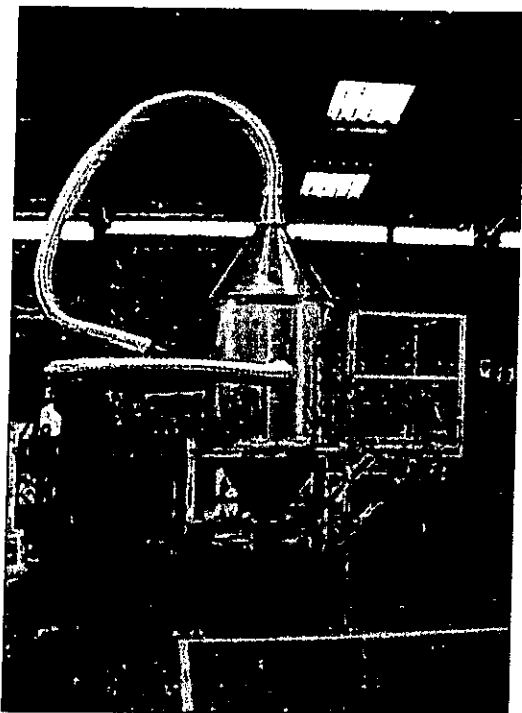
PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO C

	PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO C	000000	7/8-7/2006
--	---------------------------------	--------	------------

NOTAS

1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS
QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
3. ESCALA 1/25

<u>ENTIDAD EJECUTORA</u>	<u>ENTIDAD BENEFICIARIA</u>	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 44



ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Página 45

**BOCETO Y PLANO PRELIMINAR
DEL PROTOTIPO D.**

ENTIDAD EJECUTORA

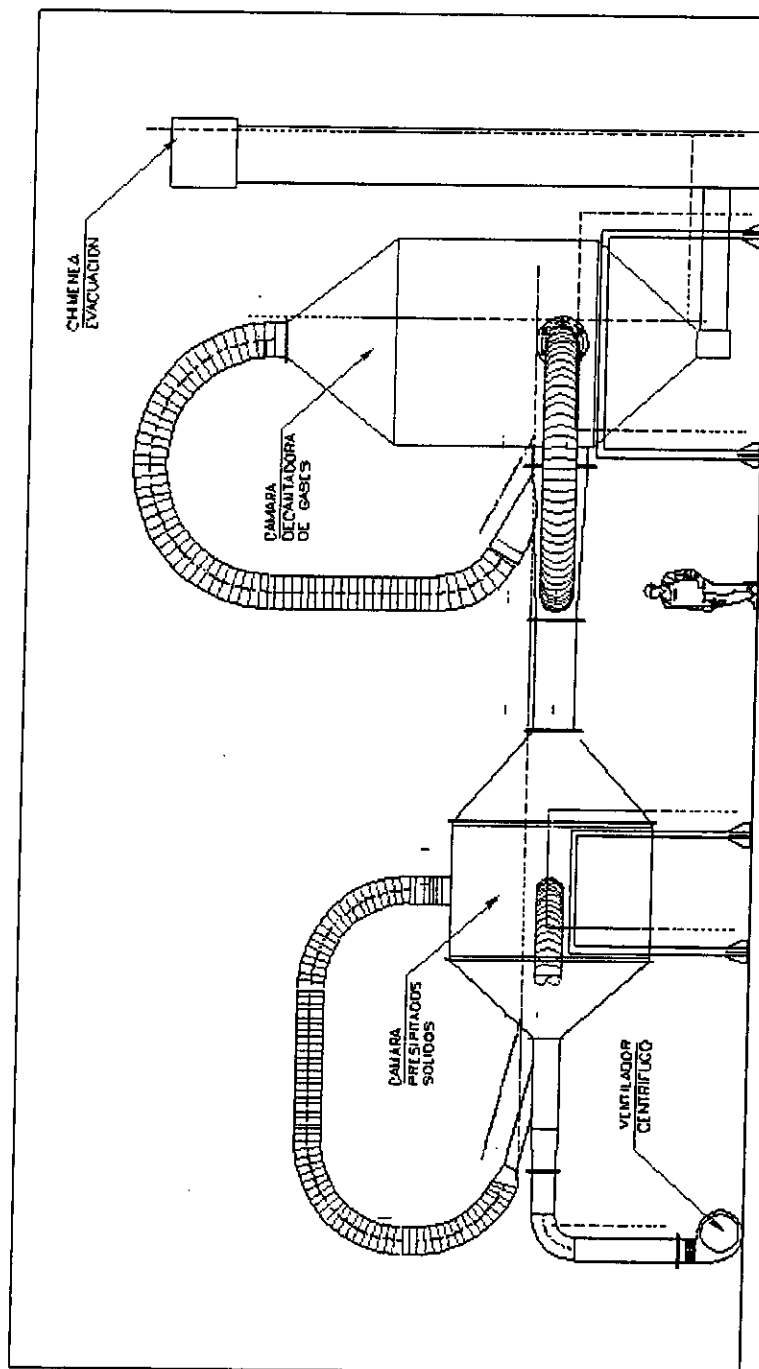
METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 46



