

4196

chil

671.2
F 432
2001

INFORME FINAL

PROYECTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

1. ANTECEDENTES GENERALES

CODIGO PROYECTO : N° 200-2245

TÍTULO PROYECTO : INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE
MANGUITOS EXOTÉRMICOS DE
BAJA DENSIDAD

EMPRESA SOLICITANTE : FEXPA INGENIERÍA S.A.

R.U.T. : 96.762.460-8

ENTIDAD EJECUTORA : FEXPA INGENIERÍA S.A.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO : FEXPA INGENIERÍA S.A.

REPRESENTANTE LEGAL

NOMBRE : HECTOR VASQUEZ NAVARRETE
PROFESIÓN : INGENIERO COMERCIAL
ESTADO CIVIL : SOLTERO
NACIONALIDAD : CHILENA
DIRECCIÓN : URUGUAY 8737
CIUDAD : SANTIAGO
TELÉFONO : 5115772
FAX : 5265334

671.2
F 432
2001

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

A) RESUMEN EJECUTIVO

Antecedentes de la empresa

Fexpa inicia sus actividades el año 1995 con el objetivo de aprovechar la experiencia y capacidad de los socios profesionales que la conforman en la investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de productos para la industria nacional (minería, fundición y fibrocementos), como también, en la prestación de asesorías y servicios a las empresas.

La asesoría y prestación de servicios que Fexpa ofrece a las empresas se efectúa a través de la gestión personal de sus socios profesionales, un staff de profesionales full-time y un staff de profesionales part-time.

Principales actividades

Fexpa comercializa productos de fabricación propia y productos fabricados por terceros. Entre los productos de fabricación propia se cuentan:

Producto	Aplicación
Exotérmicos en polvo	Fundiciones ferrosas, de Acero, no ferrosas
Fundentes	Fundiciones no ferrosas
Manguitos exotérmicos	Fundiciones ferrosas, de Acero, no ferrosas
Desmoldantes base Silicona	Fundiciones no ferrosas
Refractarios especiales para sangría	Fundiciones de Cobre
Desmoldante de anodos	Fundiciones de Cobre
Plásticos refractarios	Fundiciones ferrosas, de Acero, no ferrosas

El volúmen de producción propia es del orden de 30 ton por mes. Los productos de comercialización fabricados por terceros son :

Producto	Aplicación
Resinas fenolicas, alquídicadas, vinílicas, acrílicas, arenas shell, etc.	Utilizadas en fundiciones, fabricas de pinturas, moldeo de plasticos,etc
Cal viva y apagada	Industrias químicas, Industrias del vino,minería del Cobre, agricultura, otras
Bentonitas naturales y modificadas	Industria de fibrocementos, industria del vino, alimentación animal, tratamiento de residuos, fundiciones, otras
Refractarios	Minería del Cobre, fundiciones en general
Abrasivos	Industria en general.

Síntesis del proyecto de innovación

El proyecto de innovación consistió en el desarrollo de manguitos exotérmicos de baja densidad, los cuales utilizados como alimentadores en la fusión de piezas, deben aumentar el rendimiento metálico que se expresa en disminución de costos de fabricación para el fundidor.

Se investigó y se desarrolló las principales variables del proceso de fabricación de manguitos exotérmicos- aislantes de baja densidad.

El objetivo de este desarrollo es generar productos como los descritos, que constituyan una alternativa de menor costo para las acerías y fundiciones, permitiendo a nivel industrial una reducción de costos y además, para Fexpa Ingeniería constituye un interesante desarrollo tecnológico que permitirá aumentar la participación de ventas en el mercado nacional y posibilitar la exportación.

Como resultado del proyecto se contribuirá, en primer lugar, a nueva generación de tecnología nacional y, en segundo lugar, a la reducción de costos de procesamiento en las fundiciones de acero al intervenir en el mercado con un producto de menor costo de adquisición por parte de las fundiciones.

B) EXPOSICION DEL PROBLEMA

Como se mencionó en el resumen ejecutivo, Fexpa Ingeniería comercializa productos fabricados por terceros y productos de fabricación propia. De los productos de fabricación propia, la comercialización de manguitos constituye y ha constituido un pilar fundamental, por su aporte al volumen de ventas y, además, por el posicionamiento tecnológico que nos proporciona frente a los fundiciones de acero, lo cual nos permite comercializar otros productos para este sector industrial, tales como resinas, fundentes, desmoldantes, etc.

La competencia la constituye fundamentalmente la transnacional Foseco, compañía que opera para América Latina a través de su filial de Brasil. Esta compañía desarrolló en los últimos años productos de baja densidad, que tienen buenos rendimientos metálicos y precios de ventas que les permiten ser competitivos en nuestro país.

Los beneficios de los productos de baja densidad, aparte de los económicos, se traducen en comodidades para el fundidor, dado por las facilidades de manipulación, además de tener buenos rendimientos metalúrgicos.

Por ejemplo, un manguito de diámetro de 240 mm. en formulación Fexpa tradicional **EXOLAT- H** (antes del proyecto), tiene un peso de 12 kg. Un manguito de igual dimensión de Foseco, en formulación **KALMINEX 2000**, tiene un peso de 4 kg. aproximadamente.

Si asumimos costos directos de fórmula por kilogramo similares para ambas formulaciones, supuesto que en la práctica es real, queda de manifiesto la ventaja de la fórmula de bajo peso específico. Los rendimientos metalúrgicos de ambos manguitos son equivalentes.

De acuerdo a la evidencia anterior, el proyecto de innovación que se presentó, consistió en investigar y desarrollar manguitos exotérmicos de baja densidad.

La estructura del mercado para la comercialización de manguitos, considera tanto la participación de empresas nacionales como extranjeras, siendo una característica de estas últimas, la producción en serie y con tecnología más avanzada, lo que hace actualmente a sus productos más competitivos que los nacionales a pesar de los costos de transporte involucrados.

Por lo tanto es una necesidad de la industria nacional ser más eficientes que sus competidores extranjeros y, para ello, se requiere disminuir sus costos de procesamiento manteniendo una calidad uniformemente elevada, a la altura de la calidad total con precios competitivos.

De todo lo anterior, surgió la necesidad, conveniencia y oportunidad técnico económica de implementar el proyecto de innovación tecnológica consistente en investigar y desarrollar manguitos exotérmicos de baja densidad, tendiente a la reducción de costos de procesamiento en la industria de la fundición y lograr aumentos de productividad, permitiendo con ello una competencia más equilibrada con las partes y piezas provenientes de la importación.

El desarrollo de nuevas tecnologías en este campo, permite la reducción de la dependencia tecnológica con naciones de mayor desarrollo en ésta área y un incremento de la participación de la industria nacional, a través de Fexpa Ingeniería, en el mercado de insumos para fundiciones.

