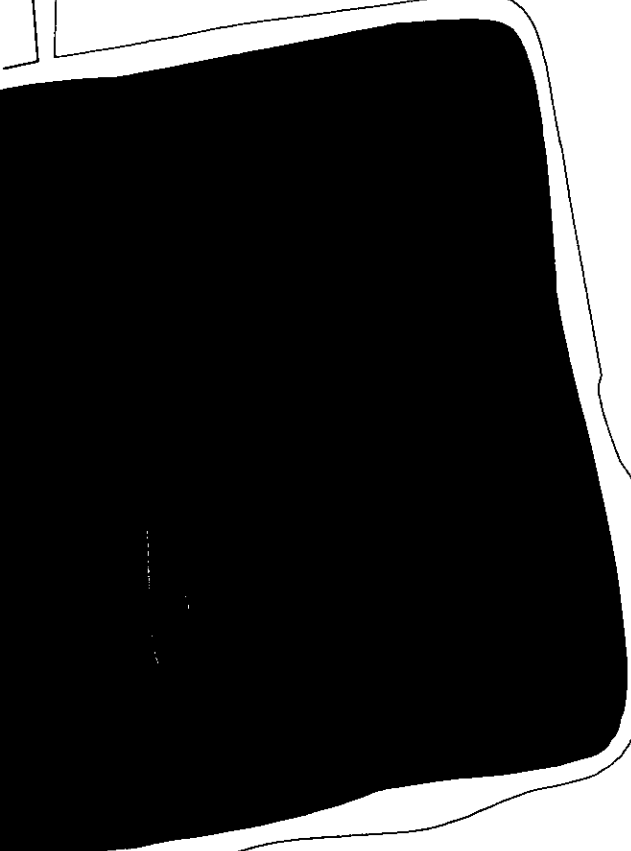


FONTEC

FONDO NACIONAL
DE DESARROLLO
TECNOLOGICO
Y PRODUCTIVO



BIBLIOTECA CORFO

**OPTIMIZACIÓN DE COMPONENTES DE
RADIADORES AUTOMOTRICES PARA
UNA NUEVA LÍNEA DE PRODUCCIÓN**

MAYO - 1994

PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

PROYECTO:

"OPTIMIZACION DE COMPONENTES DE
RADIADORES AUTOMOTRICES PARA
UNA NUEVA LINEA DE PRODUCCION "

SOLICITA:

"INPPA LTDA". (Industria Nacional de
Piezas y Partes Metalúrgicas Limitada).

EJECUTA:

"INPPA LTDA."

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de innovación tecnológica llevado a cabo por la empresa INPPA LTDA. (Industria Nacional de Partes y Piezas Metalúrgicas Ltda.) se origina a partir de la necesidad de contar con un producto de adecuada calidad y costo de fabricación, con el fin de que se pueda competir en los mercados internacionales. Mediante la realización de este proyecto se desarrollaron radiadores de bajo costo, manteniéndose la eficiencia térmica y comportamiento mecánico de éstos.

La reducción del costo de fabricación del radiador se logra por medio de la determinación de las configuraciones geométricas del riso de cobre que permiten disminuir hasta en un 15% el costo de material, manteniendo los estándares operacionales.

La determinación de las configuraciones geométricas de los radiadores que cumplen con las condiciones señaladas se realizó por medio de ensayos en un túnel de viento diseñado especialmente para el proyecto.

Las importantes reducciones de costo conseguidas permitirán implementar en forma posterior una nueva línea de producción de radiadores orientada exclusivamente a los mercados de exportación.

2. EXPOSICION DEL PROBLEMA

2.1 Problema enfrentado y justificación del proyecto.

El problema enfrentado por la empresa consiste en que el costo y calidad, en particular la eficiencia térmica, de los radiadores manufacturados actualmente en nuestro país no permite competir en los mercados internacionales.

Por otro lado, con la introducción del radiador de Aluminio, el cual si bien posee una eficiencia operativa y vida útil menor que el radiador de cobre, posee un costo notablemente inferior, lo que se traduce en una importante ventaja competitiva frente al radiador de cobre.

Dado lo anterior es que se requirió emprender el desafío de investigar e introducir las mejoras en el diseño de producto tal que se pudiera alcanzar los niveles de costo y calidad requeridas en los mercados internacionales.

Ha sido demostrado¹ que es factible obtener un radiador de peso inferior en aproximadamente un 15%, sin que por ello se disminuya la eficiencia térmica ni se produzca un aumento de la pérdida de carga (comportamiento mecánico), por el sólo hecho de contar con un mejor diseño de la configuración geométrica del rizo de cobre. Al estar los radiadores compuestos en un alto porcentaje por cobre, una disminución del peso a la mitad, se traduce en una importante disminución de los costos de materia prima.

¹Estudios realizados por la empresa OUTOKUMPU RADIATOR STRIP, Suecia 1992.

2.2 Objetivos Técnicos.

Los objetivos técnicos del proyecto de innovación tecnológica consisten en obtener un radiador de alta eficiencia térmica y buen comportamiento mecánico, logrando un bajo costo de fabricación.

Para conseguir este objetivo se analizarán distintas configuraciones geométricas del rizo de cobre del radiador. Cada configuración geométrica será diferente en cuanto a la cantidad de cobre utilizada y la forma que el rizo se dispone en el radiador.

Los dos aspectos señalados explican los fenómenos de convección y conducción en el proceso de transferencia de calor de un radiador. Por un lado la conducción de calor se ve favorecida por la cantidad de cobre utilizada en el radiador, por otro lado, la convección depende del diseño aerodinámico del rizo, disposición de tubos, etc..

Al contar con un túnel de viento será posible optimizar, tanto los fenómenos convectivos como conductivos de la transferencia de calor de los radiadores por medio de estudios comparativos que se traducirán en un diseño de producto acorde con los objetivos planteados.



