

BID  
Banco Interamericano  
de Desarrollo

CEPAL  
Comisión Económica  
para América Latina

CIID  
Centro Internacional de  
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD  
Programa de las Naciones Unidas  
para el Desarrollo

---

Programa de Investigaciones sobre  
Desarrollo Científico y Tecnológico  
en América Latina

Monografía de Trabajo Nº 45

INNOVACIONES EN EL PROCESO Y APRENDIZAJE  
EN UNA PLANTA ARGENTINA DE FUNDICION

Julio Berlinski

Distribución  
RESTRINGIDA  
Abril 1982  
ORIGINAL: ESPAÑOL

Julio Berlinski es Doctor en Economía de la Universidad de Harvard e Investigador del Centro de Investigaciones Económicas del Instituto Torcuato Di Tella. Este trabajo fue financiado a través de un convenio entre el Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto antes mencionado que forma parte del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

El autor agradece a los directivos de la planta por su generoso apoyo. También, agradece a A. Svidler, L. Beccaria y L. Botti por el apoyo y comentarios recibidos. Las opiniones aquí vertidas son de exclusiva responsabilidad del autor y no representan, necesariamente, los puntos de vista de los antes nombrados ni de las entidades patrocinantes.

Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD  
Oficina de la CEPAL en Buenos Aires  
Callao 67, 3º  
1022, Buenos Aires, Argentina

## I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. PRODUCCION E INSUMOS	7
2.1 LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA	7
2.2 LOS NIVELES DE PRODUCCION	14
2.3 LAS HORAS TRABAJADAS Y EL PERSONAL OCUPADO	18
3. INNOVACIONES EN EL PROCESO Y APRENDIZAJE	27
3.1 LOS INDICADORES AGREGADOS	27
3.2 INNOVACIONES EN EL PROCESO EN PRODUCTOS SELECCIONADOS	37
a) BLOCK DE CILINDROS	37
b) MULTIPLE DE ADMISION Y ESCAPE	41
c) ARBOL DE LEVAS	42
3.3 LA INGENIERIA DE INSTALACIONES	53
4. RESUMEN Y CONCLUSIONES	59

I N D I C E D E C U A D R O S

CUADRO N°	TITULO	Página
2.1.1	Producción por persona ocupada (En toneladas)	10
2.1.2	Hierro, producción por hora directa (Indice 1977 = 100)	11
2.1.3	Aluminio, producción por hora directa (Indice 1977 = 100)	12
2.1.4	La relación empírica entre productividad de la mano de obra y escala	13
2.2.1	Hierro, producción fundición (Indice 1977 = 100)	16
2.2.2	Aluminio, producción fundición (Indice 1977 = 100)	17
2.3.1	Composición del personal ocupado (En porcentaje)	21
2.3.2	Hierro, horas directas (Indice 1977 = 100)	22
2.3.3	Aluminio, horas directas (Indice 1977 = 100)	23
2.3.4	Hierro, composición de las horas directas por sección (En porcentaje)	24
2.3.5	Aluminio, composición de las horas directas por sección (En porcentaje)	25
3.1.1	Hierro, relación entre horas standard y trabajadas totales (Indice 1977 = 100)	30

		Página
3.1.2	Aluminio, relación entre horas standard y trabajadas totales (Indice 1977 = 100)	31
3.1.3	Hierro, relación entre horas standard y trabajadas en noyería (Indice 1977 = 100)	32
3.1.4	Hierro, relación entre horas standard y trabajadas en moldeo A (Indice 1977 = 100)	33
3.1.5	Hierro, relación entre horas standard y trabajadas en moldeo B (Indice 1977 = 100)	34
3.1.6	Hierro, relación entre horas standard y trabajadas en rebaba (Indice 1977 = 100)	35
3.1.7	Hierro, matriz de correlación (Spearman) de relaciones entre horas standard y trabajadas por secciones	36
3.2.1	Block de cilindros, secuencia de tareas por sección	44 - 46
3.2.2	Block de cilindros, evolución del tiempo standard por sección (Indice 1977 = 100)	47
3.2.3	Múltiple de admisión y escape, secuencia de tareas por sección	48 - 49
3.2.4	Múltiple de admisión y escape, evolución del tiempo standard por sección (Indice 1977 = 100)	50
3.2.5	Arbol de levas, secuencia de tareas por sección	51
3.2.6	Arbol de levas, evolución del tiempo standard por sección (Indice 1977 = 100)	52
3.3.1	Ingeniería de instalaciones, composición de los productos vendidos por tamaño del comprador (En porcentaje)	57
3.3.2	Ingeniería de instalaciones, composición de los servicios de ingeniería vendidos por tamaño del comprador (En porcentaje)	58

1

2

3

4

5

6

## 1. INTRODUCCION

El sector productor de fundición en Argentina consta de un número relativamente grande de establecimientos (450 aproximadamente). Al respecto, resulta conveniente distinguir entre aquéllos que producen una variedad relativamente pequeña de piezas en lotes grandes y los que trabajan "a pedido" (jobing), fabricando una amplia variedad de piezas en pequeños lotes. La organización de la producción y el tamaño de las plantas son sustancialmente distintas en uno y otro caso. En el primero, las plantas son relativamente grandes, beneficiándose de las economías de escala, especialmente en moldeo. Debido a su mayor especialización, estas plantas tienen generalmente un número reducido de clientes, por lo que podrían denominarse "cautivas". Sin embargo, también hay casos de plantas cautivas dedicadas a producir en lotes pequeños una amplia variedad de piezas, por ejemplo en el caso de abastecer a la industria de máquinas - herramientas (1).

La planta que será analizada en este trabajo inició sus tareas en 1948 (2) con el objeto de producir piezas y repuestos para la industria automotriz que en la actualidad adquiere aproximadamente el 95% de su producción. Esto significa que se está frente a una planta del tipo cautiva. En efecto, su producción se destina básicamente a algunas empresas terminales; más aún, las ventas están altamente concentradas, dado que una de éstas adquiere una parte sustancial de las piezas. Esta empresa automotriz es, a su vez, el accionista mayoritario de la fundición desde 1963 (3).

- 
- (1) Ver BHAT, B.A. y PRENDERGAST, C.C., (1977), "Some aspects of technology choice in the iron foundry industry", World Development, Septiembre - Octubre.
  - (2) Fue fundada por ingenieros y técnicos de otra firma que operaba en la zona desde principios de siglo.
  - (3) Si bien la concentración de la producción en el sector automotriz es alta, en el último año se han conseguido otros clientes, fabricándose alrededor de 60 nuevas piezas de las cuales sólo 1/5 son automotrices. El objetivo es diversificar el destino de la producción para suavizar baches de demanda como el presente.

Esta planta es una de las más grandes del país entre las dedicadas a la fundición de hierro; estimaciones para 1973 indican que su producción representaba alrededor del 5% del volumen producido por el conjunto de la industria y un 10% del correspondiente a la actividad de las fábricas medianas y grandes, considerando como tales a las que producían más de 5.000 tn al año (1). Asimismo, desde 1973 esta planta se dedica a la elaboración de piezas fundidas de aluminio, aunque ésto representa todavía una parte menor de sus actividades (2).

Conviene señalar someramente los principales conceptos que se usarán a lo largo de este trabajo, identificados con las secciones y/o modalidades de la planta. El noyo es un producto realizado con arena endurecida que permite realizar las cavidades internas de los productos a fundir. Estos se insertan en las cajas de moldeo una vez que la máquina conteniendo el modelo apisonó la tierra de moldeo como para conformar la cara exterior del producto. El movimiento de cajas de moldeo se realiza en un carrousel sobre el cual se hace la colada. La misma consiste en introducir hierro líquido en los moldes. Este material se obtiene por la fusión de diversos insumos en un cubilote, ajustándose generalmente la composición química del mismo en un horno eléctrico. Así, la probabilidad de obtener economías de escala es mayor en moldeo, a través de cambios en la velocidad del carrousel y/o especialización de la línea, que las que puedan obtenerse en noyería o en la fusión del hierro (3). También, corresponde señalar que en la planta analizada hay tres secciones de moldeo, dos con sistema de carrousel y una para fundir en

- 
- (1) En base a datos suministrados en SABATO, J.A., CARRANZA, R.G. y GARGIULO, G.R., (1974), "Ensayo de régimen de tecnología, el caso de la fundición ferrosa", mimeo, e informaciones de la planta.
  - (2) El agregado de esta línea fue consecuencia de la incorporación al patrimonio de la firma de una empresa subsidiaria que desde principios de los años sesenta se dedicaba a esa actividad.
  - (3) En la sección de moldeo de la planta de hierro se verifica la mayor intensidad de capital respecto de otras secciones importantes como noyería y rebaba. Esta medición fue realizada con los datos de un revalúo técnico de bienes de uso efectuado a fines de 1978 y el número de horas trabajadas en 1979.



pequeñas series llamada "cancha pesada". Las dos primeras son identificadas respectivamente como moldeo A y B y tienen una relativa especialización de productos, en una se funden blocks y en la otra piezas diversas. En tal sentido, el funcionamiento de las secciones de moldeo tiene los problemas típicos de una planta metalmeccánica donde los lotes reducidos y el tamaño de las piezas plantean serios problemas de programación de la producción. A esta similitud debe agregarse la complicación de tener dos secciones de gran importancia: la noyería, donde en algunos productos determina la calidad de la fundición y la fusión, que requiere controlar la composición química adecuada a los planos del producto respectivo.

Históricamente, un cambio fundamental en la noyería de la planta fue reemplazar el proceso de arena y aceite incorporando el de caja caliente (1) y "shell moulding" (2). También, se introdujo el de caja fría pero, contrariamente a lo que acontece en países europeos y norteamericanos donde la noyería se elabora por partes iguales en cajas frías y calientes, la proporción en esta planta es de 5% y 95% respectivamente. Esta baja importancia de las cajas frías se debe especialmente al poco desarrollo local de los aditivos químicos que llevan las arenas, con lo que ha sido más efectivo y económico usar el calor como acelerante para lograr que éstas fragüen (3).

