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 BID/CEPAL/CIID/PNUD
de Investigaciones sobre
Desarrollo Científico y Tecnológico
en América Latina.

Monografía de Trabajo N°50

ANALISIS DEL DESARROLLO INDUSTRIAL DE FORJAS DE COLOMBIA 1961 - 1981

Diego Sandoval
Mauricio Mick
Lía Guterman
Liliana Jaramillo

Distr.
RESTRINGIDA
Junio, 1982
ORIGINAL: ESPAÑOL

Empresa lo cual sirve de marco de referencia al análisis que se presenta en los capítulos siguientes.

En el capítulo segundo se inicia el análisis de Forjas con el examen de los estudios de factibilidad del proyecto, comparación de la tecnología escogida con otras de uso corriente en el momento de la selección de equipos y un detallado examen del proceso de producción que se montó.

En el tercer capítulo se analiza el desarrollo de Forjas desde el punto de vista de su organización técnico administrativa, evolución del equipo instalado, composición de la producción y desarrollo de procesos productivos. Con esto se busca identificar aquellos aspectos o áreas de Forjas que hayan presentado mayores logros o problemas en cuanto a su desarrollo industrial. Factores ajenos a la Empresa, tales como la política macroeconómica del gobierno, fluctuaciones de mercados, desarrollos tecnológicos externos, etc. se consideran de acuerdo a su importancia en cada uno de los tres aspectos en que se ha dividido el capítulo.

Finalmente en el capítulo cuarto se integran todos los elementos estudiados en los capítulos anteriores, con lo cual se busca presentar una síntesis del desempeño productivo de Forjas a través de sus diferentes etapas y tratar de prever las perspectivas y opciones de Forjas de acuerdo a la situación en que se encuentra.

I. ETAPAS EN EL DESARROLLO DE FORJAS DE COLOMBIA.

El propósito de este capítulo es el de presentar en forma general una descripción de la historia de Forjas la cual se ha dividido en cuatro períodos:

1. Estudios, montaje, instalación y gestión alemana: 1959-1971
2. Cierre: 1971-1974
3. Gestión FIAT: 1974-1980
4. Gestión Actual: 1980

El análisis de los diferentes sucesos aquí referidos lo dejamos para las siguientes secciones, limitándonos por el momento a la simple presentación de las cuatro etapas en la trayectoria de Forjas.

I.1. ESTUDIOS, MONTAJE, INSTALACION Y GESTION ALEMANA: 1959-1971.

a. 1959-1966:

La idea original de instalar una empresa de Forja provino de un importador de partes y piezas para tractores, quien hacia el año de 1959 interesó al dirigente empresarial bumangués, don Pedro María Buitrago argumentando que, debido a los altos precios de los productos forjados importados en el mercado nacional, sería conveniente para la industria, llenar el vacío de forja de estampa en el país.

Es así como ingenieros colombianos realizaron estudios de pre-factibilidad con los cuales se logró conformar un grupo de inversionistas, quienes tomaron la decisión de montar una forja de estampa en los primeros meses de 1961.

Don Pedro María Buitrago quien había sido promotor de varias empresas, se dio entonces a la tarea de promover la instalación de una planta de forjado, para lo cual entró en conversaciones con la empresa alemana Rheinstahl, quienes además de tener instalaciones para forjado, manufacturaban y vendían equipos para este propósito.

Luego de encontrarse que el proyecto era factible, se fundó en marzo de 1961 en Bucaramanga FORJAS DE COLOMBIA, Sociedad Anónima, cuyo objeto social era la forja de acero o estampa, mecanizado y ensamble de trenes de rodaje para tractores de oruga y otro tipo de piezas y partes.