2.3 Tipo de Innovación desarrollada.

La empresa, con la ejecución del proyecto de innovación busca desarrollar una nueva línea de producción de radiadores, orientada exclusivamente a los mercados externos.

Mediante innovaciones en el diseño de producto, específicamente optimización de la configuración geométrica del rizo de cobre del radiador se obtendrán importantes disminuciones en los costos de materiales y mejoras significativas en la calidad del producto.

Por medio de análisis comparativo entre distintas configuraciones que han sido ensayadas bajo diferentes condiciones de operación (simulando funcionamiento en un automóvil) es posible determinar un óptimo global para las variables área de transferencia y coeficiente global de transferencia de calor.

3. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

Para llevar a cabo el proyecto de innovación tecnológica se realizaron las siguientes etapas:

- Estudio teórico del problema: se realizó un estudio que permitió determinar la configuración geométrica y el número de muestras que deberán ser manufacturadas posteriormente.
- Preparación de las muestras: en base a los diseños generados en la etapa anterior, se deberá manufacturar cada una de las diferentes muestras que en la etapa siguiente serán testeadas, con el fin de cuantificar su eficiencia.
- Ensayos en el Túnel de Viento: cada una de las muestras fabricadas deberá ser ensayada bajo diferentes condiciones de operación. Para tal efecto, se deberá disponer de un túnel de viento, el cual permite generar una amplia gama de condiciones de operación, así como ir registrando el comportamiento de la muestra.
- Evaluación de los resultados: los resultados obtenidos tras ensayar la totalidad de las muestras en el túnel de viento, deberán ser procesados y evaluados, con el fin de que se seleccione aquella alternativa que haya mostrado un mejor comportamiento térmico, mecánico y que además tenga un costo tal, que haga factible y rentable competir en los mercados internacionales.
- Implementación del proceso productivo: una vez que la configuración geométrica óptima para el rizo de cobre del radiador ha sido determinada, se implementará una línea de producción altamente automatizada que permita la manufactura del producto en los volúmenes requeridos.
- La investigación tecnológica aplicada en los ensayos, depende de diversos factores, que abarcan desde el diseño o confección del panel de un radiador que involucra material, tipo de rizo o lámina, dimensiones del tubo, etc., hasta los requerimientos para un ensayo de rendimiento de un radiador, ya que se deben adecuar condiciones de funcionamiento de un vehículo, para lo cual se cuenta con el "Banco de ensayo de Radiadores", el cual consta de variados instrumentos y equipos para lograr dicho ambiente de trabajo.

PLAN DE TRABAJO

Etapa 1: 30 días.

- Diseño del tunel de viento.
- Estudio teórico.
- Generación de los diseños para las configuraciones geométricas de los risos de cobre.

Etapa 2: 60 días.

- Adquisición de materiales para la fabricación de las muestras.
- Manufactura de las muestras.
- Inicio de contactos con posibles clientes en el extranjero.
- Montaje del tunel de viento.

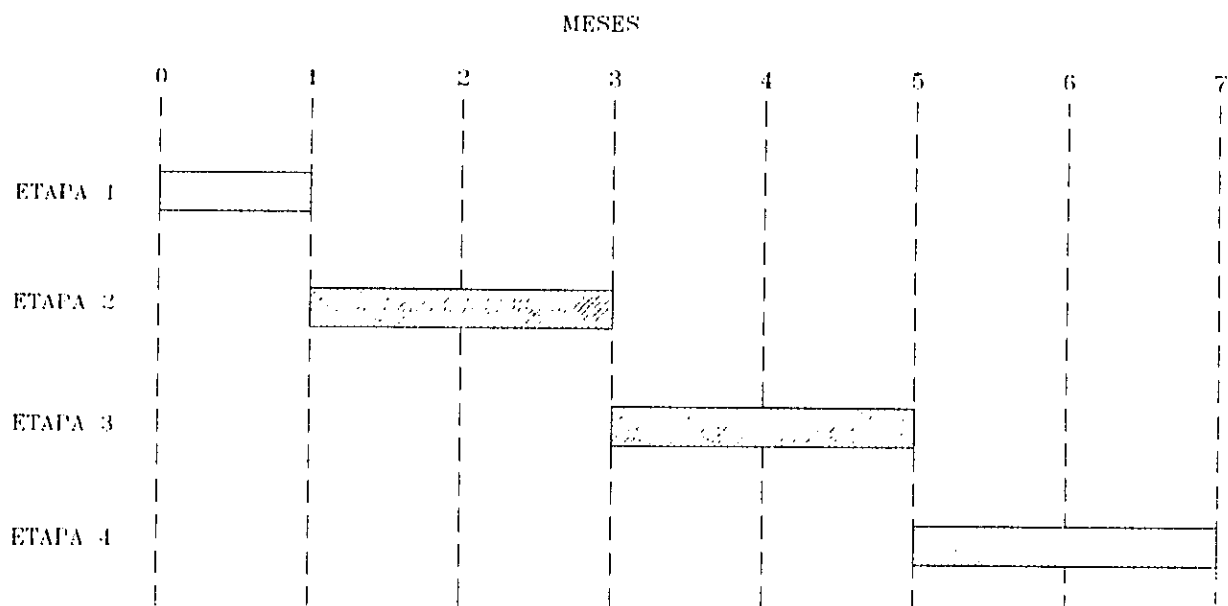
Etapa 3: 60 días.

- Testeo de muestras manufacturadas en el tunel de viento bajo diferentes condiciones de trabajo

Etapa 4: 60 días.