PROYECTO	NOMBRE	FECHA
APROBO	V. GONZALEZ	27/07/2006
DIBUJO	R. MERCADO	27/07/2006
	J.C. REYES	27/07/2006

PROYECTO CORFO PROTOTIPO TIPO D

- NOTAS.
1. TOLERANCIAS NO INDICADAS
 2. TODAS LAS MEDIDAS DADAS EN MILIMETROS A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 47

ANEXO C.

**PRUEBAS DE CERTIFICACION DE PROTOTIPO PATENTADO
Y SU DISEÑO**

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 48

MEDICIONES DE MATERIAL PARTICULADO TOTAL
SEA-11965



Solicitante : VICENTE GONZALEZ PORTALES

Orden de Trabajo : 225.988

Atención Sr.: VICENTE GONZALEZ

Fecha de Emisión : 25.09.2002

1. INTRODUCCION

A solicitud del Señor Vicente González Portales., CESMEC LTDA. a través de su División Medio Ambiente, efectuó medición Isocinética de material particulado para determinar la eficiencia de un precipitador húmedo de partículas. Para generar los gases contaminados se utilizó una Salamandra a leña, midiéndose a la entrada y salida del precipitador húmedo.

Las mediciones se realizaron el día 06 de Septiembre del 2002.

2. METODOLOGIA DE MEDICION

La medición se realizó aplicando el método CH-5.

3. IDENTIFICACION DE LA FUENTE DE EMISION

- Fuente : Salamandra

Pág. 1 de 4

Nota importante al revisar:

AV. MARATHON 2595. COD. POSTAL 0900502 - MACUL - FONO 56-2-3502100 - FAX 56-2-2384135 - E-mail: cesmec@cesmec.cl

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 49

SEA-11965



4. PUNTOS DE MEDICION

4.1 CARACTERISTICA ENTRADA Y SALIDA DE LA SALAMANDRA

- Diámetro interno : 0.125 m.
- Distancias aguas arriba : 0.7 m.
- Distancia aguas abajo : 1.8 m.
- Posición de la chimenea : Inclinado
- Tipo de singularidad
 - * Aguas arriba : Salida de los gases al ambiente
 - * Aguas abajo : Empalme con extractor.
- Sección de la chimenea : Circular
- Matriz puntos de medición : 4 puntos en dos ejes ubicados a 90 ° C.
- Largo de las copias : 0

4.2 UBICACION DE LOS PUNTOS TRAVERSOS

Puntos transversos por eje	Ubicación desde la pared interna al centro de la boquilla, cm	Distancia entre la boquilla y la marca de la sonda, cm
1	1.3	1.3
2	3.1	3.1
3	9.3	9.3
4	11.6	11.6

5. EQUIPO DE MEDICION

El equipo isocinético de medición utilizado es marca GRASEBY ANDERSEN, modelo UNIVERSAL, siendo sus principales componentes los siguientes elementos :

- Sonda de acero inoxidable calefaccionada
- Unidad calefactora
- Porta impactadores
- Cordón umbilical
- Unidad de Control