Con el capital inicial, se decidió financiar, además de las inversiones necesarias para iniciar la empresa, estudios técnicos y económicos, con el objeto de, por una parte, conseguir financiación ya que los estimativos de las necesidades de capital eran bastante altos, y por otra parte realizar el montaje y puesta en marcha de la empresa. Con el fin de conseguir financiación se iniciaron además conversaciones con CATERPILLAR (y su único distribuidor General Electric), empresa importadora de orugas con una cobertura de 80% del mercado nacional o sea el principal competidor de Forjas, para que esta entidad ingresara como accionista. Sin embargo, no tuvo éxito esta propuesta por la seguridad de CATERPILLAR de mantener su mercado.

Simultáneamente con el fin de realizar el estudio técnico, se contrató a un consultor alemán de la empresa Rheinstahl, Eric Martini, ya que en el país no había técnicos con conocimientos sobre la industria de la forja. En diciembre de 1961 el técnico alemán entregó el estudio concluyendo que el montaje era viable y que la tecnología debía ser la de forja de estampa mediante varios conjuntos de Horno-Martillo-Prensa.[1/]

En marzo de 1962, en vista de que los estudios eran favorables para el establecimiento de la forja en Colombia, se entró en contacto con otras dos firmas alemanas, aparte de Rheinstahl: Krupp y Fritz Werner. Se recibieron en Forjas propuestas de las tres empresas, de las cuales salió favorecida la Rheinstahl. A mediados de 1962 se firmó un contrato "ad referendum" entre Rheinstahl y Forjas, en espera de que el IFI, Insituto de Fomento Industrial, garantizara los posibles empréstitos. Sin embargo, solamente hasta principios del año 1963 se logró interesar a algunas entidades como la Corporación Financiera Nacional, la Corporación Financiera Colombiana y el mismo IFI. Por su parte, la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial y la Corporación Financiera Colombiana revisaron los estudios y estuvieron de acuerdo con las conclusiones. Finalmente, también entraron como socios de la nueva empresa la Corporación Financiera Internacional, ADELA, Inversiones ESSO, además de algunos inversionistas particulares entre los que se encontraba el promotor del proyecto. Los aportes de capital inicialmente fueron de 61.31% capital privado nacional y 38.69% capital privado extranjero.

1/ Rheinstahl, Estudio sobre la erección de una forja de estampa en Colombia: Eric Martini, RFA. Diciembre 1961.

Luego de algunas modificaciones, en octubre de 1963 se firmó el contrato definitivo con la casa alemana. Desde este momento y hasta 1970 duró la gestión de los alemanes e incluyó las actividades de estudios de factibilidad, selección y montaje de equipos, puesta en marcha y primeros años de operación. Sin embargo, los estudios de factibilidad elaborados por la Rheinstahl tenían como móvil el interés de la empresa alemana de efectuar la venta de los equipos, ya que se desempeñó como asesora y suministradora de los equipos adquiridos.

El montaje de la planta se realizó en el período julio de 1964-julio 1966, con la participación de 40 alemanes entre ingenieros, técnicos y obreros. La capacidad de forja se estableció en 9.000 toneladas/año incluyendo 3.000 toneladas de cuerpos moledores y mecanizado de 250 cadenas/mes y 800 rodillos/mes. En cuanto al proceso de producción se montaron tres secciones: la de matricería, la de forjado y la de mecanizado.

Inmediatamente se terminó el montaje y antes de iniciar producción la empresa se vió enfrentada a serios problemas, a saber:

.. La demanda por rodajes se había estimado en un período de expansión creado por la construcción del ferrocarril del Atlántico, además se había sobre-estimado el parque de tractores existentes y su utilización. En un memorando de los socios de Forjas, en diciembre de 1965, se afirmaba que "el mercado potencial nacional explorado hasta el momento es sustancialmente inferior al estimado inicialmente y sería sólo de aproximadamente un 60% de la capacidad instalada." Los nuevos estimativos de la empresa en relación al mercado total para Forjas eran de 1.500 toneladas en 1966 y 3.000 en 1969.

.. Algunos socios manifestaban su preocupación por los precios de venta de la tonelada de cuerpos moledo - res en comparación con los de la Siderúrgica de Medellín que eran fundidos y ya se vendían en el país.