- Procesamiento de los resultados obtenidos en el testeo de las muestras.
- Evaluación técnica y económica de cada configuración testeada.
- Estudio comparativo de los resultados obtenidos para cada una de las configuraciones geométricas del rizo de cobre del radiador.
- Selección de las alternativas óptimas.

CARTA GANTT
OPTIMIZACION DE COMPONENTES DE RADIADORES



Fuentes de Información consultadas:

- 1.- "METODO DE CALCULO"
Shell Flow Meter Engineering Handbook
- 2.- "NORMA DE REFERENCIA"
Iso N° 541
- 3.- "C.R.A"
Casa de radiadores Argentina
- 4.- "FORD ENGINEERING SPECIFICATIONS"
- 5.- "PEUGEOT AUTOMOVILES"

4.- RESULTADOS

A continuación se muestra un "LAY-OUT" general del sistema (ver figura adjunta), en donde aparecen datos entregados por los instrumentos y equipos que constituyen el Túnel de Viento.

Se puede observar temperaturas de entrada y salida de aire, temperatura del estanque de agua caliente, temperatura de entrada y salida de agua del radiador, caudal de aire, etc..

Posteriormente se muestran los resultados obtenidos de algunos de los ensayos realizados con el fin de demostrar el cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

PRIMER ENSAYO COMPARATIVO

PEUGEOT 205

MUESTRA N°1
(peso 4,25 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,4	9,9	11,6	13,7
Potencia (j/s)	20743	30402	32177	37334

PEUGEOT 205

MUESTRA N°2
(peso 5,02 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,1	9,9	11,6	13,6
Potencia (j/s)	17343	24214	26832	29931

RESULTADO

Como resultado del ensayo comparativo se obtuvo una mayor potencia de disipación con el primer radiador, teniendo en cuenta un mayor rendimiento térmico, como también un menor peso, por ende una menor cantidad de material para la confección del panel en el cual está involucrado un mejor diseño de riso. Se pudo lograr un 24 % de mayor rendimiento térmico y un 18 % menos de peso.-

SEGUNDO ENSAYO COMPARATIVO

CHEVROLET LUV 2300

MUESTRA N°1
(peso 5,48 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,4	9,9	11,6	13,7
Potencia (j/s)	16853	23782	25242	28210

CHEVROLET LUV 2300

MUESTRA N°6
(peso 4,85 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,4	9,9	11,6	13,7
Potencia (j/s)	18932	24590	26175	27783

RESULTADO

Como se puede apreciar, según ambos gráficos, nos dan resultados de potencia de disipación muy similares, pero, con un radiador de menor peso, en que influye su diseño en el riso. Se puede obtener un similar rendimiento con un ahorro de 12,9 % de material con la muestra de radiador N°6.

TERCER ENSAYO COMPARATIVO

PEUGEOT 405

MUESTRA Nº1
(peso 4,68 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,4	9,9	11,6	13,7
Potencia (j/s)	18714	23037	26668	29077

PEUGEOT 405

MUESTRA Nº2
(peso 4,46 Kg.)

	V1	V2	V3	V4
Velocidad (m/s)	6,4	9,9	11,6	13,7
Potencia (j/s)	21102	26423	30015	32685

RESULTADOS

Se aprecia un mayor rendimiento térmico de la segunda muestra ensayado de un 12,4 % más y un 4,9 % de ahorro en material de panel.-

MUESTRA N° 1

1a. PRUEBA

007 08 04-08-94 11:14:47 A

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	AguaIn	AguaOut	D agua	C. Agua	Q (j/s/cm2)	Area cm2Q	cm2
90.5	90.5	85.1	5.2	74.5	20743	1647	13

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel. A.	Cau. Air	AireIn	AireOut	D Aire	ATD
6.4	6612.4	21.5	79.2	57.5	66.4

INPPA LTDA.



007 04-08-94 11:22:50

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	AguaIn	AguaOut	D agua	C. Agua	Q (j/s/cm2)	Area	cm2Q	cm2
90.2	90.5	83.7	6.7	74.6	30402	1647	18	

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel.A.	Cau. Air	AireIn	AireOut	D Aire	ATD
9.9	9939.5	23.0	75.6	52.5	63.9

INPPA LTDA.

007 10 04-88-94 11:29:37 A

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	Agua In	Agua Out	D agua	C. Agua	Q (j/s/cm2)	Area cm2Q	cm2
89.9	90.2	82.7	7.0	74.5	32177	1647	20

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel. A.	Cau. Air	Aire In	Aire Out	D Aire	AID
11.6	11910.7	23.8	73.5	49.1	62.5

INPPA LTDA.



007 04-08-94 09:14:54 A

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TERCERO DE LOS RADIADORES

Estan	Agua In	Agua Out	D agua	C. Agua	Q (J/s/cm2)	Area cm2	Q cm2
89.4	89.2	81.8	7.6	74.6	37334	1647	18

ENSAYO DE RENDIMIENTO TERCERO DE LOS RADIADORES

Vel.A.	Cau. Air	Aire In	Aire Out	D Aire	AID
13.7	13881.8	14.2	61.2	46.8	71.2

IMPPA LTDA.