Las situaciones señaladas, avalaron técnica y económicamente la implementación del proyecto de innovación tecnológica y movilizaron a Fexpa Ingeniería S.A. a solicitar el apoyo de FONTEC-CORFO para la materialización del mismo.

Objetivos técnicos

La investigación tiene como objetivo desarrollar manguitos exotérmicos y aislantes de baja densidad, usados como elementos que aumentan los rendimientos metálicos en la fusión de piezas de acero.

Los atributos buscados para estos productos son :

- Densidad aparente no superior a 0.6 g/cm^3
- Similar eficiencia metalúrgica al producto de origen externo
- Disminución del costo de producción
- Obtener un producto de adecuada resistencia mecánica para su manipulación.

Para la industria de las fundiciones de acero el desarrollo del proyecto en fase productiva deriva en mayor disponibilidad de productos a menor costo.

C) METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

La metodología seleccionada para lograr los objetivos del proyecto, investigación y desarrollo de manguitos exotérmicos de baja densidad, consideró las siguientes etapas:

Estudios técnicos de productos de origen externo. En esta etapa del proyecto se caracterizó el producto importado, se determinó poder calorífico, contenido de aluminio, porcentaje de fibras, porcentaje de solubles orgánicos y cenizas, conductividad térmica y densidad aparente.

Construcción de equipos y utilajes para la investigación. En esta etapa del proyecto y teniendo en cuenta que los materiales exotérmicos de baja densidad importados que se encuentran en el mercado presentan las siguientes características:

- (i) Densidad aparente del orden de 0.35 g/cm^3
- (ii) Resistencia mecánica óptima proporcionada por fibras de amarre.

Se desarrollaron procedimientos especiales de manufactura que incluía la incorporación de fibras de amarre y modelaje adecuado para los nuevos materiales ensayados.

Desarrollo de formulaciones. Se desarrollarán fórmulas empíricas que homologaron al producto de origen externo.

En esta etapa del proyecto se conjugó la base teórica expuesta sintéticamente en la fundamentación, con premisas basadas en la experiencia de los profesionales que participaron en el desarrollo del mismo.

Fabricación de prototipos y pruebas de prototipos. Se fabricaron prototipos para su evaluación a nivel de laboratorio e industrial , con el objeto de verificar su rendimiento comparados con el producto importado.

De acuerdo a la programación de actividades señaladas en el documento términos de referencia se realizó lo siguiente:

I) Estudios técnicos de productos importados. En donde se concretaron las siguientes ensayos :

(1) Conductividad Térmica

(2) Densidad aparente

(3) Poder Calorífico

(4) Porcentaje de orgánicos

(5) Porcentaje de fibra

(6) Determinación de Oxidantes

II) Formulación teórica básica

En función de los resultados obtenidos en el estudio del producto importado, se simularon formulaciones con parámetros de densidad, contenido de aluminio y peso volumétrico.

III) Fabricación de prototipos

Después de múltiples ensayos se seleccionaron 16 formulaciones base y 2 prototipos por cada formulación. Así mismo, sólo se estudiaron procedimientos de mezclas secas, pues los procedimientos encontrados de fabricación por pastas húmedas consideran el uso de sofisticados equipos, de alto costo, no considerados en el proyecto, tales como, bombas de vacío, utilajes, mezcladores de alta revoluciones, etc.

IV) Evaluación de prototipos

Se realizaron 40 ensayos con pruebas de cubo patrón por duplicado y se moldearon 120 piezas comerciales de alta exigencia volumétrica.

Descripción de actividades desarrolladas

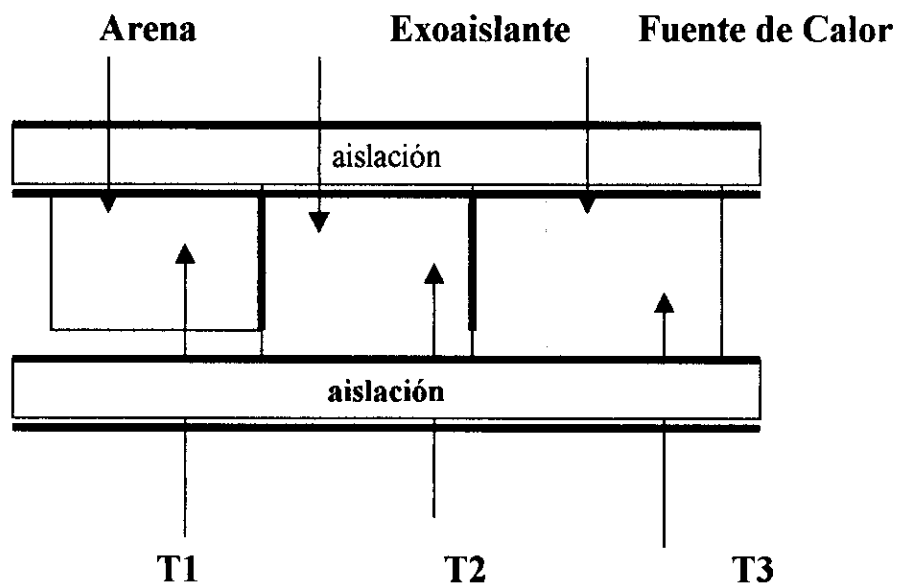
Las actividades que se desarrollaron en la ejecución del proyecto se detallan a continuación .

Estudios técnicos de productos importados

1. Conductividad térmica.

Se procedió a ensamblar circuito térmico que considera : fuente de calor, material exoaislante y arena aglomerada con resina fenólica alcalina. El material exoaislante consistió en polvo obtenido a partir de manguitos, tomando la precaución de incorporarlo sin compactar. El área de contacto se fijó en 100 mm x 100 mm y se fijó el espesor en 25 mm por material. Todo el conjunto anterior se aisló térmicamente con fibra cerámica, dejando libre el área del metal para proceder a calentamiento.

El siguiente diagrama ilustra lo anterior.



La determinación de temperaturas se realizó con termocuplas tipo K y registrador multicanal. Los espesores de las capas fueron de 25 mm y el área entre caras fue de 100 mm x 100 mm.

Todas las caras, a excepción de la placa metálica en su cara opuesta al exoaislante y la arena en su cara opuesta al exoaislante, se aislaron con fibra cerámica con un espesor de 3 plg.

Fuente de calor. Placa de acero de 1 plg de espesor de 100mm x 100mm de área, calentado por llama de soplete de gas en condiciones constantes de presión y volumen.

La cantidad de calor suministrada se evaluó de acuerdo al gradiente de temperatura del metal, peso de metal y capacidad calorífica. Los valores obtenidos de perfiles de temperatura v/s tiempo se muestran en tabla de resultados y conclusiones.