- 
- (1) El sistema usado actualmente para el proceso de caja caliente es el de resina fenólica.
  - (2) Se trata de un noyo hueco que debe rellenarse con arena para resistir la presión ferrostática.
  - (3) A principios de la década del 70, se decidió modificar una máquina destinada al proceso de arena y aceite para adecuarla a la técnica de caja fría. Este proceso no ha dado buenos resultados por varias razones: inseguridad sobre la calidad de la materia prima utilizada; correlativamente, los precios de la misma resultaban elevados y las comprobaciones de costos indicaban que un mismo noyo realizado con la técnica de "hot-box" resultaba mucho más económico. Otra de las dificultades técnicas concierne al aire utilizado en esta planta para el soplado de los noyos, el mismo contiene cierta humedad que no ha podido eliminarse. No puede subestimarse el hecho que en la experiencia realizada en la planta no se haya utilizado una máquina específica para esta técnica, sino que se adaptó una de arena y aceite. La ventaja del sistema "cold-box" es que los herramientas, por el hecho de trabajarse en frío, pueden ser hechos con materiales más económicos. En la caja caliente se trabaja con hierro fundido o con acero, mientras que en la caja fría se puede utilizar aluminio y hasta madera o plástico.

Respecto de la capacidad instalada de la planta, se estima que en fusión la misma es de 2.000 tn por mes. Los datos de la década indican que se han sobrepasado las 20.000 tn anuales, llegándose a 2.200 tn mensuales. Con un nivel de 2.000 tn se mantiene un equilibrio aproximado entre las secciones, con 2 turnos completos en cada una de ellas (1).

En cuanto a la adquisición de conocimientos técnicos, si bien en el pasado hubo un contrato con Mehanite en materia de fusión, en este momento no existe relación alguna. Respecto de patentes solicitadas, parece difícil patentar algo porque no hay ningún desarrollo específico propio de esta empresa (2). Una fuente potencial de innovaciones está dada por la relación que se mantiene con el grupo mayoritario europeo.

A los efectos de analizar la "performance" e innovaciones de la planta, este documento se ha dividido en dos capítulos principales, el primero dedicado al análisis de los indicadores de productividad de la mano de obra y sus componentes. También, pudo obtenerse información sobre la composición de las horas por departamento de las plantas de hierro y aluminio que sirvieron para caracterizar las respectivas tendencias (3). Por su parte, el capítulo siguiente está dedicado a analizar los cambios en la información técnica dentro de la empresa y su repercusión en las principales secciones, especialmente en la planta de hierro. La caracterización más específica del proceso dentro

- 
- (1) Comparativamente, un crecimiento desequilibrado se ha operado en una planta de características similares, la misma corresponde a una fuerte inversión en moldeo. De tal manera, si bien esta sección sería la más moderna del país, le da una capacidad potencial que no está equilibrada con el resto de sus secciones, pues su noyería no es muy distinta de la correspondiente a la planta analizada.
  - (2) En esta actividad el conocimiento técnico es, en términos generales, de libre disponibilidad.
  - (3) Corresponde señalar que la disponibilidad de información retrospectiva fue limitada por un incendio ocurrido a mediados de la década de los años 70, quemándose entre 8 y 10 años de antecedentes de la oficina técnica.

de esta última fue posible a través del análisis de insumos, tareas y máquinas de tres productos seleccionados. Los mismos resultan "representativos" de las características de la planta como así también de las principales innovaciones introducidas recientemente. Los productos en cuestión fueron un block de cilindros, un múltiple de admisión y escape y un árbol de levas para los que, asimismo, se estimó la evolución del tiempo standard unitario por secciones de la planta con el objeto de reflejar en cada caso el impacto cuantitativo de las innovaciones descritas. Finalmente, se analizó la evolución de la ingeniería de instalaciones, anteriormente realizada dentro de la planta y ahora funcionando como empresa consultora, destacándose especialmente, la redistribución del costo fijo de su actividad a través de la venta de servicios a terceros.

1

2

3

4

5

6

## 2. PRODUCCION E INSUMOS

Este capítulo se dedica al análisis cuantitativo de la producción e insumos primarios de las plantas de hierro y aluminio. A tal efecto, en la sección inicial se presenta un análisis convencional de la productividad de la mano de obra con las limitaciones propias de la información disponible. En las secciones siguientes se analizan respectivamente la evolución de los niveles de producción, las horas trabajadas y el personal ocupado.

### 2.1 LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

El Cuadro N° 2.1.1 presenta la evolución del volumen de producción por persona ocupada desde 1960. Surge de su análisis que, salvo durante los últimos años de la década de los sesenta y en 1980, la productividad evolucionó en forma similar a la producción. Además de estos cambios anuales, es posible detectar en la serie una tendencia creciente hasta 1974 con un salto importante hacia 1969/1970. Esto habría sido resultado del programa de inversiones implementadas por la firma a principios de la década de los setenta.

Una relación positiva entre los niveles de productividad y producción puede observarse, también, en los datos trimestrales correspondientes a hierro. Considerando como variable dependiente la producción por hora directa, se comprueba que 2/3 de su variación se explica por cambios en la producción. De la comparación entre las series anuales de producción total y por hombre ocupado surge, también, una clara asociación positiva (ver Cuadro N° 2.1.4).

Sin embargo, desde 1978 las series de producción y productividad comienzan a separarse, mostrando esta última una tendencia creciente mientras que el nivel de actividad se estanca. De esta forma, durante 1979 y 1980, la productividad logró niveles similares a los de los años 1972 y 1973 mientras que la producción se encontraba relativamente deprimida. Esta última situación ha-

bría sido especialmente el resultado de una política de redimensionamiento del plantel de personas ocupadas, especialmente la reducción de la importancia de aquéllos no ligados directamente al proceso productivo, que se habría dado conjuntamente con un aumento en la eficiencia de la mano de obra directa (1).

El primer elemento se deduce al analizar el Cuadro N° 2.1.2 donde se aprecia que, a diferencia de lo que acontece con la producción por hombre ocupado, los valores de la producción por hora directa son, en 1979, inferiores a los alcanzados en 1977. El aumento de la eficiencia estaría, por su parte, explicando los importantes incrementos de la producción por hora directa que se verifican desde mediados de 1980, período durante el cual la actividad y el empleo de la planta de hierro vuelven a deprimirse (2).

En cuanto al aluminio, la producción por hora directa (Cuadro N° 2.1.3) muestra fluctuaciones no muy amplias hasta el tercer trimestre de 1980, momento a partir del cual se eleva considerablemente. La causa de este comportamiento no surge solamente del incremento en la producción. Esta se eleva, ubicándose en valores que no son sustancialmente superiores a los de 1979 y la primera parte del año siguiente. En el mismo sentido, como se verá en el Cuadro N° 3.1.2, la eficiencia se incrementó como para contribuir al entendimiento de este comportamiento y en los últimos dos trimestres (1981) el aumento parece consecuencia de la baja en las horas trabajadas asociadas con un cambio en la composición de la producción.

Analizando en forma comparativa la productividad de la mano de obra en

- 
- (1) La eficiencia de la mano de obra corresponde al grado en que las horas trabajadas se aproximan a las horas standard.
  - (2) El indicador del Cuadro N° 2.1.2 también se computa en la planta, pero excluyendo el tiempo de usinado y estimando la rebaba efectivamente procesada, por lo que si bien son similares, no son estrictamente comparables.

hierro y aluminio, se observa una mayor variabilidad en la segunda. Ello es así porque dicho indicador es muy sensible a la complejidad y peso de las piezas. Por ejemplo, las horas hombre por tonelada son más altas en un múltiple de admisión que en una tapa de cilindros, pero en promedio pueden esperarse valores de 200 horas hombre por tonelada. Asimismo, en los últimos trimestres computados se incorporó la producción de lingotes aleados con un rendimiento sustancialmente inferior al promedio señalado y cuya producción llegó, en el segundo trimestre de 1981, a representar la mitad del aluminio fundido en la planta.

Si bien resulta difícil estimar la serie del stock de capital de la firma con los datos de sus balances, éstos permiten al menos disponer de un panorama general sobre la evolución de la inversión. Es posible distinguir tres períodos durante los cuales la firma realizó esfuerzos importantes de equipamiento (1). El primero abarca los años 1961/62, período en el cual las inversiones se concentraron en la sección de moldeo tal cual lo requería el aumento de escala debido al creciente mercado de las fábricas terminales de automóviles. El segundo período se localiza a principios de los años setenta, durante el cual se incorporaron elementos técnicos de avanzada en la sección de noyería. A partir de 1973, pero especialmente luego de 1976, el ritmo de la inversión bruta decrece fuertemente. Así, se llega a 1979 donde se realizan inversiones en la planta de aluminio destinadas a la producción de lingotes aleados (2). De tal manera, la concentración de inversiones especialmente en la planta de hierro, acota el sesgo en las mediciones realizadas de la productividad del trabajo respecto de una situación donde tuvieran lugar aumentos paralelos en la dotación de capital.

- 
- (1) Podría incluirse el correspondiente a 1965/66 donde, también, se expande el stock de capital; las cifras de este período significaron la puesta en marcha de un segundo establecimiento de la firma, pero sólo estuvo en producción dos años.
  - (2) En este caso la inversión de mayor significación fue un espectómetro usado para determinar la composición química del material que se está elaborando. Su elevado valor es tal que resulta similar al de 4 hornos rotativos.

CUADRO N° 2.1.1

PRODUCCION POR PERSONA OCUPADA  
(En toneladas)

EJERCICIO	PRODUCCION		FUNDICION	PERSONAS OCUPADAS	PRODUCCION POR PERSONA OCUPADA
	Hierro	Aluminio	Total		
1959/60	5807		5807	1000	5.8
1960/61	5106		5106	902	5.7
1961/62	6450		6450	908	7.1
1962/63	4850		4850	584	8.3
1963/64	11741		11741	1195	9.8
1964/65	17549		17549	2304	7.6
1965/66	24563		24563	2392	10.3
1966/67	17447		17447	2166	8.0
1967/68	13967		13967	1463	9.5
1968/69	11819		11819	1210	9.8
1969/70	16614		16614	1324	12.5
1970/71	15838		15838	1183	13.4
1971/72	16101		16101	1154	14.0
1972/73	17868	986	18854	1345	14.0
1973/74	21251	852	22103	1345	16.4
1975	16568	747	17315	1726	10.0
1976	12237	522	12759	1394	9.2
1977	18063	768	18831	1477	12.3
1978	9919	505	10424	1052	9.9
1979	12974	943	13917	1028	13.5
1980	12295	1014	13309	913	14.6

FUENTE: Elaboración propia en base a memorias anuales y datos de la empresa.