.. Junto con estos aspectos, se presentaron varios he - chos que agudizaron los problemas. Así el gobierno, en septiembre de 1965, declaró la libertad de importaciones para rodajes de tractores pocos meses antes de que terminara el montaje y de que comenzara a operar la planta, siendo estas piezas el fuerte de mercado para Forjas. Esta liberación fue vigente por dos meses, pero durante este lapso se habían importado rodajes para abastecer la demanda por dos años.

Cuando ya se había realizado la importación masiva, se logró una protección arancelaria del 25%, dado que este nivel de protección sería, según los alemanes, suficiente para competir con productos importados.

.. También se presentaron problemas por el suministro de materias primas, ya que Acerías Paz del Río me - diante constancia escrita había garantizado el suministro de aceros especiales, lo que en el momento de empezar a operar Forjas no pudo cumplir por imposibilidad técnica debido a las características del mineral de hierro de las minas de Paz del Río.

.. Por otra parte, Forjas adoptó como política no en - trar en compromisos con terceros hasta tanto no se hubiese definido un convenio de distribución con CATERPILLAR (General Electric). CATERPILLAR se comprometía iniciar el convenio con compras anuales de 1.000 a 1.200 toneladas de rodajes. De esta manera

Al proyectar los resultados obtenidos a las diferentes tasas de crecimiento se concluyó que para 1970 la demanda de productos forjados variaría entre 2.100 y 2.800 toneladas anuales para recambio y entre 4.000 y 5.500 toneladas de incluirse los rodamientos de los tractores importados durante el año.

En 1965 la Corporación Financiera Colombiana cuantificó la demanda por trenes de rodaje en 3.900 toneladas para 1970. Posteriormente Lester B. Night en 1967, cuando ya estaba instalada la planta, estimó en sólo 900 toneladas la demanda y la General Electric de Colombia en 700 toneladas, siendo ratificados por la Corporación Financiera Internacional en 1968. A pesar de lo cual la administración de Forjas de Colombia en 1970 siguió insistiendo en que la demanda mínima era de 2.200 toneladas/año, la cual nunca se alcanzó según se observará posteriormente. Hay que anotar que en los estudios de demanda las únicas piezas forjadas que se analizaron fueron rodajes para tractor. En el Cuadro No. 2.1. se resumen las diferentes estimaciones que se efectuaron.

Por tanto, se tiene que una de las variables de planeación más débiles y que tiene que ver con la precaria situación actual de Forjas es la estimación de la demanda.

En cuanto a la localización se determinó instalar la planta en Bucaramanga, a 700 km. del suroriente de la Costa Atlántica y a 500 km al nororiente de Bogotá, más por la idea preconcebida de sus promotores que por una verdadera evaluación económica. Se justificó esta localización con el argumento de la cercanía al mercado venezolano.

2.2. SELECCION DE TECNOLOGIA

En 1961 la sociedad promotora de la empresa encomendó a un ingeniero alemán, el señor Eric Martini, vinculado con la Rheinstahl, el estudio sobre el tipo de tecnología que debería instalarse en Colombia y la selección de equipos.

En este estudio se enfatiza sobre la tecnología de martillo, mencionando sólo marginalmente la de prensa, dando la impresión que el autor conocía muy a fondo la tecnología de martillo y no en igual forma la de prensa.

En el estudio se analizan los métodos de trabajo, las tolerancias de forja, los materiales básicos, las diferentes máquinas de forja, las herramientas, la elaboración de matrices, el temple y revenido, el taller mecánico y los rendimientos del trabajo. Pero existió un gran vacío en cuanto a la comparación técnica y económica de las tecnologías de martillo y de prensa.

Aunque la tecnología de martillo es más versátil para volúmenes de producción pequeños y piezas grandes, no es muy claro que esta tecnología sea más apropiada para piezas pequeñas y grandes volúmenes así como para tolerancias más rigurosas. Para poder entender las diferentes implicaciones que ha tenido para Forjas la selección de la tecnología de martillos se presenta a continuación una corta descripción de la evolución de los procesos de forja.