2. Densidad aparente.

Se procedió a pesar con balanza analítica, testigos de manguitos Foseco y Ashland, se determinó su volumen mediante cubicación por pie-metro. Fueron determinados distintos diámetros de manguitos de acuerdo a lo propuesto.

3. Poder Calorífico.

Se inspeccionaron 3 tamaños de manguitos Foseco, diámetro 120, diámetro 180 y diámetro 200. Por inspección cualitativa y conteo de partículas de aluminio patrón de 80 mallas con microscopio metalográfico de 75x , se concluyó que la fórmula para los tres tamaños es la misma . Por lo tanto se preparó una muestra con los tres tamaños mencionados y se envió a Intec para determinación de poder calorífico superior. Se procedió a preparar muestra de material Ashland de tamaño intermedio; ambas muestras se prepararon por molienda con pilón de alúmina bajo 20 mallas .

4. Porcentaje de orgánicos.

De acuerdo a los términos de referencia se determinaron el porcentaje de orgánicos de la muestra de manguitos de Foseco y la muestra de manguito de Ashland. La metodología analítica fue desarrollada por Fexpa e implementada en los laboratorios de S.C.A.T Ltda.

La determinación incluyó la siguiente marcha:

- Solubilización con agua de nitratos de Bario y Potasio
- Disecación a 60°C, a peso constante
- Extracción Soxlet para orgánicos solubles en solventes

- Calcinación controlada a 350 °C- 400 °C

La pérdida de peso acumulada de las determinaciones Soxlet y calcinación a 350°C constituyen los orgánicos presentes.

Por inspección bajo lupa 75x, no se aprecian en las muestras materias carbonosas, celulósicas ni otros orgánicos, por lo tanto el contenido de orgánicos, representa los aglomerantes del sistema.

5. Porcentaje de fibras.

La determinación de fibras se realizó mediante disgregación en agua y posterior separación de las fibras de los sólidos granulares, secado de las mismas y pesaje analítico.

Por inspección de las muestras se concluyó que la muestra Ashland no presenta fibras, constituyendo un material granular aglomerado con resinas.

El material de referencia de Foseco, presenta gran cantidad de fibra constituyente, esta fibra es del tipo cerámica en flocos, por su gran resistencia a la temperatura, lo cual se comprueba por calcinación a 1000°C , sin pérdida de peso del material.

6. Determinación de oxidantes

Se procedió a solubilizar con agua caliente los nitratos presentes en las formulaciones Foseco y Ashland . Posteriormente se valoraron por titulación redox, comprobándose reproducibilidad de valores obtenidos.

7. Contenido de Aluminio

Mediante técnicas volumétricas basadas en formación de complejos, se determinaron los porcentajes de Aluminio metálico de los manguitos Foseco y Ashland. La metodología considera Aluminio metálico en presencia de alúmina.

8. Otros ensayos realizados

Debido a la detección por inspección visual mediante el empleo de microscopio mineralógico de 200x, se pudo comprobar que el material Ashland estaba constituido en gran parte por un mineral de bajo peso específico, el cual identificamos por su morfología y estructura cristalina como Perlita expandida, material de muy baja densidad aparente y alta resistencia a la temperatura por su contenido de Alúmina. La confirmación del uso de perlita expandida en los manguitos Ashland, se comprobó por análisis químico de Sílice y Alumina. Esta determinación fue hecha después de calcinar a 800 °C por 5 horas, de manera de eliminar los aglomerantes y oxidar completamente el aluminio presente en el manguito de manera de restar la alúmina formada por oxidación.

A continuación se presenta en formato tipo Gantt, las actividades que se desarrollaron y los plazos de su ejecución en meses.

Período en Meses

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8
Estudios Téc. Prod. Import.								
Formulación Teórica								
Fabricación Prototipos								
Evaluación Prototipos								

D) RESULTADOS

Formulación Teórica

De acuerdo a la información obtenida del estudio de productos importados, se pudo establecer en forma preliminar , la existencia de 2 procesos distintos de fabricación. A saber : proceso seco (Ashland) y proceso húmedo (Foseco).

El resumen de propiedades encontradas se presenta a continuación:

Manguito Foseco

Contenido de Aluminio	28 – 30 %
Conductividad térmica	(0.1- 0.15) Kcal/mh°C
Densidad aparente	0.3 g/ cm ³
Poder Calorífico	1689 (Kcal / Kg)
Porcentaje de oxidantes	6 % BaNO ₃ - KNO ₃
Porcentaje de fibras	(30 – 35) %
Porcentaje de organicos	22 %

Manguito Ashland

Contenido de Aluminio	20 – 25 %
Conductividad térmica	(0.18- 0.2) Kcal/mh°C
Densidad aparente	0.6 g/ cm ³
Poder Calorífico	2734 (Kcal / Kg)
Porcentaje de oxidantes	4 % BaNO ₃ - KNO ₃
Porcentaje de fibras	Material sin fibras
Porcentaje de orgánicos	18 %

Debido a nuestro proceso de fabricación de manguitos de alta densidad por prensado, el producto más idóneo de homologar resulta ser el material de Ashland, ya que de sus propiedades se puede concluir que es un producto obtenido en moldes por prensado ó soplado, teniendo como aglomerante resina líquida.

El proceso de fabricación de manguitos Foseco de baja densidad en calidad Kalminex-2000, por el alto contenido de fibra, involucra un proceso de fabricación por mezcla húmeda, a la cual se le extrae el líquido por vacío, práctica empleada por fabricantes de manguitos de fibra del tipo aislantes.

Plantilla tipo utilizada para la simulación.

Una de las premisas básicas es el costo estimado de costo fórmula, el cual, de acuerdo a cálculos basados en precios de mercado, no deberá superar los US\$ 1.1 / Kg.

La densidad aparente se asumió cercana al producto de Ashland con un valor de 0.59 g/cm^3 , la base de cálculo fue por kilogramo de fórmula de manera de evaluar costos por la unidad.

De acuerdo a moldeos de laboratorio, la cantidad mínima de resina que se necesita para tener la resistencia mecánica adecuada es de un 16 % mínimo.

Las formulaciones presentadas a continuación resultaron ser las que presentaron los mejores resultados de resistencia mecánica en verde. Al ser sometidas a un calentamiento en horno, presentaron buena resistencia a la manipulación.