CUADRO N° 2.1.2

HIERRO, PRODUCCION POR HORA DIRECTA  
(Indice 1977 = 100)

7606	87.82
7609	90.12
7612	102.56
7703	94.76
7706	96.32
7709	101.00
7712	104.79
7803	67.12
7806	73.63
7809	82.41
7812	83.55
7903	81.55
7906	88.51
7909	87.10
7912	91.13
8003	85.23
8006	101.45
8009	109.75
8012	105.19
8103	121.97
8106	113.71

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 2.1.3

ALUMINIO, PRODUCCION POR HORA DIRECTA  
(Indice 1977 = 100)

7606	65.48
7609	92.80
7612	103.34
7703	114.08
7706	100.63
7709	92.19
7712	101.36
7803	72.74
7806	93.29
7809	100.52
7812	102.60
7903	106.59
7906	111.13
7909	100.08
7912	104.68
8003	97.83
8006	104.18
8009	106.67
8012	136.34
8103	248.49
8106	238.15

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 2.1.4

LA RELACION EMPIRICA ENTRE PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA Y ESCALA

PLANTAS	N	FRECUENCIA	PERIODO	ORDENADA	ESCALA	$\bar{R}^2$	F(1/18)	D.W.
HIERRO Y ALUMINIO	21	Anual	1959/60 a 1980	2.03239 (3.40599) *	.00030 (2.99238) *	.295	8.954 *	1.764
HIERRO	21	Trimestral	II-76 a II-81	.00107 (4.77427) *	.000001 (6.21437) *	.664	38.618 *	1.636
ALUMINIO	21	Trimestral	II-76 a II-81	.00169 (2.85170) *	.000011 (2.16964) **	.163	4.707 **	1.264

FUENTES Y METODOS: Aplicación de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) a las variables transformadas con un esquema autoregresivo de primer orden según la rutina COCHRANE-ORCUTT (2 iteraciones).  
 N: Número de observaciones  
 PRODUCTIVIDAD: En el primer caso resulta de dividir el total de producción (fusión) por las personas ocupadas; en los otros dos se tomó en el denominador las horas trabajadas.  
 ESCALA: Se tomó como tal el indicador de producción (fusión).  
 ( ): Corresponde al estadístico t.  
 \*, \*\*: Estadísticamente significativo al 1% y 5% de probabilidad respectivamente.

## 2.2 LOS NIVELES DE PRODUCCION

La producción de la planta se estudiará a través del análisis de la evolución del tonelaje de material (hierro y aluminio) fundido. La diversidad de productos y la falta de información no hicieron posible otra alternativa de medición. Debe tenerse en cuenta que en cuanto haya cambios tanto en la composición de la producción como en la calidad de las piezas producidas, el mencionado indicador puede ofrecer algunos problemas.

Si se observan los datos anuales de producción de las últimas dos décadas (ver Cuadro N° 2.1.1) los hechos más notables son los fuertes incrementos que se produjeron en los periodos 1963/64, 1964/65 y en 1969/70. El primero de ellos corresponde a la consolidación de la industria automotriz en el país y, especialmente, a los aumentos en el grado de integración de partes nacionales que dicho sector tuvo que efectuar en cumplimiento de los planes de promoción respectivos. Hacia ese entonces, se produjo un aumento de la capacidad de producción de la planta y una de las firmas automotrices pasó a tomar una participación mayoritaria en la empresa. Debe tenerse en cuenta que los altos niveles de producción de 1965/66 y del periodo siguiente no son comparables con los correspondientes al resto de la serie (anteriores y posteriores) pues incluyen los volúmenes fundidos en otra planta que la firma operó durante esos años.

Hacia fines de la década del sesenta se dio un nuevo salto en los volúmenes producidos, periodo en el cual se efectuaron importantes inversiones que incrementaron la capacidad de la planta. En 1976 y durante los últimos tres años los volúmenes producidos fueron bajos, reflejando la recesión experimentada por la actividad automotriz en particular y la industria en su conjunto.

Los Cuadros N° 2.2.1 y 2.2.2 muestran la evolución de la producción trimestral desde 1976 en hierro y aluminio. Allí se advierte que durante los primeros tres meses de 1978 la escasa demanda y los altos stocks llevaron a

que la planta dejase prácticamente de producir. El otro hecho importante que surge es la diferencia en la evolución seguida últimamente por las plantas de hierro y aluminio. Esta última registra un constante incremento desde 1979, alcanzando en la segunda parte de 1980 y en 1981 niveles superiores a los logrados en 1977. Como se ha indicado precedentemente, ello está relacionado con la entrada en producción de una planta de aleación de aluminio, cuyas inversiones iniciadas en 1979 maduraron a partir de noviembre de 1980 con una fuerte expansión en la producción de lingotes con destino a terceros. Durante 1981 es especialmente notable la importancia relativa de este rubro respecto de otros destinos.

CUADRO N° 2.2.1

HIERRO, PRODUCCION FUNDICION  
(Indice 1977 = 100)

7606	75.41
7609	56.35
7612	80.82
7703	66.59
7706	92.76
7709	105.36
7712	135.29
7803	18.45
7806	54.47
7809	72.70
7812	76.23
7903	47.15
7906	80.62
7909	78.22
7912	83.50
8003	40.13
8006	70.64
8009	98.92
8012	65.45
8103	52.72
8106	42.90

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 2.2.2

ALUMINIO, PRODUCCION FUNDICION  
(Indice 1977 = 100)

7606	60.50
7609	56.32
7612	69.88
7703	63.10
7706	95.96
7709	118.38
7712	122.56
7803	16.69
7806	74.05
7809	87.61
7812	85.53
7903	71.45
7906	138.20
7909	131.94
7912	151.76
8003	101.17
8006	129.34
8009	137.16
8012	161.15
8103	166.88
8106	181.49

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

### 2.3 LAS HORAS TRABAJADAS Y EL PERSONAL OCUPADO

El Cuadro N° 2.1.1 muestra también la evolución de los niveles anuales de ocupación desde 1960. Salvo los valores extremos, el inferior de 1962/63 y los superiores de 1967/68 y 1975, la ocupación de la planta ha oscilado entre los 1.100 y 1.300 personas. Durante los últimos tres años, sin embargo, se nota una disminución en los planteles hasta llegar en 1980 a un valor de 900, siendo los de la primera mitad de 1981 aún más reducidos.

La información sobre composición del empleo pudo obtenerse solamente para el período 1974-1981 y se presenta en el Cuadro N° 2.3.1. La primera distinción se refiere a la mano de obra mensualizada y jornalizada. Se aprecia que en 1977 se produjo una caída de la importancia relativa del personal mensualizado, lo que podría esperarse dado el incremento en la producción y el carácter de indirecto que tiene la mayoría del personal comprendido en esta categoría. Sin embargo, similar participación de los mensualizados continuó registrándose en 1978, año en el cual la producción cayó significativamente.

El personal jornalizado fue, a su vez, clasificado en dos categorías, una que incluye a los dedicados directamente al proceso productivo y la otra correspondiente a la mano de obra indirecta, sin embargo, la reducida extensión de la serie no permite extraer conclusiones muy firmes. Se observa una disminución de la importancia del personal indirecto en 1978, año durante el cual la planta redujo el empleo total. La evolución posterior indica a principios de 1979 una disminución en el peso de este segmento de trabajadores resultante de un recupero de la producción, advirtiéndose una asimetría en su modificación posterior en circunstancias que la actividad vuelve a deprimirse.

Un análisis de las cifras sobre evolución del número de trabajadores mensualizados y jornalizados indirectos desde fines de 1977, sugiere que el comportamiento de la estructura de la mano de obra refleja un redimensionamiento del empleo no dedicado directamente a la producción de bienes. En efecto,



durante 1978 la menor producción determinó una reducción similar del empleo directo e indirecto. Este último no mostró, como era de esperar, una respuesta relativamente inelástica al nivel de actividad. Esta característica siguió verificándose durante 1979 y 1980, especialmente en lo que hace al personal jornalizado indirecto. Durante el primer semestre de 1981, cuando el empleo directo vuelve a mostrar una disminución significativa (1/3), el indirecto desciende en proporciones similares.

Corresponde destacar que las ingenierías de la firma tuvieron un comportamiento algo diferente. Así, agrupando las de manufactura, producto, proceso, proyectos, industrial, programación y planeamiento, se observa que después de una caída en 1978 similar a la del resto de los mensualizados, su tasa de disminución fue menor en 1979/80 y sustancialmente más baja en 1981.

En cuanto a los jornalizados, el efecto del redimensionamiento del plantel no sólo ha cambiado el nivel absoluto del "potencial laboral" sino que ha afectado fuertemente el promedio de edades de las pirámides respectivas. De tal manera, las tasas de disminución del total de operarios entre 1977 y 1981 en el tramo de edades inferiores a 30 años, fue un 48% superior a la tasa media. Las incorporaciones registradas corresponden a supervisores que pasaron de personal indirecto a directo, favoreciendo así el reacondicionamiento futuro de la planta una vez que se superase la presente situación de fuerte retracción en el nivel de actividad. En tal sentido, también, la actual dimensión del plantel se mantiene en un nivel superior a las necesidades dadas por la escala de operación presente, con el objeto de responder rápidamente a eventuales aumentos en el nivel de actividad.

Parecería, entonces, que tanto en 1978 como en 1981 la empresa era pesimista en cuanto a la evolución futura de la demanda de sus productos. Asimismo, la hipótesis de que habría existido una decisión de redimensionar el empleo indirecto, se vería reforzada por el hecho de que esta reducción afectó a casi todas las secciones de la empresa, estén éstas relacionadas con la producción:

mantenimiento, almacenaje, control de calidad, como en tareas administrativas y de comercialización.