2.2.1. DESARROLLO DE LAS TECNOLOGIAS DE FORJA.

Por forjado se entiende la deformación controlada de metales hasta llegar a formas predeterminadas. La deformación se puede realizar por presión, impacto o una com

binación de ambos. Además el proceso puede incluir elementos de laminado y extrusión.

La forja de estampa también se define como una conformación sin arranque de virutas. El proceso de forja refina la estructura molecular del material para obtener las ventajas de máxima direccionalidad que imprimen las características de dureza y resistencia a los productos forjados.

La tecnología de forjar metales se basa en el conocimiento de cómo los metales se deforman. La factibilidad para deformar metales está en la naturaleza de las cadenas metálicas. Las aleaciones de acero presentan un tipo de cadenas metálicas que facilitan la deformación de tal forma que se logra una direccionalidad máxima.

En la forja de estampa se dispone la dirección de las fibras de la pieza a forjar de tal forma que los mayores esfuerzos se encuentren en la dirección de las fibras. El núcleo y la capa exterior del material básico se conforman de tal manera que corresponden al fin propuesto para la pieza fabricada en la distribución masiva. La dirección de las fibras es importante sobre todo en las piezas de construcción que están expuestas al esfuerzo de la flexión alternativa (por ejemplo el cigüeñal).

El primer origen de la forja se encuentra en la historia del hierro que se remonta a la prehistoria; en 1837 se encontró en la Pirámide de Cheops una herramienta rota de acero con un escaso contenido de níquel y cuya antiguedad se estimó en 5.000 años. También se ha comprobado la producción de flechas, hachas, cuchillos y ejes de carros por civilizaciones de hace dos y tres mil años.

En la forja más primitiva era necesaria la fuerza y la habilidad de un forjador a mano que, partiendo de los llamados módulos producía barras, armas, herramientas y herraduras; con golpes de martillo manual después de calentar la pieza a forjar. La técnica de fabricación de moneda es un escalón posterior.

Los primeros desarrollos de la estampa se encuentran en la estampación de vasos de oro y plata y escudos donde se fabricaron formas huecas de una sola cara.

Hacia el Siglo XIII se empezaron a usar estampas planas de una sola cara para la forja de piezas ornamentales. En los Siglos XIV y XV surgieron los martillos de agua, utilizados hasta el Siglo XIX, mediante los cuales se podían producir guadañas, hoces y espadas en gran cantidad. A finales del Siglo XVIII se diseñaron martillos de caída con martinetes móviles, después de lo cual se emplearon por primera vez forjas en la forma actual. El desarrollo del martillo con martinetes de caída fue un gran avance para los forjadores que les ahorró trabajo, ya que después de elevarlo lo dejaban caer generando el golpe de forja.

A partir de 1900 se desarrollaron martillos de forja y máquinas especiales cada vez más grandes y rápidas como el martillo de vapor de alta velocidad en el que el martillo es elevado por vapor y la fuerza es ejercida por presión hidráulica.

Se aumentó al mismo tiempo la exactitud del procedimiento de forja de estampa. Esta evolución guarda relación con el desarrollo de la construcción de máquinas, ferrocarriles, automóviles. etc. Así tenemos que se pasa de la forja matriz a la forja con matriz o molde. La demo-

ra en desarrollar tecnologías avanzadas de forja se explica en un principio, por la ausencia de métodos para alcanzar altas temperaturas, necesarias para fundir y refinar el hierro. Luego se descubrió que las aleaciones de hierro son fácilmente forjadas cuando la temperatura es de sólo el 60% del punto de fusión.

Ya para 1950 se había desarrollado la tecnología de prensa que reunía en una sola máquina el preformado, el formado, el desbarbado y la perfecta conformación de la pieza.