Formulación 001

Material	Peso Kg	Densidad g/cm ³	Volumen Cm ³	Costo Unit. \$/ Kg	Costo x Peso \$
Aluminio	0.28	2.2	0.616	1200	336
Perlita Exp.	0.20	0.2	0.04	168	33.6
Resina polvo	0.20	1	0.2	1200	240
Grafito	0.05	1	0.05	280	14
Nitrato de K	0.05	1.5	0.075	250	12.5
Dextrina	0.04	1.5	0.06	400	16
Arena	0.18	2	0.36	20	3.6
Total	1	1 / 1.401	1.401		655.7

Costo : (655.7/ 590.0)=US\$ 1, 11

Densidad : 0.70 g/cm³

Formulación 002

Material	Peso Kg	Densidad g/cm ³	Volumen Cm ³	Costo Unit. \$/ Kg	Costox Peso \$
Aluminio	0.26	2.2	0.572	1200	312 . 0
Perlita Exp.	0.22	0.2	0.044	168	37 . 0
Resina polvo	0.18	1	0.18	1200	216 . 0
Grafito	0.05	1	0.05	280	14 . 0
Nitrato de K	0.05	1.5	0.075	250	12 . 5
Dextrina	0.04	1.5	0.06	400	16 . 0
Arena	0.20	2	0.40	20	4 . 0
Total	1	1 / 1.381	1.381		611. 5

Costo : (611.5/ 590.0) =US\$ 1, 036

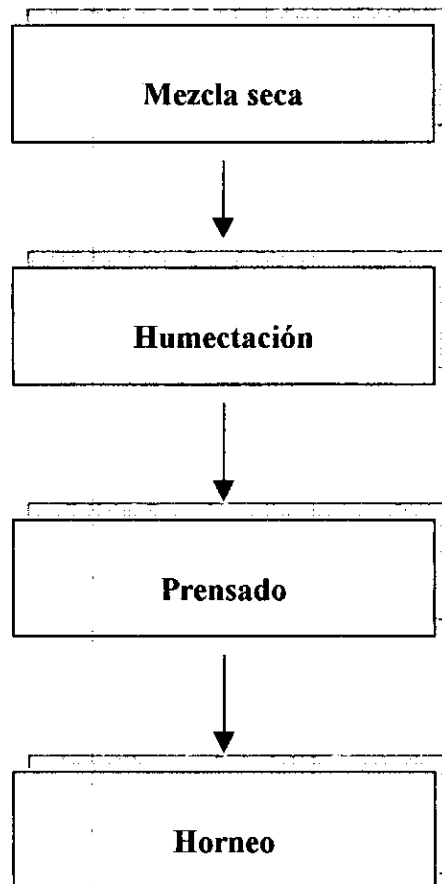
Densidad: 0.724 g/cm³

Se moldearon múltiples formulaciones con el objeto de encontrar la adecuada resistencia en verde, los prototipos de densidad calculada igual ó superior a 0.59 g/cm³.

Fabricación de prototipos

De acuerdo a los resultados obtenidos por simulación y resistencia en verde, se procedió al moldeo de prototipos. Se emplearon modelos de madera revestidos en resina y prensa neumática de 4000 Kgf.

El siguiente diagrama sintetiza el procedimiento de fabricación.



El detalle del proceso se presenta en la siguiente página :

Mezcla Seca.

Equipo : Mezclador de paletas de 150 Lts, 5 HP, 100 R.P.M.

Procedimiento : Se realiza con los componentes dosificados de acuerdo a formulación, el tiempo de mezclado es de 5 minutos.

Humectación.

Equipo : Mezclador de paletas de 150 Lts, 5 HP, 100 R.P.M.

Procedimiento : Se realiza con la mezcla seca ya procesada, Como humectante se utiliza agua con tensoactivo aniónico, el contenido es del orden del 10 % con respecto a la mezcla seca. La dosificación total de agua debe ser realizada en tres minutos y luego mezclar por dos minutos adicionales para homogenizar.

Prensado.

Equipo : Prensa neumática de 5000 Kgf, molde de 2 piezas.

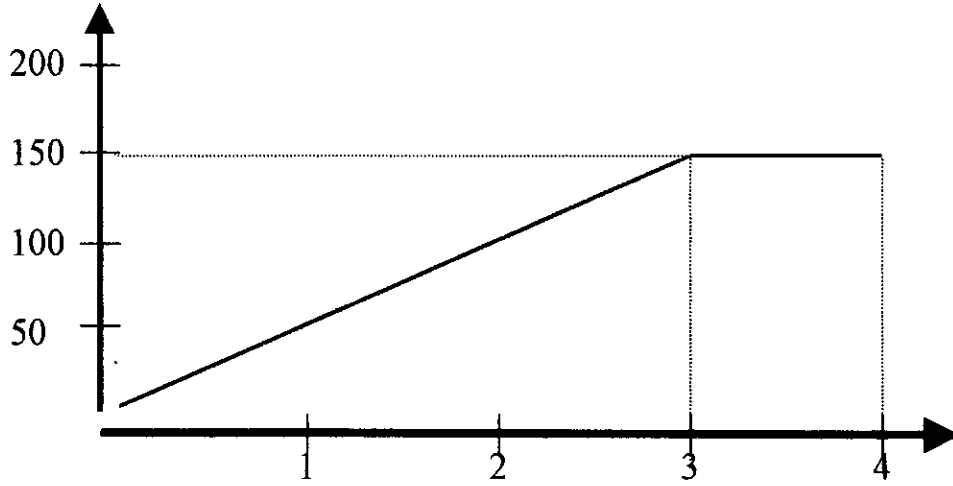
Procedimiento : El prensado se realiza en dos etapas, mediante el uso de pisón cargado por la prensa la cual esta provista de válvula de accionamiento manual.

Horneo.

Equipo : Horno convectivo de tiro forzado de 25 Kw de potencia, 3 m³ útil.