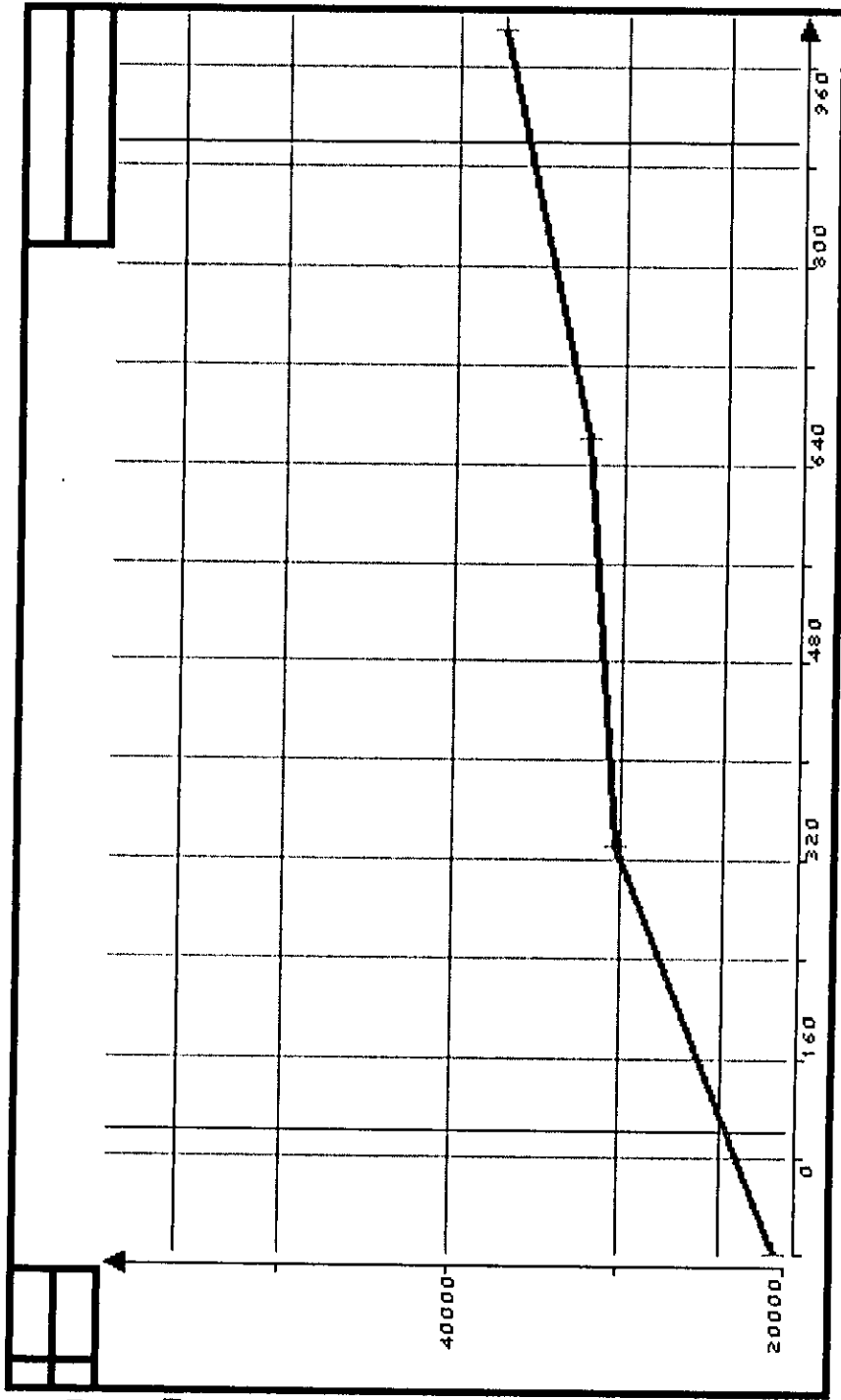


ENSAJO PEUGEOT 205

MUESTRA N°1

GRAFICO DE RENDIMIENTO
Desde 1a. a 4a. Prueba

004 - 0 - 04-08-94 11:58:16



Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

20743

30402

32177

37334

IMPPA LTDA.



0027 -0- 03-08-94 17:30:45

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	AguaIn	AguaOut	D agua	C. Agua	Q ² (j/s/cm2)	Area cm2Q	cm2
90.0	89.9	85.6	4.3	74.2	17343	1647	11

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel.A.	Cau. Air	AireIn	AireOut	D Aire	ATD
6.1	6197.7	21.5	73.5	52.3	66.2

INPPA LTDA.



007 03-08-94 17:35:54

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	Agua In	Agua Out	D agua	C. Agua	Q (J/s/cm ²)	Area cm ² Q	cm ²
89.9	90.2	84.3	5.9	73.9	24214	1647	15

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel. A.	Cau. Air	Aire In	Aire Out	D Aire	ATD
9.9	10056.0	21.5	68.9	47.4	65.7

INPPA LTDA.

BIBLIOTECA CORFO



007 03-08-94 17:41:10

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	Agua In	Agua Out	D agua	C. Agua	Q (j/s/cm2)	Area	cm2Q	cm2
90.0	83.5	6.3	74.9	26832	1647	16		

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Vel.A.	Cau. Air	Aire In	Aire Out	D Aire	ATD
11.6	11868.7	21.5	66.6	45.0	65.3

INPPA LTDA.

007 0 03-08-94 17:47:10

Ensayo de Rendimiento Térmico Radiadores

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RADIADORES

Estan	Agua In	Agua Out	D agua	C. Agua	Q (j/s/cm2)	Area cm2	Q cm2
89.9	89.9	83.1	6.7	75.0	29931	1647	18

ENSAYO DE RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS CONDENSADORES

Vel.A.	Cau. Air	Aire In	Aire Out	D Aire	ATD
13.6	13681.4	22.0	63.9	41.7	64.4

INPPA LTDA.