Se han confeccionado, también, las series de las horas directamente dedicadas al proceso productivo en las plantas de hierro y aluminio, las que se incluyen en los Cuadros N° 2.3.2 y 2.3.3 respectivamente. Se aprecia allí que su evolución es muy similar a la seguida por la producción. De la estadística de horas directas se ha podido obtener también la información acerca de cómo éstas se distribuyen por sección (Cuadros N° 2.3.4 y 2.3.5). En hierro surge con claridad la disminución de la importancia relativa del tiempo dedicado a Moldeo "A" desde 1978 y a Rebaba desde fines de 1979. Por el contrario, a lo largo del período con registro se advierte una tendencia creciente del tiempo relativo dedicado a usinado, especialmente desde 1980. Esto no responde a una mayor actividad en dicha sección sino, más bien, a una caída en los tiempos de las secciones más importantes.

En cuanto a la estructura de las horas directas en la planta de aluminio, las cifras no muestran en general ninguna tendencia definida, salvo un muy leve crecimiento del tiempo relativo dedicado a noyería, especialmente desde fines de 1978. En los últimos trimestres, la excepción corresponde a hornos, donde la introducción de la planta de aleaciones se tradujo en un aumento del tiempo de proceso respecto de la situación anterior. Así, al tomar como punto de partida la materia prima en vez del lingote se alargó el tiempo de fusión. Actualmente, los insumos son lingote puro, chatarra, virutas y los elementos de aleación como ser manganeso y cobre. Estos últimos tienen puntos de fusión más elevados que el correspondiente al lingote aleado adquirido anteriormente. Por tal motivo, los tiempos de fusión aumentaron, reflejándose en un aumento de la participación relativa de hornos en las horas trabajadas correspondientes al primer y segundo trimestre de 1981.

CUADRO N° 2.3.1

COMPOSICION DEL PERSONAL OCUPADO  
(En porcentaje)

	TOTAL	1	2	3	4
7409	100.00	0.00	0.00	74.47	25.53
7412	100.00	0.00	0.00	74.01	25.99
7503	100.00	0.00	0.00	73.84	26.16
7506	100.00	0.00	0.00	74.15	25.85
7509	100.00	0.00	0.00	74.35	25.65
7512	100.00	0.00	0.00	73.98	26.02
7603	100.00	0.00	0.00	73.21	26.79
7606	100.00	0.00	0.00	73.58	26.42
7609	100.00	0.00	0.00	73.54	26.46
7612	100.00	0.00	0.00	73.48	26.52
7703	100.00	0.00	0.00	73.94	26.06
7706	100.00	0.00	0.00	74.70	25.30
7709	100.00	50.93	24.73	75.65	24.35
7712	100.00	55.19	22.99	78.19	21.81
7803	100.00	56.08	21.83	77.91	22.09
7806	100.00	56.28	22.12	78.39	21.61
7809	100.00	56.42	21.37	77.79	22.21
7812	100.00	56.23	21.40	77.64	22.36
7903	100.00	57.37	19.73	77.09	22.91
7906	100.00	58.49	18.84	77.33	22.67
7909	100.00	59.38	18.26	77.64	22.36
7912	100.00	59.62	18.50	78.11	21.89
8003	100.00	58.23	18.99	77.22	22.78
8006	100.00	57.17	18.95	76.12	23.88
8009	100.00	58.67	18.08	76.75	23.25
8012	100.00	58.17	18.33	76.50	23.50
8103	100.00	58.82	18.09	76.91	23.09
8106	100.00	57.58	18.34	75.92	24.08

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. 1. Jornalizados directos; 2. Jornalizados indirectos; 3. Total jornalizados; 4. Mensualizados. En los primeros años no se contó con el desglose de los jornalizados.

CUADRO N° 2.3.2

HIERRO, HORAS DIRECTAS  
(Indice 1977 = 100)

7503	95.88
7506	134.23
7509	117.41
7512	70.93
7603	66.98
7606	85.86
7609	62.52
7612	78.80
7703	70.27
7706	96.31
7709	104.31
7712	129.11
7803	27.49
7806	73.97
7809	88.22
7812	91.25
7903	57.82
7906	91.09
7909	89.81
7912	91.63
8003	47.09
8006	69.63
8009	90.13
8012	62.22
8103	43.23
8106	37.73

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 2.3.3

ALUMINIO, HORAS DIRECTAS  
(Indice 1977 = 100)

7503	100.76
7506	133.89
7509	113.18
7512	82.70
7603	57.28
7606	92.39
7609	60.69
7612	67.62
7703	55.31
7706	95.36
7709	128.42
7712	120.91
7803	22.94
7806	79.38
7809	87.16
7812	83.36
7903	67.03
7906	124.36
7909	131.84
7912	144.98
8003	103.42
8006	124.14
8009	128.58
8012	118.20
8103	67.16
8106	76.21

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 2.3.4

HIERRO, COMPOSICION DE LAS HORAS DIRECTAS POR SECCION  
(En porcentaje)

	TOTAL,	1	2	3	4	5	6	7	8
7503	100.00	23.57	8.25	4.12	5.27	6.86	3.47	34.56	13.89
7506	100.00	26.70	8.28	6.25	1.27	8.83	5.91	30.10	12.67
7509	100.00	25.39	7.78	5.38	1.57	8.71	5.57	32.23	13.38
7512	100.00	25.28	6.42	5.14	2.24	8.40	5.64	34.44	12.45
7603	100.00	24.40	6.04	5.10	1.91	9.03	5.08	34.09	14.34
7606	100.00	21.28	5.12	4.68	3.01	9.21	4.68	34.96	17.07
7609	100.00	23.51	5.44	3.70	2.78	9.17	4.17	33.14	18.11
7612	100.00	29.50	7.10	3.05	1.03	10.18	3.93	30.85	14.35
7703	100.00	26.64	6.35	3.67	2.94	9.66	3.90	36.13	10.71
7706	100.00	23.76	6.37	4.17	2.24	9.79	3.99	37.22	12.47
7709	100.00	25.87	6.36	4.92	1.88	10.23	4.72	33.41	12.61
7712	100.00	28.28	6.52	5.17	3.00	10.02	5.02	30.85	11.14
7803	100.00	23.58	6.06	4.76	2.77	8.90	5.28	32.81	15.85
7806	100.00	22.18	6.18	3.79	3.08	8.86	4.72	32.21	18.98
7809	100.00	25.21	5.57	5.57	2.29	8.63	5.11	28.85	18.76
7812	100.00	25.84	6.83	4.49	1.17	8.53	5.32	30.94	16.88
7903	100.00	26.11	6.78	4.26	0.97	8.10	4.88	31.73	17.16
7906	100.00	27.06	6.81	5.87	0.03	8.09	4.77	30.37	16.99
7909	100.00	25.17	6.65	5.24	0.73	8.21	4.95	29.90	19.16
7912	100.00	24.56	5.48	6.82	0.89	8.71	4.98	26.63	21.93
8003	100.00	21.54	5.14	6.63	0.98	8.57	4.95	23.12	29.07
8006	100.00	22.82	5.36	7.58	0.30	9.44	5.29	22.39	26.82
8009	100.00	24.15	5.74	6.38	0.62	9.10	5.62	24.80	23.59
8012	100.00	23.68	5.14	7.46	0.55	9.45	6.10	23.90	23.72
8103	100.00	22.08	6.61	6.65	0.09	9.59	6.16	23.74	25.08
8106	100.00	21.07	6.59	6.72	0.55	9.46	6.07	24.48	25.05

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. 1. Noyerfa; 2. Moldeo A; 3. Moldeo B; 4. Moldeo C; 5. Hornos; 6. Desterronado; 7. Rebaba; 8. Usinado.

CUADRO Nº 2.3.5

ALUMINIO, COMPOSICION DE LAS HORAS DIRECTAS POR SECCION  
(En porcentaje)

	TOTAL	1	2	3	4	5
7503	100.00	21.54	10.02	13.42	12.19	42.83
7506	100.00	23.32	9.02	13.78	12.08	41.81
7509	100.00	22.21	11.45	13.28	12.77	40.30
7512	100.00	22.61	14.17	9.57	12.88	40.77
7603	100.00	18.66	12.98	8.46	10.83	49.07
7606	100.00	21.40	12.16	9.98	14.58	41.88
7609	100.00	24.72	12.99	6.43	13.33	42.53
7612	100.00	23.34	17.07	6.34	12.94	40.31
7703	100.00	27.87	10.69	10.27	14.32	36.84
7706	100.00	23.39	12.39	10.00	12.67	41.55
7709	100.00	23.71	9.00	11.92	11.73	43.64
7712	100.00	23.79	10.15	11.12	12.66	42.28
7803	100.00	17.90	5.91	14.73	12.31	49.15
7806	100.00	23.27	10.20	11.61	12.37	42.54
7809	100.00	24.32	10.64	10.12	12.44	42.48
7812	100.00	26.45	10.12	10.38	12.52	40.53
7903	100.00	27.41	12.68	8.07	11.32	40.52
7906	100.00	25.63	13.92	7.38	11.83	41.24
7909	100.00	27.35	10.29	9.39	10.93	42.04
7912	100.00	28.02	11.61	9.42	10.70	40.24
8003	100.00	28.03	12.14	7.57	10.39	41.86
8006	100.00	26.83	11.74	8.16	10.66	42.61
8009	100.00	26.46	10.89	9.56	12.03	41.05
8012	100.00	25.85	9.32	11.31	14.19	39.33
8103	100.00	25.34	11.99	6.09	20.23	36.35
8106	100.00	23.37	10.79	6.71	23.82	35.31

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. 1. Noyerfa;  
2. Moldeo A; 3. Moldeo B; 4. Hornos; 5. Rebaba.





### 3. INNOVACIONES EN EL PROCESO Y APRENDIZAJE

Luego del análisis de la "performance" de la planta, este capítulo se dedica específicamente a la discusión de las innovaciones en el proceso. En la sección primera se realiza un enfoque agregado del aumento de eficiencia en el uso de la mano de obra, aspecto relacionado fundamentalmente con el redimensionamiento del potencial laboral a partir de 1978. Luego, para tres productos de la planta de hierro se provee una historia de sus innovaciones recientes y una estimación del impacto cuantitativo en las respectivas horas standard. Finalmente, se presentan las actividades de la ingeniería de instalaciones, se trata de una consultora desprendida de la fundición, donde se plantea un caso de difusión a terceros del aprendizaje acumulado en la planta.