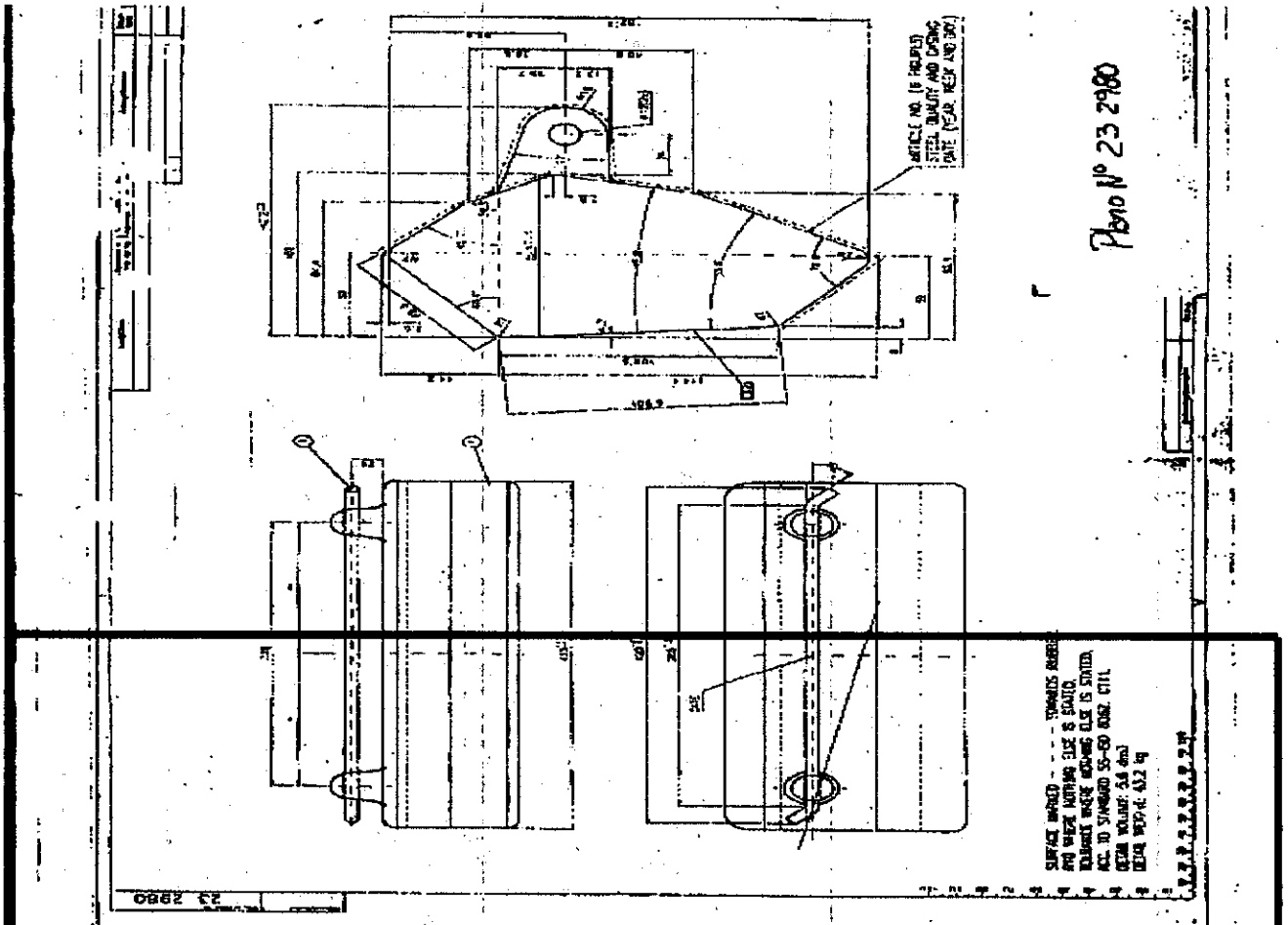
Procedimiento : Los manguitos obtenidos en verde en el proceso de prensado son trasladados a bandejas las cuales son cargadas en carros que se introducen al interior del horno. El tiempo de horneo mínimo es de 4 horas . La temperatura debe ser aplicada en forma gradual de acuerdo al siguiente perfil obtenido en forma empírica.

Temperatura °C



Tiempo (h)

Los prototipos fabricados correspondieron a manguitos de diámetro 120 mm.



El plano adjunto especifica geometría de pieza moldeada con manguitos experimentales de diámetro 120, las características de la pieza son :

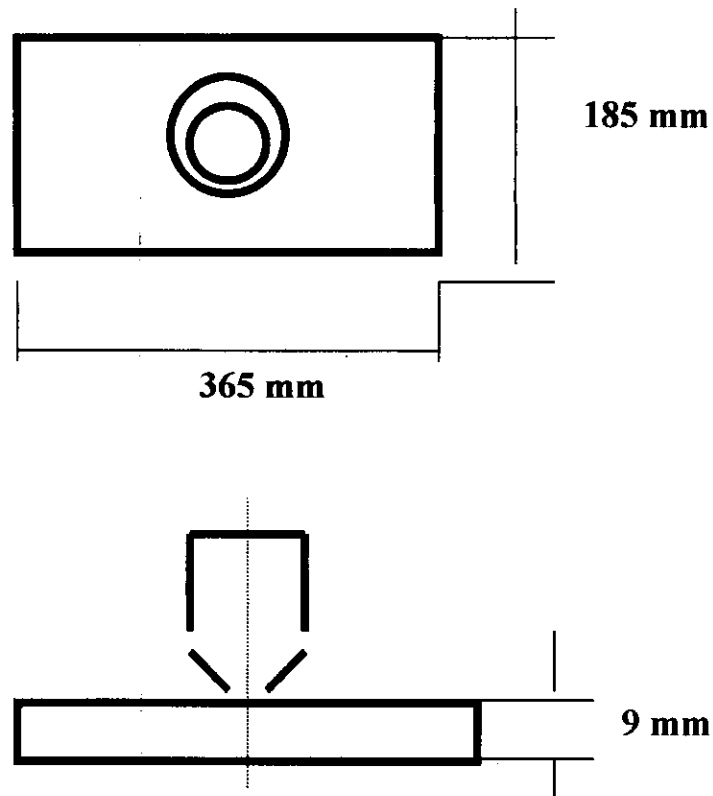
Peso de pieza	32 , 3 Kg
Módulo de la pieza	3, 2 cm
Aleación	Alto Cromo.

La pieza obtenida no presento problemas de alimentación de ningún tipo.

Se moldearon 12 unidades de insertos en total, incluyendo referencias y prototipos. La prueba fue realizada en la fundición C.M.S, empresa dedicada a la fabricación de revestimientos para molinos.

Prueba de Cubo patrón. De acuerdo al documento términos de referencia, se probó el manguito prototipo de diámetro 120 mm en prueba de cubo patrón.

La pieza colada corresponde a un rectángulo de 365 mm x185 mm x 90 mm de altura. El diagrama de la siguiente página ilustra la posición del manguito.



Las características del rectángulo moldeado fueron :

Peso de pieza	45,6 Kg
Módulo de la pieza	2,6 cm
Aleación	Alto Cromo.

Los resultados de la prueba para el prototipo fueron los siguientes:

Manguito empleado	Prototipo de 120 mm de diámetro
Peso de metal inicial	12,9 Kg
Peso de manguito final	8,7 Kg.

Se moldearon además cubos patrones con manguitos diámetro 120 de Foseco y Ashland, el cual no presentaron problemas de alimentación. El cubo patrón obtenido con prototipo Fexpa no tuvo problemas de alimentación. Las pruebas se realizaron en la Metalúrgica Reveco Ltda, ubicada en Santiago.

SINTESIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

1. Estudios técnicos de productos de origen externo.

A continuación se detallan resultados de estudio de manguitos Foseco y Ashland.

Producto	Aluminio (%)	Conduc. Térmica (Kcal/mh°C)	Densidad Aparente (g/cm3)	Poder Calorifico (Kcal/Kg)	Oxidantes (%)	Fibras/ org (%)
Foseco	30	0.15	0.3	1689	6	35 / 22
Ashland	25	0.2	0.6	2734	4	0 / 18

Los valores de conductividad térmica se calculan con los siguientes datos experimentales:

Calor transferido en el sistema. Se dispone de termocupla en el centro de la placa de acero, se consigue un calentamiento desde 20°C a 920 °C mediante soplete de potencia constante en 30 minutos.

$$Q = m \cdot cp \cdot (T_f - T_i). \quad (\text{Ec.1})$$

En donde:

$$\begin{aligned} (T_r - T_i) & : & (920 - 20) = 900 \text{ } ^\circ\text{C} \\ cp & : & 0.12 \text{ (Kcal/ Kg . h)} \\ m & : & 1.5 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Calculando, se tiene: $Q = 324 \text{ (Kcal/h)}$

Por transferencia de calor por conducción se tiene :

$$Q = (t_2 - t_1) / (e / \kappa) \quad (\text{ec.2})$$

En donde κ es la conductividad del material investigado (Kcal/Kg.m.h).
 e es el espesor de la pared de material investigado (m).

El material investigado corresponde en este caso a Foseco.

Se desprecian las resistencias de la arena y del acero, la diferencia de temperatura entre los extremos del material en estudio obtenido por termocupla en el equilibrio térmico es de 42°C.

Reemplazando valores en la ec 2, se obtiene:

$$\kappa = 0.15 \text{ (Kcal/Kg.m.h)}$$

2. Formulación teórica.

De acuerdo al procedimiento de planillas empleado para calcular formulaciones de peso específico determinado, costos y limitaciones de proceso, se llega a la siguiente formulación la cual fue sometida a evaluación de rendimiento.

Formulación : F001

Material	Peso Kg	Densidad g/cm ³	Volumen Cm ³	Costo Unit. \$/ Kg	Costox Peso \$
Aluminio	0.26	2.2	0.572	1200	312 . 0
Perlita Exp.	0.22	0.2	0.044	168	37 . 0
Resina polvo	0.18	1	0.18	1200	216 . 0
Grafito	0.05	1	0.05	280	14 . 0
Nitrato de K	0.05	1.5	0.075	250	12 . 5
Fibra cerámica	0.04	1.5	0.06	500	20 . 0
Arena	0.20	2	0.40	20	4 . 0
Total	1	1 / 1.381	1.381		615 . 5

3. Fabricación de prototipos

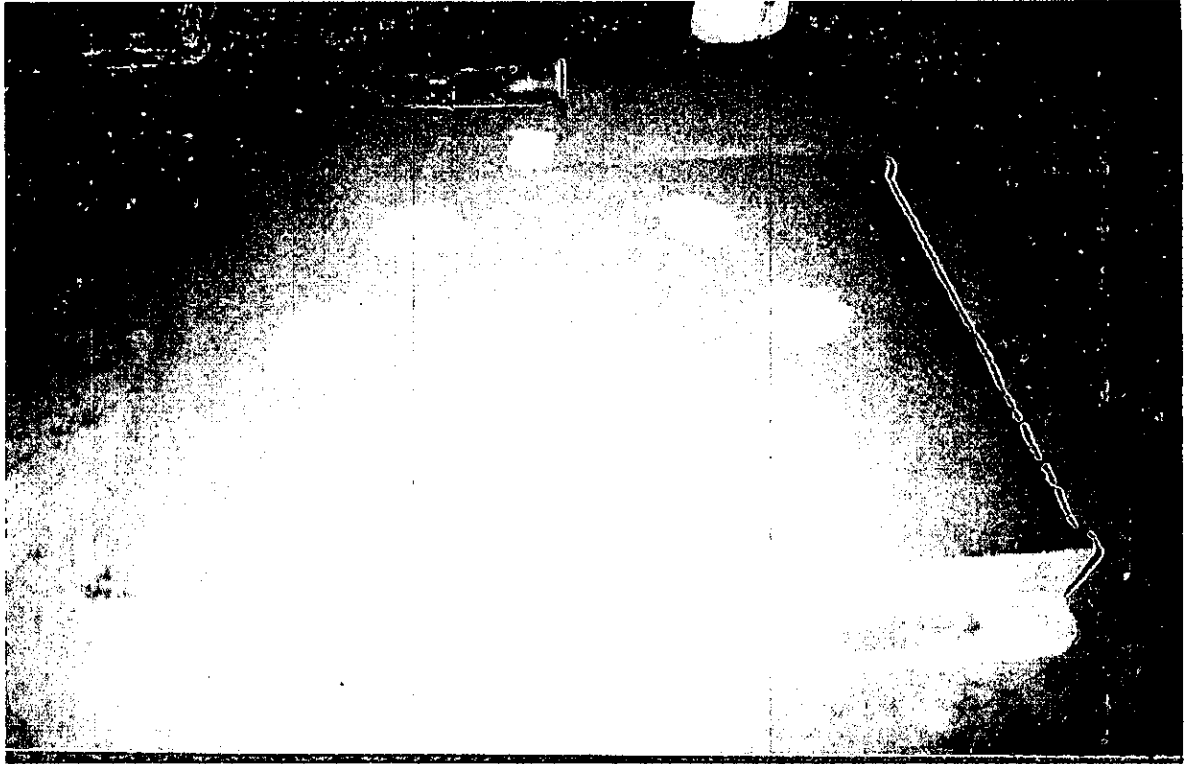
De acuerdo al proceso indicado y la formulación designada por F001, se lograron moldear prototipos de diametro 120 mm.

La resistencia mecánica del producto horneado, presenta buenas propiedades, comparando con los productos de baja densidad importados.

4. Evaluación de prototipos.

A continuación se presenta cuadro resumen de experiencias de evaluación de productos realizada.