En la actualidad se pueden emplear una gran variedad de tecnologías, algunas de ellas bastante en desuso pero que podrían considerarse dependiendo del tipo y de la cantidad de piezas a forjar. Entre las principales tenemos:

1. La forja de herrería o de troquel abierto, que es la tecnología más simple de forjado, en la cual no se utilizan matrices y es útil para el forjado de piezas muy elementales y en pequeña cantidad que no vayan a ser sometidas a grandes tensiones.

2. La forja de impresión, que utiliza matrices o moldes de impresión, dentro de la cual existen diferentes tecnologías dependiendo del volumen y la complejidad de las piezas a forjar.

Dentro de la forja de impresión se tienen la forja de martillo y la forja de prensa.

La forja de prensa es una tecnología más compleja que puede imprimir una mayor presión. Para comparar capacidades entre martillos y prensas se multiplica por un

factor de 2.0 a 2.5 la capacidad de la prensa para encontrar la capacidad equivalente del martillo, por ejemplo una prensa mecánica de 1.000 toneladas será equivalente a un martillo de gravedad de 2.500 libs.

Los golpes de la prensa son de determinada duración, velocidad y longitud a diferencia de los del martillo que dependen más de la pericia del operario. La prensa puede efectuar todo su trabajo con un solo golpe y su producción permite tolerancias más ajustadas.

En general, las prensas son máquinas más sofisticadas y poderosas que los martillos y por lo tanto su costo más elevado, justificando su uso para grandes volúmenes de producción y de piezas más o menos complejas.

Pero es importante anotar que los martillos son más versátiles para la producción de cierto tipo de piezas, sobre todo piezas con grandes dimensiones y de mucho peso.

Existen diferentes tipos de forja que se pueden realizar de acuerdo a las siguientes posibilidades.

a. FORJA DE MARTILLO.

Forja de impresión en bloque, forja de tipo convencional de impresión y forja de impresión de precisión.

La forja de impresión convencional requiere de varias impresiones y maquinado, mientras la forja de bloque se efectúa en una impresión. La forja de precisión se limita a aleaciones no ferrosas, donde requieren herramientas más complicadas y es por lo tanto más costosa.

Entre los diferentes tipos de martillos de forja, los principales son:

1. el martillo de gravedad
2. el martillo de doble acción
3. el martillo de contragolpe

El martillo de gravedad consiste de una estructura de soporte del martinete y algún dispositivo para elevarlo, la energía es derivada de la caída del martinete.

El martillo de doble acción se diseñó para suministrar potencia para elevar el martinete y también durante la caída por medio de un pistón colocado en la parte superior. Este martillo puede producir una variedad más amplia de productos forjados debido a la posibilidad de variar la intensidad de los golpes.

El martillo de contragolpe está conformado por dos martinetes opuestos que se activan simultáneamente, por lo tanto la base no es estacionaria. Se encuentran en potencias que fluctúan de 3.000 a 120.000 pies/lb.

b. FORJA DE PRENSA.

Entre las diferentes clases de prensas se tienen las siguientes:

1. prensa mecánica
2. prensa hidráulica
3. prensa de tornillo

La prensa mecánica utiliza energía eléctrica para mover una rueda de elevación que acciona el martinete de la prensa. Todo el mecanismo está contenido dentro de u-

na fuerte estructura. La prensa mecánica puede operar en ciclos continuos y repetitivos a velocidades que van de 100 golpes por minuto para pequeñas prensas a 35 golpes por minuto para las de mayor tamaño. Pren - sas de este tipo se construyen desde 360 hasta 8.000 toneladas.

El forjado de una pieza con esta prensa se realiza de un solo golpe y las tolerancias son menores que las de la forja por martillo. También es posible una mayor automatización con esta prensa respecto a los martillos.

La prensa hidráulica como su nombre lo indica, utiliza sistemas hidráulicos para accionar los pistones que mueven el martinete. La prensa hidráulica es lenta en comparación con otros tipos de forjado, el flujo del metal resulta de la acción de comprimir más que del impacto.