#### 3.1 LOS INDICADORES AGREGADOS

En los Cuadros N° 3.1.1 y 3.1.2 se presenta la evolución de la eficiencia en el uso de la mano de obra. Esto, según se indicó, corresponde a la relación entre horas standard y horas trabajadas. Se aprecia que en Hierro el indicador muestra una evolución creciente dentro del período bajo estudio, mientras que en Aluminio los valores trimestrales oscilan alrededor de un valor medio prácticamente constante.

Concentrando el análisis en la planta de fundición de Hierro, se ha calculado el mismo indicador para cuatro secciones importantes de la planta (Cuadros N° 3.1.3 a 3.1.6). De su comparación surge que la tendencia creciente que muestra la serie para el agregado de Hierro parece ser el resultado de lo acontecido en algunas secciones, a saber: Noyería, Rebaba y, hasta cierto punto, en Moldeo "B"; por el contrario, en Moldeo "A" no se aprecia tendencia definida. Esta asociación puede observarse más claramente en el Cuadro N° 3.1.7, donde se presentan los coeficientes de correlación de ordenamiento (Spearman) entre los valores de la relación horas standard y horas trabajadas de la planta

de Hierro y de las cuatro secciones consideradas.

Asimismo, los aumentos de eficiencia que se están discutiendo aquí habrían sido acompañados de reducciones en las horas standard fijadas para la realización de las distintas tareas. Se tendría, así, otro factor que contribuiría a explicar los aumentos de productividad de la mano de obra mencionados en el capítulo anterior. Sin embargo, la información existente no permite confeccionar un indicador agregado que pueda reflejar este fenómeno para la planta en su conjunto. Con el fin de aproximarse a un indicador de la evolución de horas standard unitarias necesarias para la producción de una determinada mezcla de piezas, se computó el cociente entre el índice de horas standard totales y el índice de fusión. Si bien los cambios en la composición de la producción generan problemas para interpretar este índice, sus resultados resultan coherentes con las cifras que se discutirán en la próxima sección para tres productos seleccionados.

Un indicador alternativo del aumento de la productividad de la mano de obra relacionado con el aprendizaje surge de la magnitud de los rechazos. Este índice resulta de comparar el tonelaje de las piezas rechazadas y producidas respectivamente. En Hierro se observan dos niveles, el correspondiente a la última parte de la década anterior donde se observan valores extremos de 13.8% (1976) y 8.1% (1979) y los reducidos valores de 1980/81 de 5.5%. En Aluminio se observa un comportamiento más estable, alrededor del 5%, pero también con un fuerte aumento en 1976 (7.3%). Para analizar los altos valores correspondientes a 1976 se procedió a descomponer estas cifras en rechazos internos (en la planta) y externos. En los primeros (Hierro) la serie muestra pocos cambios mientras que el alto nivel correspondiente a dicho año es asignable a los rechazos de clientes. Lamentablemente, en los archivos no pudo obtenerse la información respectiva.

Es decir, la disminución en el tiempo unitario de proceso, el aumento de eficiencia en la mano de obra y la reducción en el indicador de rechazos re-

gistran en distintas dimensiones el efecto acumulativo del aprendizaje en la planta y la introducción de innovaciones. Se trataría de mejoras en tiempos y movimientos y de cambios técnicos incorporados en nuevos bienes de capital. En la sección siguiente estos aspectos serán analizados detalladamente para productos seleccionados de la planta de hierro.

CUADRO N° 3.1.1

HIERRO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS TOTALES  
(Indice 1977 = 100)

7503	***	85.61
7506	*****	94.31
7509	*****	97.07
7512	*****	94.99
7603	!	84.02
7606	*****	99.10
7609	*****	102.78
7612	*****	102.81
7703	*****	96.31
7706	*****	96.96
7709	*****	102.74
7712	*****	102.07
7803	*****	99.64
7806	*****	97.90
7809	*****	99.94
7812	*****	99.89
7903	*****	100.56
7906	*****	105.45
7909	*****	106.38
7912	*****	106.56
8003	*****	95.89
8006	*****	103.57
8009	*****	110.48
8012	*****	120.18
8103	*****	111.02
8106	*****	111.76

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.1.2

ALUMINIO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS TOTALES  
(Indice 1977 = 100)

7503	78.34
7506	87.72
7509	85.27
7512	85.04
7603	87.50
7606	94.41
7609	96.15
7612	94.73
7703	100.13
7706	99.88
7709	99.50
7712	100.56
7803	95.62
7806	89.52
7809	93.47
7812	95.41
7903	95.68
7906	94.42
7909	93.61
7912	92.03
8003	80.85
8006	88.15
8009	91.52
8012	93.74
8103	98.00
8106	93.27

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.1.3

HIERRO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS EN NOYERIA  
(Indice 1977 = 100)

7503	92.83
7506	90.17
7509	98.32
7512	97.38
7603	87.50
7606	102.06
7609	106.92
7612	101.30
7703	96.69
7706	105.56
7709	100.00
7712	98.21
7803	100.97
7806	103.74
7809	102.63
7812	109.41
7903	109.37
7906	110.06
7909	113.09
7912	110.65
8003	111.28
8006	115.02
8009	120.78
8012	128.67
8103	110.76
8106	107.73

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.1.4

HIERRO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS EN MOLDEO  
(Indice 1977 = 100)

7503	87.37
7506	88.71
7509	95.90
7512	94.46
7603	91.50
7606	101.47
7609	101.27
7612	101.60
7703	97.44
7706	96.67
7709	104.15
7712	100.51
7803	94.47
7806	96.24
7809	99.44
7812	97.16
7903	96.78
7906	97.32
7909	95.30
7912	95.09
8003	88.45
8006	91.65
8009	101.77
8012	104.51
8103	87.41
8106	85.97

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.1.5

HIERRO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS EN MOLDEO B  
(Indice 1977 = 100)

7503	85.66
7506	89.81
7509	91.89
7512	100.20
7603	87.28
7606	95.70
7609	103.60
7612	104.04
7703	98.94
7706	98.67
7709	101.77
7712	99.85
7803	96.13
7806	102.89
7809	99.95
7812	101.51
7903	112.04
7906	107.64
7909	115.49
7912	113.83
8003	81.58
8006	91.99
8009	104.10
8012	104.36
8103	94.06
8106	102.49

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.



CUADRO N° 3.1.0

HIERRO, RELACION ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS EN REBABA  
(Indice 1977 = 100)

7503	93.32
7506	103.98
7509	102.29
7512	96.13
7603	76.38
7606	99.68
7609	110.10
7612	113.18
7703	95.26
7706	91.72
7709	106.65
7712	104.65
7803	108.29
7806	100.89
7809	103.43
7812	99.60
7903	105.90
7906	111.77
7909	113.48
7912	114.68
8003	112.56
8006	124.74
8009	121.11
8012	142.18
8103	134.18
8106	133.22

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.1.7

HIERRO, MATRIZ DE CORRELACION (SPEARMAN) DE RELACIONES  
ENTRE HORAS STANDARD Y TRABAJADAS POR SECCIONES

	TOTAL	NOYERIA	MOLDEO "A"	MOLDEO "B"	REBABA
TOTAL	1.00	.74 *	.30	.67 *	.87 *
NOYERIA		1.00	.13	.48 **	.75 *
MOLDEO "A"			1.00	.50 *	.05
MOLDEO "B"				1.00	.42 **
REBABA					1.00

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. N = 26.  
\*, \*\*: estadísticamente significativos al 1% y 2.5% de probabilidad respectivamente.

### 3.2 INNOVACIONES EN EL PROCESO EN PRODUCTOS SELECCIONADOS

Con el objeto de efectuar un análisis más detallado de las innovaciones introducidas en el proceso, se ha focalizado el estudio en tres de las principales piezas que produce la planta de hierro: un block de cilindros, un múltiple de admisión y escape y un árbol de levas. Esta selección pareció adecuada, no sólo por ser representativa de los principales procesos de la planta, sino también por el hecho que el volumen de mano de obra directa requerida para la producción de los mismos experimentó reducciones significativas, tal como lo muestran las series de horas standard (véanse los Cuadros N° 3.2.2, 3.2.4 y 3.2.6). Asimismo, para facilitar la discusión de las mejoras introducidas, se han confeccionado tres cuadros que sintetizan las secuencias de tareas actuales necesarias para la producción de cada una de las piezas estudiadas (Cuadros N° 3.2.1, 3.2.3 y 3.2.5).

#### a) BLOCK DE CILINDROS (1)

Las reducciones más importantes en los tiempos unitarios requeridos para producir el block de cilindros acontecieron en 1980 y 1981 (8 y 20% respectivamente). El Cuadro N° 3.2.2 indica disminuciones en las horas standard en las secciones noyería, moldeo, hornos y desterronado. La caída en el tiempo total se explica, en su mayor parte, por lo acontecido en noyería y rebaba, secciones que insumen una parte sustancial del tiempo necesario para la pro-

---

(1) Este block comenzó a fundirse en la empresa aproximadamente en el año 1963. La fusión y el moldeo se realizaban con una baja producción por hora (alrededor de 4 blocks). La noyería se hacía totalmente por proceso de arena y aceite. A partir de 1969 los "barrells", que también se fabricaban de la misma manera, comenzaron a hacerse con arena prevestida en sistema "shell-moulding". Los otros noyos comenzaron a producirse con arena fenólica en caja caliente, abandonando al antiguo sistema que obligaba a reforzarlos con barras de acero.

ducción de la pieza.

En lo que hace a noyería, una innovación que contribuyó a la reducción que se indica, fue la introducción de una torre enfriadora vertical. Anteriormente, los noyos cámara de agua, cámara de botadores y base de armado se fabricaban utilizando dos máquinas Sutter (caja caliente) de una estación. Luego, los noyos se colocaban en una cinta de enfriamiento, recorrían aproximadamente entre 7 y 10 metros y eran tomados por un operario que cambiaba la dirección de los mismos de una cinta longitudinal a otra transversal. A partir de ese momento otro grupo de operarios efectuaba el trabajo de rebabado y pintado. Finalizadas estas tareas, los noyos eran colocados en una angarilla y llevados a la estufa estática, donde se procedía al secado de la pintura. Luego, los noyos base de armado y cámara de agua entraban a una cinta de ensamble donde otro grupo de operarios efectuaba la unión de los mismos.