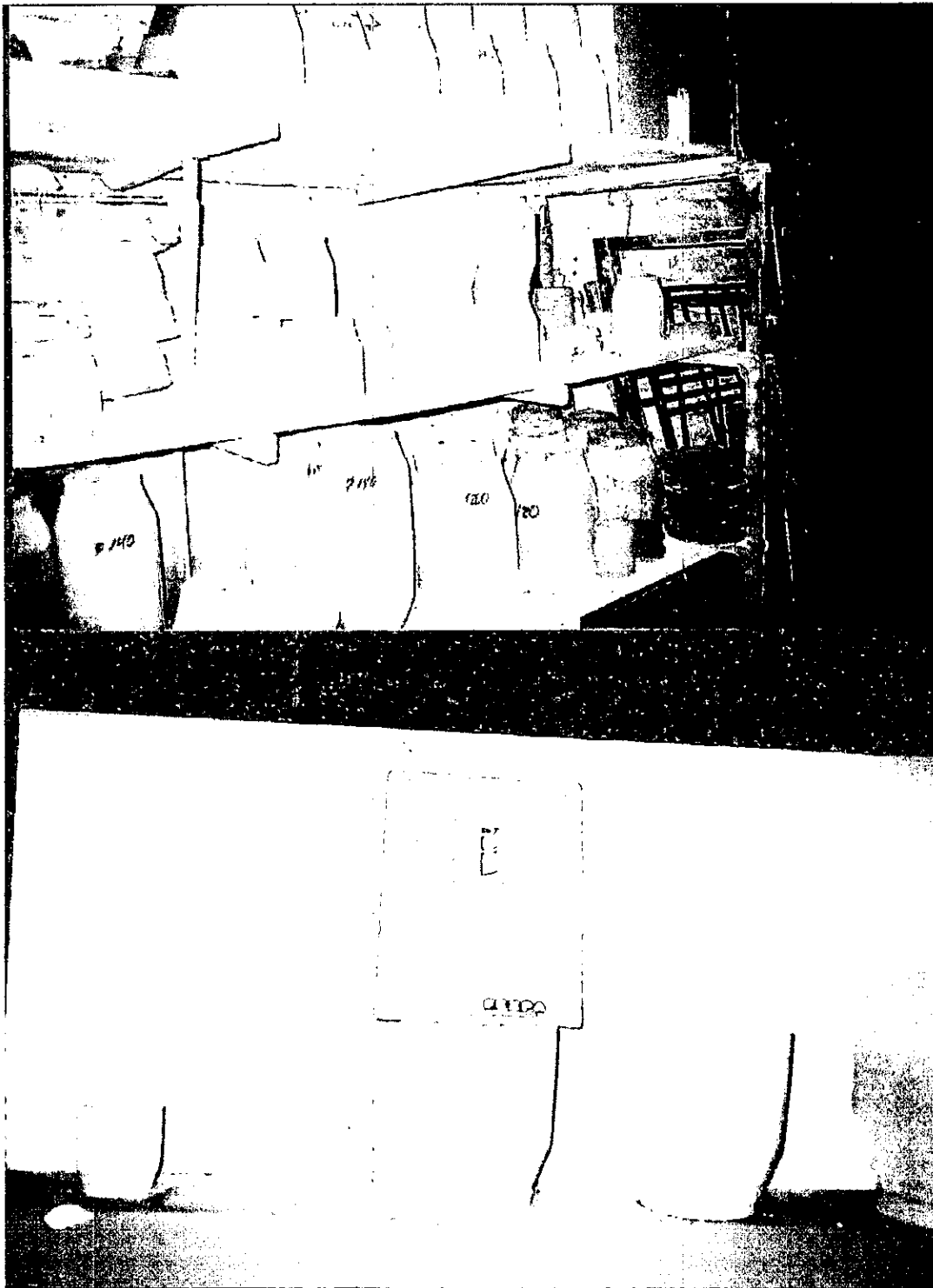
Producto	Diámetro	Pieza	Resultados	Lugar Prueba
Foseco	120 mm	Cubo patrón	Positivo	Met. Reveco
Foseco	120 mm	Inserto	Positivo	CMS
Ashland	120 mm	Inserto	Positivo	CMS
Ashland	120 mm	Cubo Patrón	Positivo	Met . Reveco
Fexpa F001	120 mm	Cubo patrón	Positivo	Met. Reveco
Fexpa F001	120 mm	Inserto	Positivo	CMS



La fotografia muestra molde de anillo de acero con manguitos prototipos
Fexpa de baja densidad .



La fotografia muestra anillo de acero con los montantes prototipos Fexpa.



La fotografía muestra manguitos de diversos tamaños producidos con mezcla prototipo de baja densidad.

De acuerdo a los resultados presentados, podemos concluir lo siguiente:

- Los rendimientos térmicos desarrollados por la formulación F001, corresponden a los estándares que proporcionan los productos importados.
- El peso obtenido del manguito de formulación F001, corresponde a un material de bajo peso, similar al material Ashland.
- Estimamos que el proyecto se llevo a cabo con resultados positivos para nuestra empresa de acuerdo a los excelentes resultados de la formulación y proceso desarrollada.

E) IMPACTOS DEL PROYECTO.

Los resultados del proyecto, más la penetración de mercado con que cuenta la empresa, destacan la existencia de una oportunidad para la colocación de los manguitos de baja densidad en fundiciones de acero .

Tenemos el convencimiento que con este desarrollo estamos contribuyendo a la generación de tecnología nacional, que viene a solucionar problemas de costos en la industria de las fundiciones, haciendo más eficientes y competitivos sus productos.

Nuestra empresa con el apoyo de CORFO-FONTEC, materializa el proyecto de fabricación de manguitos de baja densidad, esto posibilita la exportación de esta tecnología y disminuye la tradicional dependencia de productos que debe soportar la industria nacional, generando favorables expectativas para las industrias del sector que generan valor agregado.

La generación de productos de baja densidad, se traduce para nuestra empresa en un aumento de ingresos por ventas, con la posibilidad de ampliar nuestra cobertura de mercado, al contar con un producto con estándares internacionales

Debido a la sustancial disminución del costo directo , producto de la baja de peso, podemos ofrecer esta tecnología a menor precio que los productos importados y mantener rentabilidades adecuadas para nuestra empresa.

El impacto más inmediato debido al éxito del proyecto, se traduce en una recuperación del mercado nacional, el cual ya se a impactado con las muestras del nuevo producto.

Agradecimientos.

Deseamos agradecer a CORFO-FONTEC la confianza depositada en nuestra capacidad de llevar adelante la investigación, en forma especial deseamos agradecer la orientación profesional que nos entregó la ejecutiva del proyecto la Srta. Ximena Vásquez C.

Santiago, Invierno del 2001.

Resumen de actividades desarrolladas.