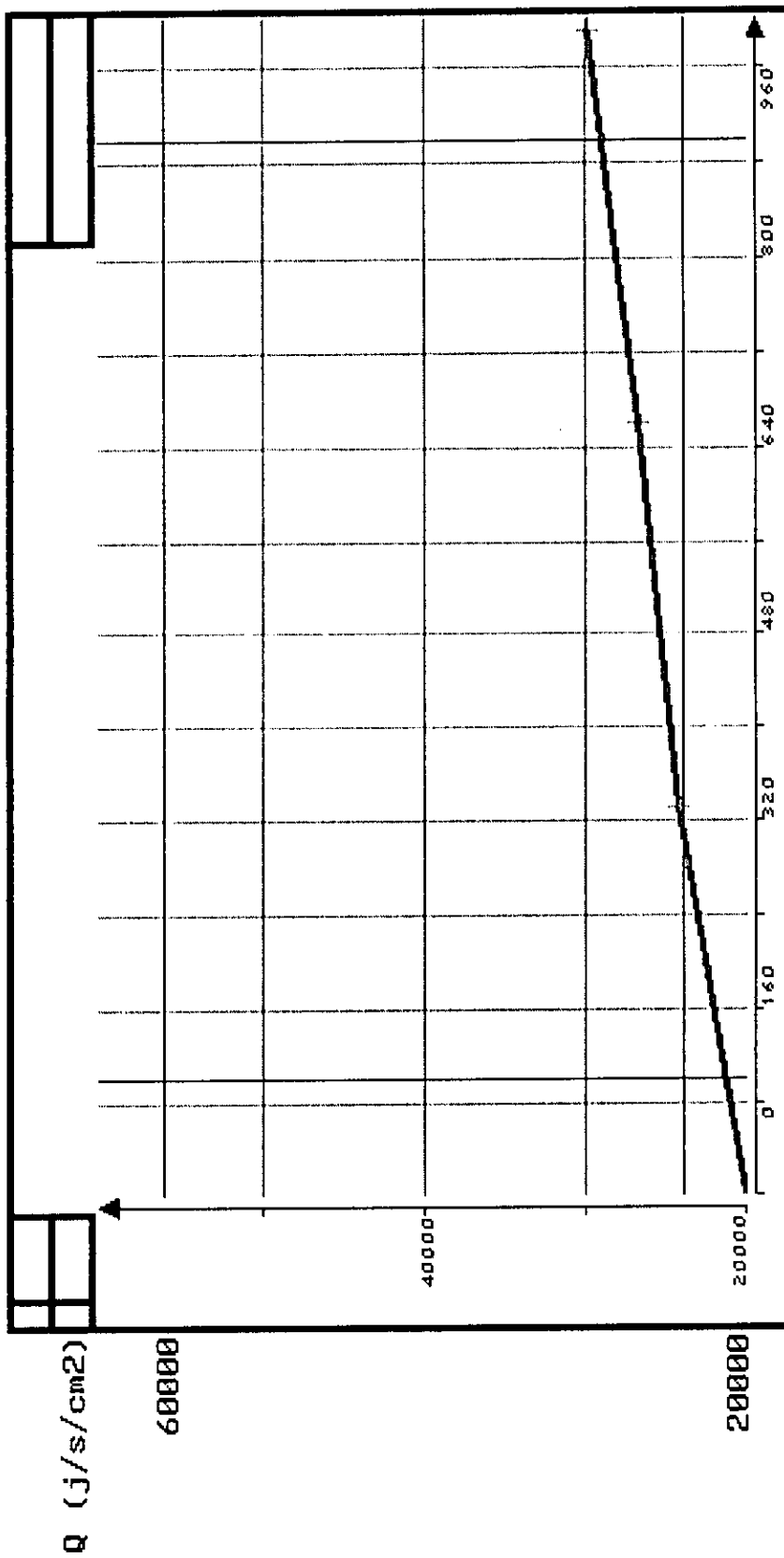
ENSAYO PEUGEOT 205

MUESTRA N° 2

GRAFICO DE RENDIMIENTO

Desde 1a. a 4a. Prueba

004 03 04-08-94 17:34:32



Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

17343

24214

26832

29931

INPPA LTDA.



ENSAJO CHEVROLET LUY 2300 (PESO 5,48 Kg)