La innovación consistió en lo siguiente: luego de la operación de fabricación, los noyos cámara de agua y base de armado son colocados en una torre enfriadora vertical mientras que el noyo cámara de botadores es rebabado, pintado y angarillado. Los primeros, al descender de la torre enfriadora por la parte posterior, son tomados por un operario que procede a ensamblarlos. Luego, son pintados por inmersión y colocados en una angarilla. De ahí son llevados a la estufa estática donde quedan en condiciones de ser enviados a la sección de moldeo. Es decir, hubo una disminución en el tiempo requerido para la producción de estos noyos como consecuencia de la eliminación de uno de los dos procesos de estufado a los que eran sometidos. En efecto, anteriormente cada uno de los noyos era introducido en forma aislada en la estufa para el secado de la pintura. Posteriormente, se conectaban con cola y se efectuaba un nuevo estufado que tenía por objeto asegurar el secado del pegamento. La posibilidad de ir a una sola etapa de secado fue posible por la introducción para el ensamble de tornillos especiales para arena (laminados cilíndricos).

La incorporación del enfriador de noyos fue una idea elaborada entre la Dirección General y las Ingenierías de Producto, Proceso e Ingeniería Industrial (1), mientras que la parte de ensamble y rebabado del noyo cámara de agua y cámara de botadores fue observada en una planta automotriz de Alemania. Los motivos de estos cambios fueron económicos y los resultados fueron reducciones importantes de tiempos en el sector de noyería.

Otra mejora técnica que derivó en una reducción del tiempo standard en noyería fue la incorporación de cajas dobles para la fabricación de los noyos "barrell" (2) que corresponden al hueco del cárter y de los cilindros. Con anterioridad a esta mejora, un operario atendía dos máquinas simples, es decir, obtenía dos noyos por ciclo. Luego de la introducción de las máquinas dobles, un operario pasó a producir tres noyos al controlar una de estas dobles y una simple. Esta mejora, por lo tanto, incrementó el ritmo de producción, permitiendo también aprovechar en mayor medida otros puestos fijos de trabajo (3).

Rebaba, como se mencionó anteriormente, constituye la otra sección que insume una parte sustancial del tiempo de producción del block. Aquí hubo un cambio muy importante que consistió en la incorporación de una máquina fabricada localmente bajo licencia para el rebabado de las 4 caras del block. Anteriormente, esa tarea se realizaba con una amoladora oscilante manejada por un operario que realizaba aproximadamente 5 piezas por hora y amolaba cara superior e inferior. Las otras caras eran amoladas con piedras portátiles. La incorporación de esta máquina, que cuenta con 4 cabezales que trabajan de a 2, le permite a un operario hacer 40 blocks por hora. Esto posi

- (1) La participación de la consultora de instalaciones (ver sección 3.3) en la torre de enfriado fue menor en las etapas iniciales. La ingeniería de la fundición había hecho el estudio económico justificando su cambio, solicitándole a la consultora una estimación de costos. Una vez decidida su realización, la consultora hizo el plano de detalle y participó en su construcción.
- (2) Estos noyos se fabrican con el método "shell-moulding".
- (3) Al respecto, el gerente técnico de la consultora recordó que cuando actuaba en la ingeniería de instalaciones de la fundición se planteó la posibilidad de adaptar las primeras máquinas "Shalco" para soplar dos noyos "barrell". A su juicio esto habría facilitado la posterior especificación de las máquinas "Losino" para realizar dos noyos por ciclo en vez de uno.

bilitó, también, mejorar las condiciones de trabajo ya que se requiere menor esfuerzo físico por parte de los operarios, pues la carga y descarga se efectúa con auxilio de un aparejo neumático. Además, la nueva máquina reduce la polución, mediante una cabina dentro de la cual, a diferencia de la anterior, se efectúa toda la operación (1).

Otra de las secciones donde se produjeron reducciones importantes en los tiempos estándar fue "Hornos y Colada". Los tiempos de esta sección están determinados por dos elementos: uno es el valor que corresponde a minutos por kilogramo para la fabricación de hierro líquido que es multiplicado por el peso bruto de la pieza, y el segundo aspecto está dado por el tiempo de colada. El primero se redujo por automatización de algunas tareas. Por ejemplo; el operario llamado "vigía" que estaba sobre la plataforma de carga fue eliminado y reemplazado por una señal automática. Otro tanto ocurrió con los operarios que efectuaban la preparación de las cucharas considerados anteriormente como fijos, mientras que ahora se los computa por tiempo medido. Se modificó, también, el sistema de preparación del cubilote, reemplazando la utilización del ladrillo refractario por proyección de material refractario, con una economía bastante manifiesta. Todo esto ha disminuido el valor minuto por kilo en la fabricación de hierro, a lo que también hay que agregar la reducción en el peso de la pieza colada.

En cuanto a tiempo de colada, hasta el año 1980, había varias personas afectadas a la operación: coladores y operarios para el trasvase del hierro líquido desde el horno Junker a la cuchara y, además, un transportista con

---

(1) La participación de la consultora de instalaciones en este caso fue muy importante. Antes de comprar la máquina amoladora se observó su funcionamiento en otra fundición, detectándose la conveniencia de realizar un estudio sobre la recuperación de residuos. A tal efecto, se diseñó y construyó un foso sobre el cual hay una estructura de hierro donde se apoya la máquina. Debajo se instalaron tolvas y una cinta transportadora que recoge los residuos del proceso de amolado y los envía a una zaranda que separa la tierra del hierro, recuperándose este último. El resultado fue una inversión en obra civil equivalente al costo de la máquina de amolar.

un autoelevador trasladaba la cuchara unos 120 metros hasta la sección de moldeo. El cambio consistió en alterar ligeramente el lay-out y modificar el soporte del autoelevador para recibir la cuchara en otra posición. Con ello se logró acortar el recorrido, eliminar 2 operarios de trasvase y, sobre todo, lograr que se llegara más cómodamente en los momentos pico de utilización de hierro.

Finalmente es necesario indicar otra mejora técnica, el sistema de pintado por inmersión fue reemplazado por el pintado electrostático. Esta innovación se realizó en 1980 y si bien no se tradujo en menores tiempos standard significó una reducción del 50% en los costos de pintura.

Las innovaciones mencionadas anteriormente se han reflejado en los respectivos tiempos standard. En el Cuadro N° 3.2.2 se registra en Noyerfa una caída aproximada del 40% en el tiempo unitario. Analizando su composición, ésta es importante especialmente en los noyos "barrell" y cámara de agua, cuya reducción es mayor al promedio. Por su parte, en Hornos y Colada la caída es del 34% la que resulta uniforme en sus componentes. En Rebaba la reducción agregada es del 15%, lo que contrasta fuertemente con el llamado rebabado grueso (efectuado por la nueva máquina) cuya disminución fue del 39%. Por último, considerando la reducción en los tiempos totales el mayor peso le corresponde a Noyerfa y Rebaba.

#### b) MULTIPLES DE ADMISION Y ESCAPE

En el caso de esta pieza, las reducciones que se advierten son, fundamentalmente, producto de mejoras en el método operativo. Las máquinas que intervienen son las mismas, pero la caja de noyos sufrió modificaciones que permitieron aumentar el rendimiento de la misma y reducir considerablemente el tiempo. En Moldeo "B" hubo varias modificaciones: la reducción de tiempos en el paso del carrousel, la disminución de detenciones y, por último, un reordenamiento del

plantel fijo por automatización del ingreso de cajas a la máquina.

En la parte de hornos, los menores tiempos se deben a las reducciones en el valor minuto de fabricación de hierro líquido que fueron señaladas al analizar el block de cilindros.

El Cuadro N° 3.2.4 indica que en noyería la disminución agregada del tiempo standard fue de 23% aunque se encuentran reducciones específicas en sus componentes de hasta 45%. En cuanto a Rebaba su reducción es del 15%. En este caso tanto Noyería como Moldeo tienen el mayor peso en el valor promedio del índice.

#### c) ARBOL DE LEVAS

En la sección de moldeo, que es la que insume la mayor parte del tiempo necesario para la fabricación de la pieza, se efectuaron las reducciones más importantes en las horas standard. Esto fue producto de una modificación de relevancia en el material usado en la fundición. Hasta 1980 la pieza era de hierro gris y se colocaban coquillas en el molde a los efectos de lograr la dureza necesaria en las levas. Esto implicaba detener el carrousel para ubicar las coquillas o darle al carrousel un ritmo más lento, requiriéndose un número determinado de operarios para que efectuasen esa tarea; consecuentemente, el ritmo de producción de moldes era menor que en el caso de otras piezas. Hacia 1981 se logró convencer a los clientes de las bondades del árbol de levas de hierro aleado al cromo-níquel-molibdeno, pues el uso de esta aleación eliminaba la necesidad de introducir las coquillas (1).

(1) Lo que ha ocurrido es un cambio en la especificación del producto, es decir, la disminución del tiempo de moldeo de esta pieza respondió al cambio en la composición química del metal fundido. No se pudo tener acceso a los datos de precios, por lo que se supone que el usuario ha recibido las disminuciones de costos que habrían acompañado al ahorro simultáneo de mano de obra y capital (aumento de velocidad del carrousel de moldeo), respecto del incremento en los costos resultantes de sustituir hierro gris por aleado.



Con anterioridad al cambio en el material de fusión, se habían intentado otras modificaciones con el objeto de incrementar el ritmo de producción de moldes. En un momento dado se trabajaba con detención intermitente del carrousel, luego se decidió cambiar las poleas de mando del mismo para lograr un ritmo más lento. Dicho cambio se realizaba fuera de turno y se trabajaba así hasta el descanso; en ese momento se procedía a cambiar las poleas de velocidad y retomar el ritmo normal del carrousel para hacer piezas distintas.