1. Antecedentes generales.

Código del proyecto	200-2245
Título del proyecto	Investigación y desarrollo de manguitos exotérmicos de baja densidad
Empresa	Fexpa Ingeniería S.A
Informe final	1
Total de informes de avance	1

2. Cuadro resumen de actividades.

2.1 Actividades programadas (según carta Gantt)
<ul style="list-style-type: none">• Estudios técnicos de productos importados• Formulación Teórica• Fabricación de prototipos• Evaluación de prototipos
2.2 Actividades efectivamente desarrolladas
<ul style="list-style-type: none">• Estudios técnicos de productos importados• Formulación Teórica• Fabricación de prototipos• Evaluación de prototipos

Cuadro Resumen de gastos reales
Proyecto de Innovación Tecnológica

1. Antecedentes Generales

Codigo del proyecto	200-2245
Titulo del proyecto	Investigación y desarrollo de manguitos exotérmicos de baja densidad
Empresa	Fexpa Ingeniería S.A
Informe final	1
Total de informes de avance	1

1. Cuadro resumen de gastos.

Partidas de costo	Gastos programados Miles \$	Gastos reales Miles \$
Personal de investigación	17.488	17.501
Servicios , materiales y otros	5.780	6.077
Uso de bienes de capital	2.520	2.350
Total	25.788	25.928

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 1 : DIC. 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	550
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	330
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	330
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	737
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	198
Subtotal			1,950	195	2,145	2,145
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	0
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	0	0	0	0
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	0
	Subtotal		0	0	0	0
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	225
	UTILAJES	720	0		0	0
	OTROS GASTOS	320	0		0	0
Subtotal			225		225	225
TOTAL			2,175		2,370	2,370

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 2 : ENERO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	1,100
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	660
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	660
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	1,474
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	396
Subtotal			1,950	195	2,145	4,290
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	0
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	260	0	260	260
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	0
Subtotal			260	0	260	260
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	450
	UTILAJES	720	0		0	0
	OTROS GASTOS	320	100		100	100
Subtotal			325		325	550
TOTAL			2,535		2,730	5,100

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 3: FEBRERO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO
			NETO	RETEN	TOTAL	
		M \$	M \$	M \$	M \$	M \$
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	1,650
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	990
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	990
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	2,211
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	594
Subtotal			1,950	195	2,145	6,435
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	0
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	260	0	260	520
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	0
Subtotal			260	0	260	520
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	675
	UTILAJES	720	0		0	0
	OTROS GASTOS	320	100		100	200
Subtotal			325		325	875
TOTAL			2,535		2,730	7,830

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 4 : MARZO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	2,200
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	1,320
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	1,320
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	2,948
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	792
Subtotal			1,950	195	2,145	8,580
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	228	41	269	269
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	260	0	260	780
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	0
Subtotal			488	41	529	1,049
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	900
	UTILAJES	720	0		0	0
	OTROS GASTOS	320	100		100	300
Subtotal			325		325	1,200
TOTAL			2,763		2,999	10,829

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 5 : ABRIL 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO
			NETO	RETEN	TOTAL	
		M \$	M \$	M \$	M \$	M \$
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	2,750
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	1,650
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	1,650
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	3,685
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	990
Subtotal			1,950	195	2,145	10,725
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	305	55	360	629
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	774	0	774	1,554
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	650	117	767	767
Subtotal			1,729	172	1,901	2,950
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	1,125
	UTILAJES	720	50	9	59	59
	OTROS GASTOS	320	0		0	300
Subtotal			275		284	1,484
TOTAL			3,954		4,330	15,159

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 6 : MAYO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	3,300
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	1,980
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	1,980
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	4,422
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	1,188
Subtotal			1,950	195	2,145	12,870
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	629
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	260	0	260	1,814
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	767
Subtotal			260	0	260	3,210
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	1,350
	UTILAJES	720	0		0	59
	OTROS GASTOS	320	100		100	400
Subtotal			325		325	1,809
TOTAL			2,535		2,730	17,889

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 7 : JUNIO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	3,850
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	2,310
	J.ISAZA	2,688	300	30	330	2,310
	L.COOREMAN	5,952	670	67	737	5,159
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	1,386
Subtotal			1,950	195	2,145	15,015
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	629
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	0	0	0	1,814
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	0	0	0	767
Subtotal			0	0	0	3,210
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	1,575
	UTILAJES	720	0	0	0	59
	OTROS GASTOS	320	0		0	400
Subtotal			225		225	2,034
TOTAL			2,175		2,370	20,259

**DETALLE MENSUAL
DE GASTOS**

MES 8 : JULIO 2001						
PARTIDAS DE COSTO	ITEM	PRESUPUESTO INICIAL M \$	TOTAL MENSUAL			TOTAL ACUMULADO M \$
			NETO M \$	RETEN M \$	TOTAL M \$	
PERSONAL DE INVESTIGACION	M. SALAZAR	4,480	500	50	550	4,400
	R.ROMERO	2,688	300	30	330	2,640
	J.ISAZA	2,688	480	48	528	2,838
	L.COOREMAN	5,952	800	80	880	6,039
	H.VASQUEZ	1,680	180	18	198	1,584
Subtotal			2,260	226	2,486	17,501
			NETO	I.V.A	TOTAL	
SERVICIOS MATERIALES Y OTROS	ANALISIS LABORATORIO	420	0	0	0	629
	FABRICACION PROTOTIPOS	1,440	980	0	980	2,794
	PRUEBAS INDUSTRIALES	3,600	2,100	378	2,478	3,245
Subtotal			3,080	378	3,458	6,668
USO DE BIENES DE CAPITAL	INSTALACIONES	1,800	225		225	1,800
	UTILAJES	720	0	0	0	59
	OTROS GASTOS	320	100		100	500
Subtotal			325		325	2,359
TOTAL			5,665		6,269	26,528

Implementación de los resultados del proyecto

Codigo del proyecto	200-2245
Titulo del proyecto	Investigación y desarrollo de manguitos exotérmicos de baja densidad
Empresa	Fexpa Ingeniería S.A

Implementación de los resultados del proyecto

El principal resultado obtenido de la realización del proyecto fue la obtención de un producto de bajo peso específico, con rendimientos metalúrgicos análogos en calidad a los productos importados, procedentes de compañías de elevado nivel tecnológico (Foseco y Ashland).

El bajo peso específico alcanzado nos permite disminuir el costo directo en aproximadamente un 60% respecto de nuestra formulación anterior. Situación que nos facilita posicionarnos nuevamente en el mercado nacional con un producto de primer nivel tecnológico, como también, con un producto de bajo costo de adquisición para las fundiciones de acero. Así mismo, al disponer de un producto de estas características, podremos retomar los negocios que nuestra empresa tenía con compañías de México, como también, abordar los

mercados de Perú y Argentina, ambos países, grandes consumidores de este tipo de material por las características de su industria (minería y automotriz).

Para abordar este mercados, nuestra empresa requiere necesariamente pasar a una etapa superior en los volúmenes de producción, como también, diversificar los diseños de los manguitos, adecuándolos a diferentes necesidades industriales. La industrialización pasa entonces necesariamente por recurrir al financiamiento de módulos de producción idóneos a través de los mecanismos que actualmente existen en el país.