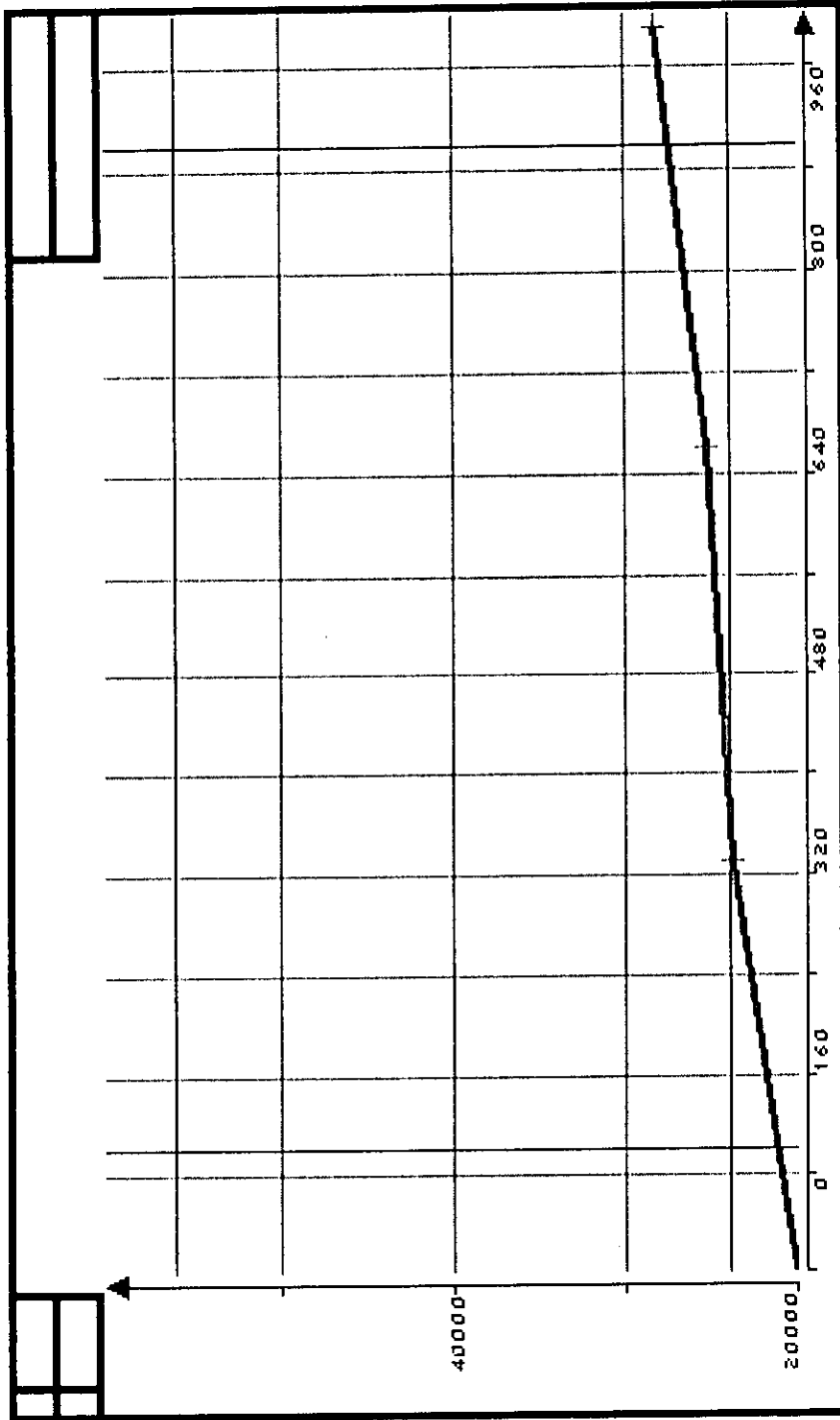
MUESTRA N° 1

GRAFICO DE RENDIMIENTO

Desde 1a. a 4a. Prueba

004 03-08-94 16:12:34

A



Q (j/s/cm²)

60000

20000

Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

16853

23782

25242

28210

INPPA LTDA.

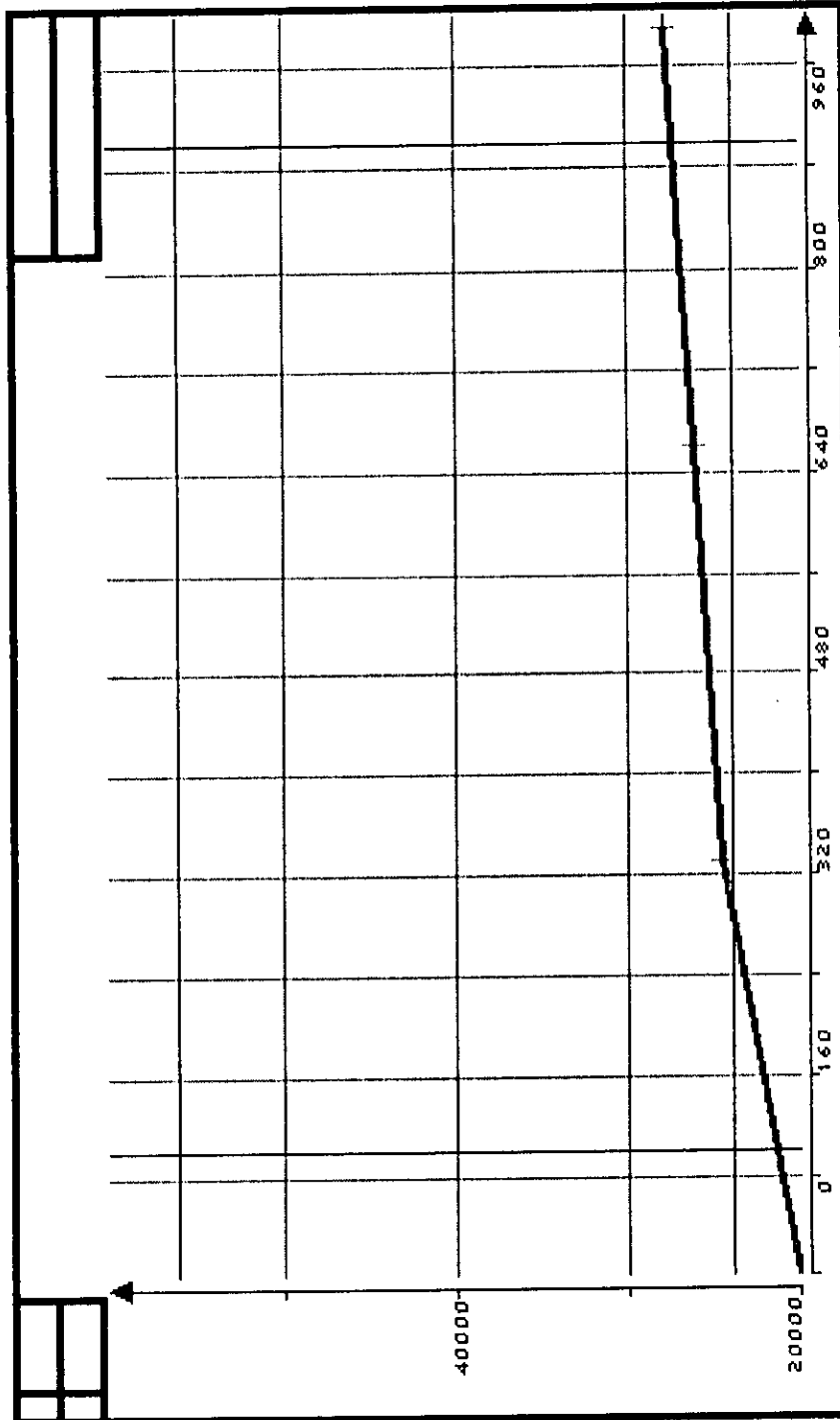


MUESTRA N°6

GRAFICO DE RENDIMIENTO

Desde 1a. a 4a. Prueba

004 03-08-94 15:20:33



Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

18932

24590

26175

27783

INPPA LTDA.