Nota importante al lector

Pág. 2 de 4

AV. MARATHON 2595, COD. POSTAL 9900502 - MACUL - FONO 56-2-3502100 - FAX 56-2-2394135 - E-mail: cesmec@cesmec.cl

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 50

SEA-11965



6. RESUMEN DE RESULTADOS

	ENTRADA	SALIDA
Fecha	06.09.2002	06.09.2002
Hora de la medición	16:00 – 16:47	14:38 – 15:28
Concentración de material particulado, mg/m ³ N	280.7	5.5
Emisión horaria de material particulado, kg/h	0.02521	0.00036
Caudal de gases normalizado, m ³ N/h	90	66
O ₂ , %	15.0	20.9
CO ₂ , %	18.6	0.0
Temperatura de los gases, °C	48.9	23.0
Velocidad de los gases, m/s	2.5	1.6
Humedad de los gases, %	8.9	1.5
Isocinetismo, %	93.5	97.6

NOTA 1: El caudal de gases y las concentraciones están expresadas en condiciones normales, es decir, 25 °C y 760 mmHg.

7. COMENTARIOS

Las dos mediciones de material particulado según metodología CH-5, se realizaron a la entrada y salida de un precipitador de partículas, con el fin de evaluar la eficiencia de éste.

Este sistema de control de emisiones capta todos los gases y partículas generados en una salamandra marca Fundición Inglesa.

Durante las dos mediciones (Entrada y Salida), la Salamandra operó en forma continua, siendo alimentada con leña de pino cada 10 minutos apróx.

Las siguientes fueron las variables de operación registradas en cada medición :

- Consumo de combustible, kg/h : 2.5 a 3.0
- Presión interna del precipitador : 0
- Temperatura del precipitador , °C : 45

NOTA 1 : La presión de velocidad (delta P) fue medida con un micromanómetro de alta sensibilidad marca R.S.K., utilizándose la escala 20:1.

NOTA 2 : El pesaje de la leña se realizó en una balanza del tipo doméstica.

Pág. 3 de 4

Nota importante al revisor

AV. MARATHON 2595, COD. POSTAL 6900502 - MACUL - FONOS 56-2-3502100 - FAX 56-2-2384135 - E-mail: cesmec@cesmec.cl

ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Página 51

SEA-11965



EQUIPO CONTROL DE EMISIONES

- ♦ Tipo de sistema de control : Precipitador húmedo de partículas
- ♦ Fabricante : Vicente González
- ♦ Eficiencia en condiciones normales de operación : 100 %
- ♦ Condiciones de operación :
 - Presión de aire : ----
 - Presión de agua : ----
 - Temperatura : 45 °C
 - Caudal : ----
- ♦ Tipo de control : Manual
- ♦ Frecuencia de mantención : Mensual
- ♦ Tipo de residuo : Líquido acuoso
- ♦ Destino de residuo : Alcantarillado

8. NORMALIZACION DE REFERENCIA

A modo de referencia se señala que en el Decreto N° 4 del Ministerio de Salud del 13 de Enero de 1992, se establece que las fuentes estacionarias grupales (con caudal de gases menor que 1000 m³N/h) ubicadas dentro de la Región Metropolitana, no pueden emitir material particulado total (PTS) en concentraciones superiores a 112 mg/m³N.

OBSERVACION

CESMEC LTDA. es un laboratorio de medición de contaminantes desde fuentes estacionarias, reconocido y autorizado por el Servicio de Salud del Ambiente, según Resolución N° 011676 del 02 de Septiembre de 1994, teniendo dicha Resolución cobertura a nivel nacional.

Pedro Fouquet Corrial
Jefe Area Fuentes Fijas
División Medio Ambiente

Pág. 4 de 4

AV. MARATHON 2595. COD. POSTAL 6900502 - MACUL - FONO 56-2-3502100 - FAX 56-2-2384135 - E-mail: cesmec@cesmec.cl

ENTIDAD EJECUTORA

METALCOP INGENIERIA LTDA.