El Cuadro N° 3.2.6 muestra la evolución de los tiempos standard desde 1977 a 1981. Aunque los mismos están afectados por tratarse de una sustitución de productos, la comparación resulta pertinente por satisfacer la misma necesidad por parte del usuario. Así, puede observarse que el impacto mayor corresponde a Moldeo que lidera la abrupta caída del índice total.

CUADRO N° 3.2.1

BLOCK DE CILINDROS, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
I. NOYERIA	- Arena con resina fenol-formaldehido	- Mezclado	- Molinos SIMPSON
		- Noyos: Cámara de agua, Cámara de Botadores y base de armado	- SUTTER 1730 (Hot-Box)
	- Arena prerrevestida (se adquiere preparada)	- Noyos Barrell para cilindros y carter	- LOSINO (Shell Moulding)
		- Terminación de Noyos Barrell (relleno con arena común, calentado, pintado y angarillado)	
		- Noyos cubrevolante y otros menores	- H-12 HANSBERG - REDFORD
II. FUSION	- Chatarra y arrabio	- Fusión	- Horno CUBILOTE
		- Ajuste de composición química y temperatura	- Hornos JUNKER
III. MOLDEO "A"	- Arena natural, mogul, bentonita, carbón mineral granulado	- Mezclado	- Molinos SIMPSON
		- Fabricación de Moldes	- MILWAUKEE
		- Inspección, pintado y secado de cajas	- Antorcha a gas
	- Noyos	- Posicionado de los Noyos en las cajas	
		- Inspección y sellado de los noyos, en las cajas con masilla al aceite	

CUADRO N° 3.2.1 (Cont. 2)  
 BLOCK DE CILINDROS, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
		- Inspección del molde superior	
		- Perforación de canales de escape de gases	
		- Colocación de molde superior sobre molde inferior	
	- Fundición gris	- Colada	- Cuchara de transporte de hierro fundido
		- Control de temperatura	- Pirómetro óptico
		- Transporte de moldes hacia Desmoldeo	- Carrousell
IV. DESTERRONADO	- Molde y pieza de hierro fundido	- Retirado de la caja superior y limpieza	- Zaranda vibratoria
		- Transporte al circuito Milwaukee superior	- MILWAUKEE
		- Extracción del Block de la caja inferior y envío de ésta al circuito Milwaukee inferior	- MILWAUKEE
		- Enfriado de Blocks en el circuito aéreo y transporte hacia Rebabado	
V. REBABADO	- Block	- Corte de rebabas y colada	- Golpes de Maza
		- Zarandeado	- Zaranda vibratoria
		- Amolado de caras	- LOSINO

CUADRO N° 3.2.1 (Cont. 3)  
 BLOCK DE CILINDROS, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
		- Limpiado del Block mediante granallado automático	- WHELABRATOR
		- Desprendimiento de granallas	- Zaranda
		- Control de dureza	- Durómetro BRINELL
		- Prueba de estanqueidad	- Cámara de agua
		- Transporte hacia zona de Terminación	
VI. TERMINACION	- Block	- Pintado electrostático	- WAGNER AIRLESS
		- Control dimensional	

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.2.2

BLOCK DE CILINDROS, EVOLUCION DEL TIEMPO STANDARD POR SECCION  
(Indice 1977 = 100)

	AÑO	1977	1978	1979	1980	1981
SECCION						
Noyerfa		100.00	100.00	107.86	91.97	59.81
Moldeo A		100.00	92.00	92.00	84.33	76.65
Hornos y Colada		100.00	93.56	76.48	70.26	65.64
Desterronado		100.00	91.98	104.80	91.86	79.71
Rebaba		100.00	100.00	100.00	100.00	84.96
Tratamiento térmico		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Total		100.00	97.90	99.48	91.22	72.02

FUENTE: Datos de la empresa.

CUADRO N° 3.2.3

MÚLTIPLE DE ADMISION Y ESCAPE, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
I. NOYERIA	- Arena con fenol-formaldehído	- Preparación (mezclado)	- Molinos PORTO MULLER
		- Fabricación de Noyos para conductos de Admisión y Escape	- Sopladoras REDFORD (Hot-Box)
II. FUSION	- Arrabio, chatarra	- Fusión - Ajuste de composición química y temperatura	- Horno CUBILOTE - Horno a inducción JUNKER
III. MOLDEO "B"	- Tierra especial	- Preparación	- Molinos SPEED-MULLER
		- Fabricación de los moldes superior e inferior	- S.P.O. M2646IR para moldes superiores - S.P.O. M2646IR para moldes inferiores
	- Noyos	- Colocación de Noyos (manualmente)	
		- Perforación de orificios para escape de gases - Colocación de moldes superiores sobre moldes inferiores	

CUADRO Nº 3.2.3 (Cont. 2)

MÚLTIPLE DE ADMISION Y ESCAPE, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
	- Fundición Gris	- Colada del hierro fundido - Control de temperatura	- Cuchara de transporte de hierro fundido - Pirómetro óptico
IV. DESTERRONADO	- Moldes con piezas fundidas	- Retirado de moldes superiores y envío al circuito S.P.O. - Retirado de piezas (múltiples) y envío de moldes inferiores al circuito S.P.O. - Quitado de tierra adherida a las piezas y colocado de éstas en bandejas para su enfriamiento - Ya frías, las piezas se retiran de las bandejas y se colocan en cestones para su transporte a Terminación	- Carrousell - Carrousell - Zaranda vibratoria
V. TERMINACION	- Múltiple de admisión y escape	- Granallado para eliminar tierra y arena - Eliminación de rebabas	- TUMBLAST - Amoladora de pedestal

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.2.4

MÚLTIPLE DE ADMISION Y ESCAPE, EVOLUCION DEL TIEMPO STANDARD POR SECCION  
(Indice 1977 = 100)

SECCION	AÑO	1977	1978	1979	1980	1981
Noyerfa		100.00	100.00	107.80	107.80	77.37
Moldeo B		100.00	100.00	95.98	80.14	73.76
Hornos y Colada		100.00	96.21	90.15	81.81	69.70
Desterronado		100.00	100.00	94.34	70.44	54.09
Rebaba		100.00	100.00	100.00	100.00	85.22
Total		100.00	99.60	100.36	95.33	77.29

FUENTE: Datos de la empresa.



CUADRO N° 3.2.5

ARBOL DE LEVAS, SECUENCIA DE TAREAS POR SECCION

<u>Sección</u>	<u>Material</u>	<u>Tareas</u>	<u>Máquinas</u>
I. MOLDEO "B"	- Tierra de moldeo	- Preparación (mezclado)	- Molino
		- Fabricación de moldes superiores e inferiores	- S.P.O. M2646IR para moldes inferiores - S.P.O. M2646IR para moldes superiores
	- Fundición	- Colada del acero en los moldes - Control de temperatura	- Cuchara de transporte de hierro fundido - Pirómetro óptico
II. FUSION	- Arrabio	- Fusión	- Horno CUBILOTE
	- Ferroaleaciones (cromo, níquel, molibdeno)	- Ajuste de composición química y temperatura - Transporte hacia Desterro nado	- Horno a inducción JUNKER - Carrousell aéreo
III. DESTERRONADO	- Moldes con el acero vertido	- Desmoldeo y zarandeado	- Zaranda vibratoria
IV. TERMINACION	- Arbol de levas	- Granallado - Rebabado	- WHELABRATOR - Amoladora de línea

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa.

CUADRO N° 3.2.6

ARBOL DE LEVAS, EVOLUCION DEL TIEMPO STANDARD POR SECCION  
(Indice 1977 = 100)

SECCION	AÑO	1977	1978	1979	1980	1981
Moldeo B		100.00	92.62	92.62	44.69	13.88
Hornos y Colada		100.00	95.22	91.87	94.74	50.24
Desterronado		100.00	95.43	95.43	83.76	21.83
Rebaba		100.00	100.00	100.00	100.00	77.12
Total		100.00	95.04	94.66	68.06	34.48

FUENTE: Datos de la empresa.

### 3.3 LA INGENIERIA DE INSTALACIONES

A mediados de la década del 50 la planta analizada comenzó a desarrollar su ingeniería de instalaciones (1). La incorporación de un técnico permitió proveer tal servicio que incluía, también, el diseño y fabricación de equipos. Luego, en una segunda época, dicho departamento proveyó servicios y vendió máquinas a terceros.

Por su parte, la actual firma consultora tuvo un origen comercial, pues se dedicaba a la venta de materiales para fundición: arrabio, aglomerantes para tierras, etc. y comenzó, también, a vender las máquinas fabricadas por el departamento de instalaciones de la fundición. A mediados del 60 la fundición decidió dejar de producir maquinarias vendiendo los planos de dichos modelos a la consultora. La fabricación de los mismos tenía lugar en un taller formado por capataces y operarios de la fundición que antes realizaban similares tareas en la firma. Este taller producía máquinas no sólo para la consultora sino, también, para la fundición y para terceros. Finalmente, alrededor de 1970 dicho taller quebró debido a una deficiente administración. Así, la consultora como principal acreedor se hizo cargo directamente de la producción de maquinarias.

Al año siguiente, debido a la falta de capitales, la consultora recibió un aporte importante de la fundición (2) tomando esta última la dirección de la empresa. Uno o dos años después la fundición discontinuó definitivamente su departamento de instalaciones, transfiriendo su personal a la consultora.

- 
- (1) Una instalación comprende, por ejemplo, en la sección denominada Moldeo B: un carrousel que lleva las cajas; un sistema para limpiarlas; una cinta subterránea para devolver la caja a la máquina de moldeo; un elevador que la lleva donde otra máquina la prepara nuevamente y cintas transportadoras que traen la tierra a las máquinas de moldeo.
- (2) Representaba una proporción del capital inferior a la actual que es del 82%.

Así, el actual gerente técnico, que inició en 1961 su tarea en el departamento respectivo de la fundición, se incorporó a la consultora en 1974.