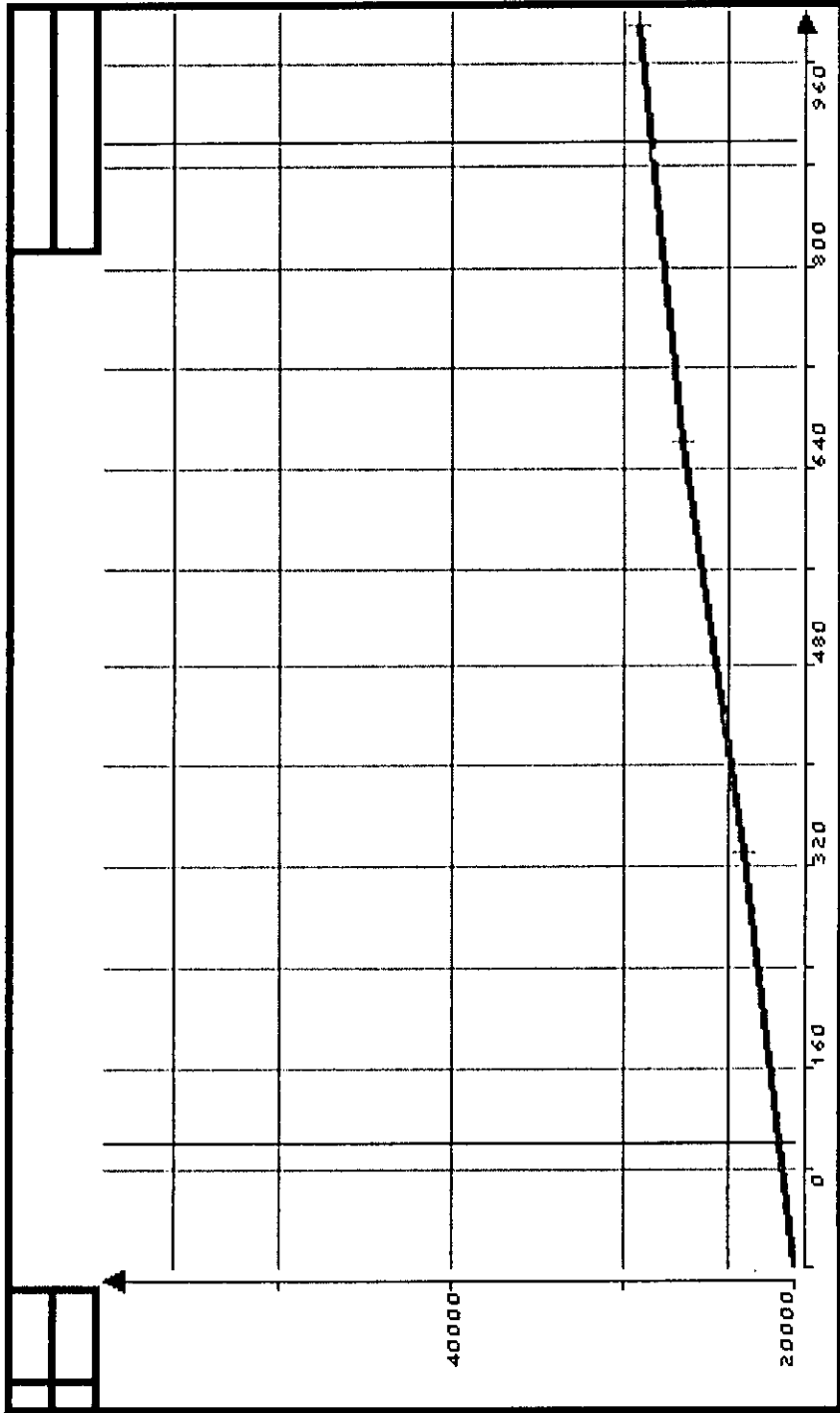
ENSAYO PEUGEOT 405 (PESO 4,68 Kg.)

MUESTRA N° 1

GRAFICO DE RENDIMIENTO

Desde 1a. a 2a. Prueba

004 0 03-08-94 13:43:09 A



Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

29077

26668

23037

18714

INPPA LTDA.