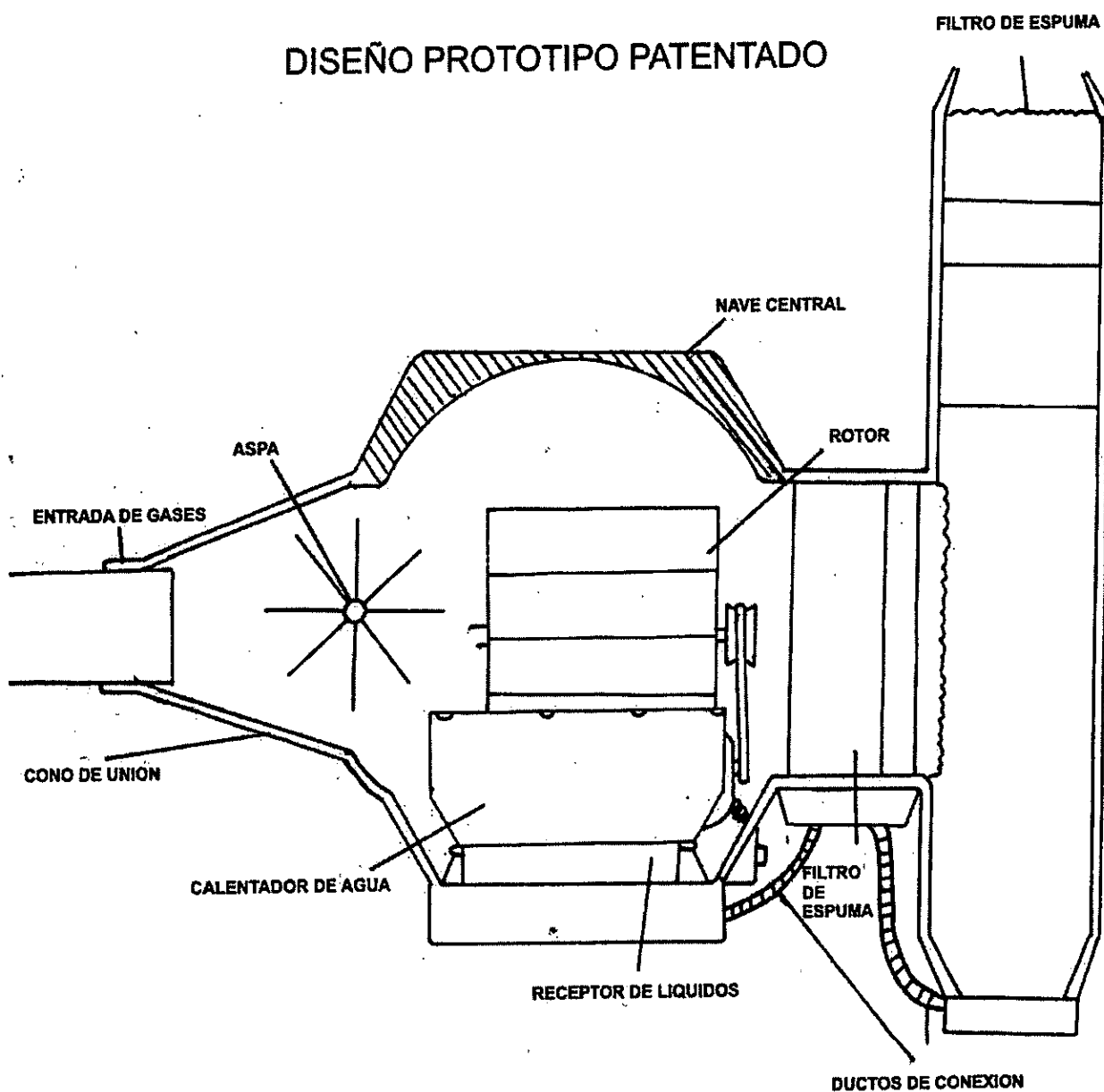
ENTIDAD BENEFICIARIA

METALCOP INGENIERIA LTDA

FECHA : 07 de Mayo de 2007

Pagina 52

DISEÑO PROTOTIPO PATENTADO



ENTIDAD EJECUTORA	ENTIDAD BENEFICIARIA	FECHA : 07 de Mayo de 2007
METALCOP INGENIERIA LTDA.	METALCOP INGENIERIA LTDA	Pagina 53