Actualmente, la consultora tiene una orden de compra "abierta" en la fundición y participa en el análisis de los aspectos que le son planteados. Al mismo tiempo realiza trabajos para terceros. Como índice de su evolución puede señalarse un proyecto reciente para proveer los planos correspondientes al movimiento de tierras para una línea de moldeo de alta presión de una empresa competidora. Sus formas típicas de trabajo son estudios de "detalle" como el señalado o alternativamente el correspondiente a programas más globales de plantas nuevas o modificaciones. En estas últimas se parte de un análisis de sus requerimientos de producción y dotación actual de maquinarias, en base a las cuales se programan las modificaciones y nuevas inversiones (1).

Hecha esta introducción, se ha tratado de evaluar con los indicadores disponibles la actividad de la empresa consultora en base a un relevamiento de sus principales clientes y tareas realizadas. El resultado de organizar esta información se ha volcado en los Cuadros N° 3.3.1 y 3.3.2. El primero se refiere a los productos vendidos por la ingeniería de instalaciones, el segundo a la venta de servicios de ingeniería. El número de empresas selec-

---

(1) El proyecto que se pudo analizar correspondía a una planta que fabrica aguadas para el campo, requiriéndose fundición gris para bombeadores, flotantes, etc. Se trataba de producir 290 piezas de las que se hacían desde 1 a 1.300 unidades, programándose 4 etapas con los siguientes indicadores de producción por persona ocupada e inversión:

Etapas	Producción/hombres (tn/mes)	Inversiones (millones de \$ de 1977)
1	1.7	78
2	2.3	23
3	2.5	81
4	3.1	31

cionadas es de 43, agrupándose las de acuerdo a su tamaño medido por el nivel de ocupación en 1974 (1).

De los principales productos vendidos en un lapso que llega hasta mediados de la década del 70 se destacan (Cuadro N° 3.3.1) las maquinarias 28%, molinos 19% y cintas transportadoras 15%. Por otro lado, la importancia de lo adquirido por las firmas según su tamaño (medido por el nivel de ocupación) permite señalar que la concentración mayor tiene lugar en el tramo de 200 a 750 personas ocupadas, especialmente en sus dos extremos. Es decir, el tramo de 200 a 300 representa el 21% y el de 500 a 750 29%, correspondiéndole al tramo intermedio sólo 10% de importancia. Asimismo, en sólo 3 productos correspondientes a maquinarias y molinos para moldeo y noyería y cintas transportadoras se concentran 2/3 del valor total de estos ítems (2). Tampoco sorprende la importancia de cintas transportadoras porque uno de los problemas básicos de toda fundición es, precisamente, el movimiento de materiales: noyos, tierras, rebaba, etc.

El Cuadro N° 3.3.2 corresponde a los datos de 17 empresas (incluidas en las 43 anteriores), su importancia indicaría que en estos casos las compras de bienes estaban ligadas a servicios de ingeniería. En cuanto a su importancia relativa, se observa que los casos más frecuentes son los relacionados con proyectos de instalación y/o ejecución de modificaciones. La importancia de los mismos se mantiene a lo largo de los tramos de ocupación, respecto de aquellos proyectos relacionados con la ejecución de plantas completas o asesoría técnica.

- 
- (1) Los datos de base fueron: valor de las maquinarias y número de servicios de ingeniería vendidos. Las maquinarias fueron valuadas en dólares a precios actuales.
- (2) Existían otros elementos vendidos que no pudieron desglosarse para ser valuados.

Finalmente, la actividad de esta consultora ha estado orientada hacia el mercado interno. Sus exportaciones no han sido importantes, aunque se vendieron máquinas al Uruguay y se realizó un asesoramiento en Colombia para lograr un mejor aprovechamiento de las instalaciones de una fundición.

En síntesis, la empresa consultora surgió de un desarrollo interno de la ingeniería de instalaciones de la fundición y su tamaño es tal que no sólo a abastece a la planta analizada sino, también, a terceros. Esto le permite una mayor autonomía, es decir, si fuera un departamento de ingeniería dentro de la planta tendría otra dimensión y otro costo. Al mantenerse en forma independiente provee a la planta de un buen servicio de ingeniería de instalaciones a menor costo, distribuyéndose los costos fijos de su funcionamiento entre muchos clientes.

CUADRO N° 3.3.1

INGENIERIA DE INSTALACIONES, COMPOSICION DE LOS PRODUCTOS VENDIDOS POR TAMAÑO DEL COMPRADOR  
(En porcentaje)

(Tramo de ocupación en 1974)	26a 35	36a 50	51a 75	101a 150	151a 200	201a 300	301a 500	501a 750	1001a 1500	1501a 3000	3001a 5000	Importancia total por producto
Maquinarias	1	4	13	13	1	18	3	29	1	17	-	28
Molinos	3	16	3	10	5	12	12	26	-	9	3	19
Zarandas	8	8	4	4	-	24	4	23	-	25	-	3
Cucharas de colada	3	3	-	3	-	17	17	23	-	23	10	1
Reductor cucharas de colada	-	-	-	-	-	14	-	50	-	36	-	1
Separador electro magnético	13	13	-	19	-	19	6	25	-	6	-	3
Carrousell	-	-	-	-	-	41	18	41	-	6	-	7
Antecrisoles	-	17	-	-	-	33	-	33	-	17	-	1
Estufa rotativa	-	-	-	-	-	40	20	20	-	20	-	2
Cintas transpor tadoras	3	10	3	8	-	21	15	30	2	8	-	15
Norias	-	10	5	5	-	25	15	30	-	10	-	9
Tolvas	-	14	7	14	-	21	7	29	-	7	-	8
Monorriel colada	-	10	10	-	-	30	20	20	-	10	-	2
Importancia to- tal por tramo de ocupación	2	9	6	9	1	21	10	29	1	11	1	100

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. Los datos corresponden a 43 empresas. Se trata de los principales proyectos realizados hasta mediados de la década del 70. Las máquinas fueron valuadas en dólares a precios actuales. Los porcentajes fueron redondeados y suman 100% por fila.

CUADRO N° 3.3.2

INGENIERIA DE INSTALACIONES, COMPOSICION DE LOS SERVICIOS DE INGENIERIA  
VENDIDOS, POR TAMAÑO DEL COMPRADOR  
(En porcentaje)

TAMAÑO (Tramo de Ocupación en 1973)			Proyecto	Ejecución de Modificaciones	Ejecución de planta	Asesoría Técnica
26	a	35	50	50	-	-
36	a	50	33	-	33	33
101	a	150	67	33	-	-
201	a	300	50	20	30	-
301	a	500	50	-	50	-
501	a	750	44	11	33	11
1001	a	1500	50	50	-	-
1501	a	3000	50	50	-	-

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la empresa. Los porcentajes fueron redondeados. Los datos corresponden a 17 empresas incluidas en las 43 del Cuadro N° 3.3.1.



#### 4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó la "performance" y recientes innovaciones en el proceso correspondiente a una planta de fundición. Las diferencias más importantes con otro caso analizado de innovaciones en el proceso son dos: la mayor incidencia del costo de la mano de obra y, también, el desprendimiento de la ingeniería de instalaciones como consultora. Así, ambos aspectos recibieron preferencial atención analizándose diferentes dimensiones de los mismos.

En un primer período (hasta 1974) la mejora de la producción por persona estaba asociada con aumentos en la producción. A partir de entonces, la política de disminución de costos comienza a tomar importancia, acentuándose a partir de 1978. En este último período los aumentos en la productividad de la mano de obra son notables e incluso en 1981 se encuentran asociados con una baja en los niveles de producción. Así, desde fines de 1977 se verifica un redimensionamiento del empleo, tanto directo como indirecto, observándose en las ingenierías un comportamiento algo diferente. Estas, luego del ajuste de 1978, se redujeron en menor medida que el resto de los indirectos.

A continuación, se analizaron las innovaciones introducidas en tres productos orientadas al ahorro de mano de obra. En el block de cilindros dicho ahorro fue acompañado de inversiones menores en noyería y fuertes en rebaba, y de un esfuerzo de racionalización de tiempos y movimientos en cada tarea. En el múltiple de admisión y escape las reducciones de tiempo son resultado de mejoras en el método operativo, especialmente en moldeo y en noyería. En cuanto al árbol de levas, al reemplazar la fundición gris por hierro aleado disminuyó el tiempo de moldeo, que anteriormente se realizaba con coquillas, resultando en una reducción simultánea de insumos de trabajo y capital.

Finalmente, fue analizada la evolución de la ingeniería de instalaciones. En un primer momento este servicio fue provisto por un departamento dentro de

la fundición y luego, a mediados del 70, adquirido a una consultora controlada por la firma. La consultora no sólo abastece las necesidades de la planta sino que, además, provee servicios y maquinarias para terceros. Estos absorben la experiencia resultante de su contacto con las principales fundiciones del país y permiten redistribuir el costo fijo asociado a su funcionamiento.

En síntesis, este trabajo refleja algunos aspectos de la historia de una fundición, donde a los problemas tradicionales de una planta metal-mecánica como es la producción en lotes reducidos especialmente en moldeo, se unen los problemas de fusión y noyería de características tan particulares. De tal manera, si bien la tecnología de fundición es prácticamente de libre disponibilidad, esto no elimina las barreras de entrada en la actividad dadas por los años de experiencia requeridos para adquirir el dominio de la técnica. Tanto la retención de los supervisores que acompañó al redimensionamiento del potencial laboral de la planta, como la relativa asimetría en la reducción de las ingenierías de la misma, muestran la importancia del aprendizaje en el proceso y sugieren donde éste se encontraría depositado. También, se quiso presentar la historia de la consultora de instalaciones por considerar que su origen y forma de operación no deben ser diferentes de los que puedan encontrarse en otros países, más allá de los hechos circunstanciales que los determinen.

Se terminó de imprimir el día  
13 de Mayo de 1982 en:  
CENTROCOP S. R. L. -  
Cerrito 270-loc. 9-Capital.-  
QUEDA HECHO EL DEPOSITO  
QUE MARCA LA LEY Nº11.723-.

*[The text in this block is extremely faint and illegible due to low contrast and noise. It appears to be a large block of text, possibly a list or a series of paragraphs.]*

1

2

3

4

5

6

5

.

.

.

.

.

Handwritten scribble or signature in the bottom left corner.

Small handwritten mark or character on the right side.

Small handwritten mark or character on the right side.

Small handwritten mark or character on the right side.