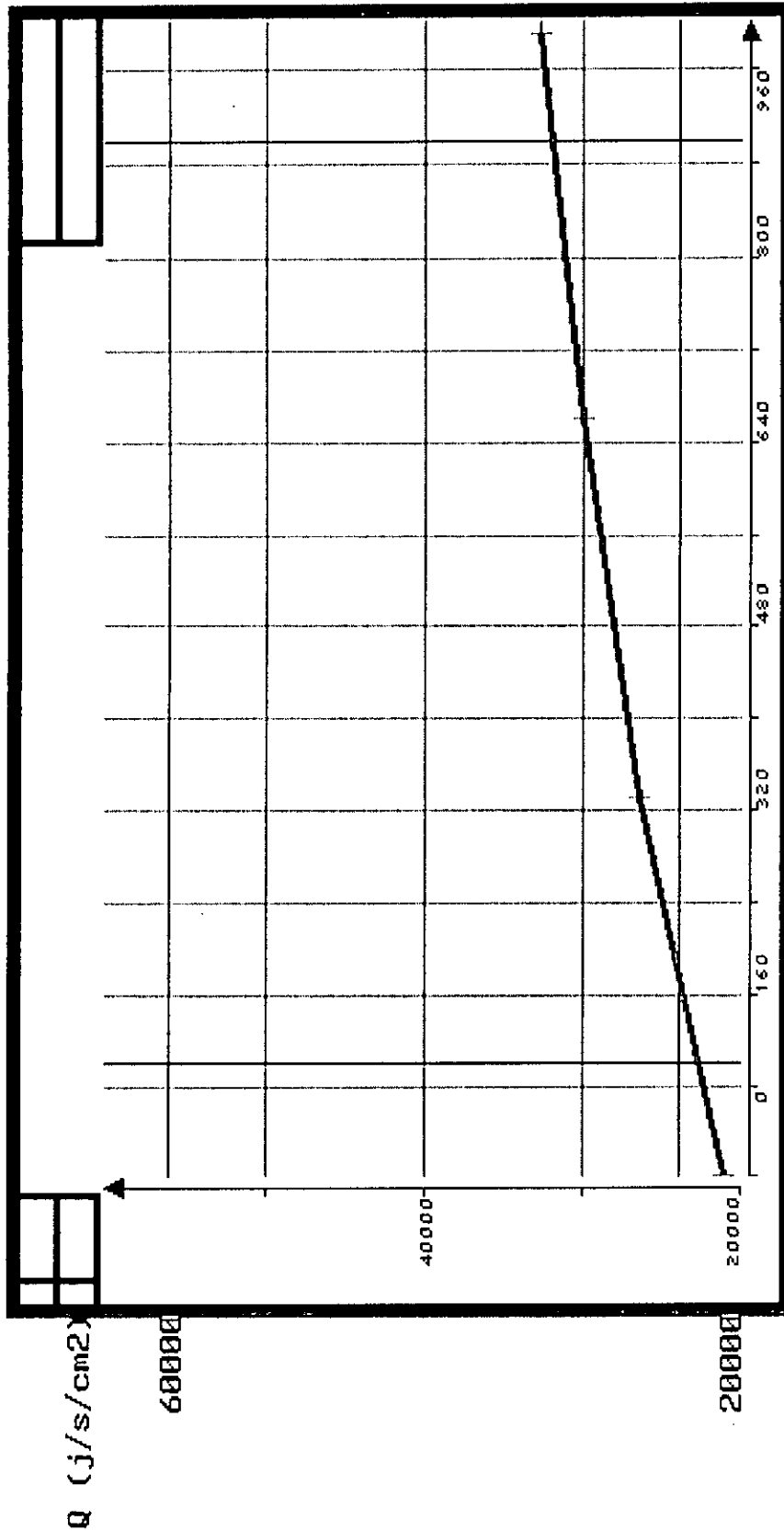


ENSAYO PEUGEOT 405 (PESO 4,46 Kg.)

MUESTRA N° 2

GRAFICO DE RENDIMIENTO
Desde 1a. a 4a. Prueba

004 0 03-08-94 09:34:44



Velocidad del Aire

Coordenadas de Q respecto de Vel.

21102 26423 30015 32685

INPPA LTDA.



5. IMPACTOS DEL PROYECTO.

Producto de la ejecución del proyecto de innovación tecnológica realizado se concluye, de acuerdo a los resultados de los ensayos realizados lo siguiente:

Es posible reducir la utilización de cobre utilizado en la fabricación de radiadores en aproximadamente un 15%, pudiendo mantener las características operacionales del radiador.

Lo anterior se traduce en importantes ahorros de costo de materiales debido a la alta utilización de este insumo que es requerida en la fabricación de un radiador.

Como resultado de esta disminución de costos se vuelve factible fabricar un radiador que permita competir en mercados externos con un adecuado nivel de rentabilidad.

De este modo es factible para la empresa ejecutora del proyecto el poder incrementar en forma importante sus ingresos por venta por medio de incursiones en mercados de mayor volumen.

Para asegurar un adecuado volumen de producción, producto de las exigencias existentes en los mercados internacionales, se implementará una nueva línea de radiadores capaz de satisfacer en forma adecuada la demanda por el producto.

Como consecuencia se podrá ofrecer al usuario nacional un producto de mayor calidad y de menor precio, pues la disminución de los costos de materiales podrán ser traspasados al consumidor final. Con la ejecución del proyecto se ha adquirido un know-how que permitirá seguir realizando mejoras de producto futuras con los consiguientes beneficios tanto para la empresa como para los consumidores.

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible competir con el radiador de aluminio, y considerando que nuestro país es el principal productor de cobre del mundo este esfuerzo en buscar aplicaciones para productos de alto valor agregado significará un mayor nivel de retorno de divisas, así como ser fuente de trabajo para la fuerza laboral chilena.

Dados los aspectos anteriormente señalados se espera conseguir mejorar la posición competitiva de la empresa, así como el lograr acceder a mercados internacionales con productos de alto valor agregado.

003

-0-

09-08-94 09:43:53

0.00

TEMPERATURA

Caudal de Aire

202.7

VENTILADOR

Presión Diferencial

2.30F PSI-D

Presión Cámara

72.6

11.4

68.8

22.2

Caudal de Agua

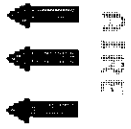
74.2 LPM

30.15 H

Temp. Estanque

75.6 C

Print



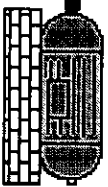
AIR

17999.7 LTR

Caudal de Aire

202.7

VENTILADOR



Presión Diferencial

2.30F PSI-D

Presión Cámara

72.6

11.4

22.2

68.8

Caudal de Agua

74.2 LPM

74.2 LPM

74.2 LPM

74.2 LPM

74.2 LPM

BOMBA

74.2 LPM

Temp. Estanque

75.6 C

74.2 LPM

BIBLIOTECA COLFO