Cada uno de los pistones con que está provista puede actuar independientemente y en diferentes direcciones. Tienen controles que accionan un rápido golpe de avance seguido de uno o más aceleramientos lentos.

Existen prensas hidráulicas de múltiples martinetes llegando hasta seis, con presiones de la forja de hasta 30.000 toneladas.

La prensa de tornillo utiliza energía almacenada en una gran rueda de elevación.

El eje de la rueda es un tornillo largo engrasado que pasa a través de una gran tuerca estacionaria. La ener

gía de rotación de la rueda es convertida en movimiento lineal a medida que el tornillo se mueve hacia arriba y abajo a través de la tuerca. El movimiento del eje y la rueda crean el golpe de forja del martinete.

La prensa de tornillo opera a velocidades menores que las demás prensas y se utilizan para piezas de mucha precisión. Las pequeñas prensas de tornillo golpean unas 40 veces por minuto y las grandes un promedio de 12.

c. OTRAS TECNOLOGIAS DE FORJADO.

Existen otras tecnologías de forjado que se han desarrollado en los últimos años y que su utilización comercial empieza a abrirse paso.

Entre éstas tenemos el forjado en frío, la cual no requiere que la palanquilla de acero sea calentada previamente pero requiere de tratamiento térmico para la estructura globular, y por tanto este proceso se instala con base a prensas de gran potencia. La ventaja que presenta esta tecnología es el acabado de la pieza, la cual no necesita maquinado posterior y el ahorro de materia prima es sustancial. Es recomendable para la forja hasta de 4 kilos.

La pulvimetalurgia en la cual se trabaja con base a finos briquetizados, por medio de esta tecnología se pueden producir piezas con un elevado nivel de calidad. El problema que presenta esta tecnología es la fabricación del herramental necesario.

La tecnología de forjado con máquinas de alta energía con impacto de alta velocidad en la que la característica principal es la velocidad de los martinetes, la cual es 10 veces mayor a los tradicionales, y por lo tanto requie

ren de menor masa para generar la energía necesaria para que fluya el metal. Las máquinas forjadoras de alta energía tienen potencias que van desde 10.000 pies/libra hasta 500.000 pies/libra.

2.2.2. LA FORJA FRENTE A OTROS PROCESOS

En comparación con otros procesos la forja tiene las siguientes ventajas:

1. Comparada con la soldadura, la forja puede ser una pieza integral eliminando la necesidad de pruebas o tests no destructivos que son costosos; se eliminan los puntos de concentración de esfuerzos y además se puede obtener una respuesta más uniforme al tratamiento por calor.

2. El forjado elimina fallas que el material pueda haber tenido y ofrece una estructura química más uniforme con un tamaño de los granos más fino.

3. En comparación con el proceso de fundición se puede decir que este último ha tenido grandes progresos técnicos en los últimos años, y por lo tanto es posible producir mediante fundición algunos de los productos que tradicionalmente han sido forjados, como los cuerpos moledores, el cigüeñal de línea gruesa y otros. Pero existe una gama de productos que necesariamente deberán ser forjados especialmente en la industria automotriz, aeronáutica, bienes de capital, etc.

2.3. DESCRIPCION DEL PROCESO Y EQUIPOS INSTALADOS.

Con base a las consideraciones sobre mercado y la selección de la tecnología de martillo, la Rheinstahl montó

el proceso y equipos que a continuación se describen. Gráfico No. 1.

El montaje comprendió la instalación de tres secciones las cuales se diseñaron con las siguientes capacidades:

a. forja [1/]	9.500 ton/año
b. maquinado	2.500 ton/año
c. matricería	

La capacidad de forja depende del tipo de pieza a forjar: forma y magnitud, que son las que determinan el número de golpes de martillo y su potencia.

Como se observa desde su planeación se originó el desbalance entre las diferentes secciones de la planta, especialmente entre forja y maquinado.

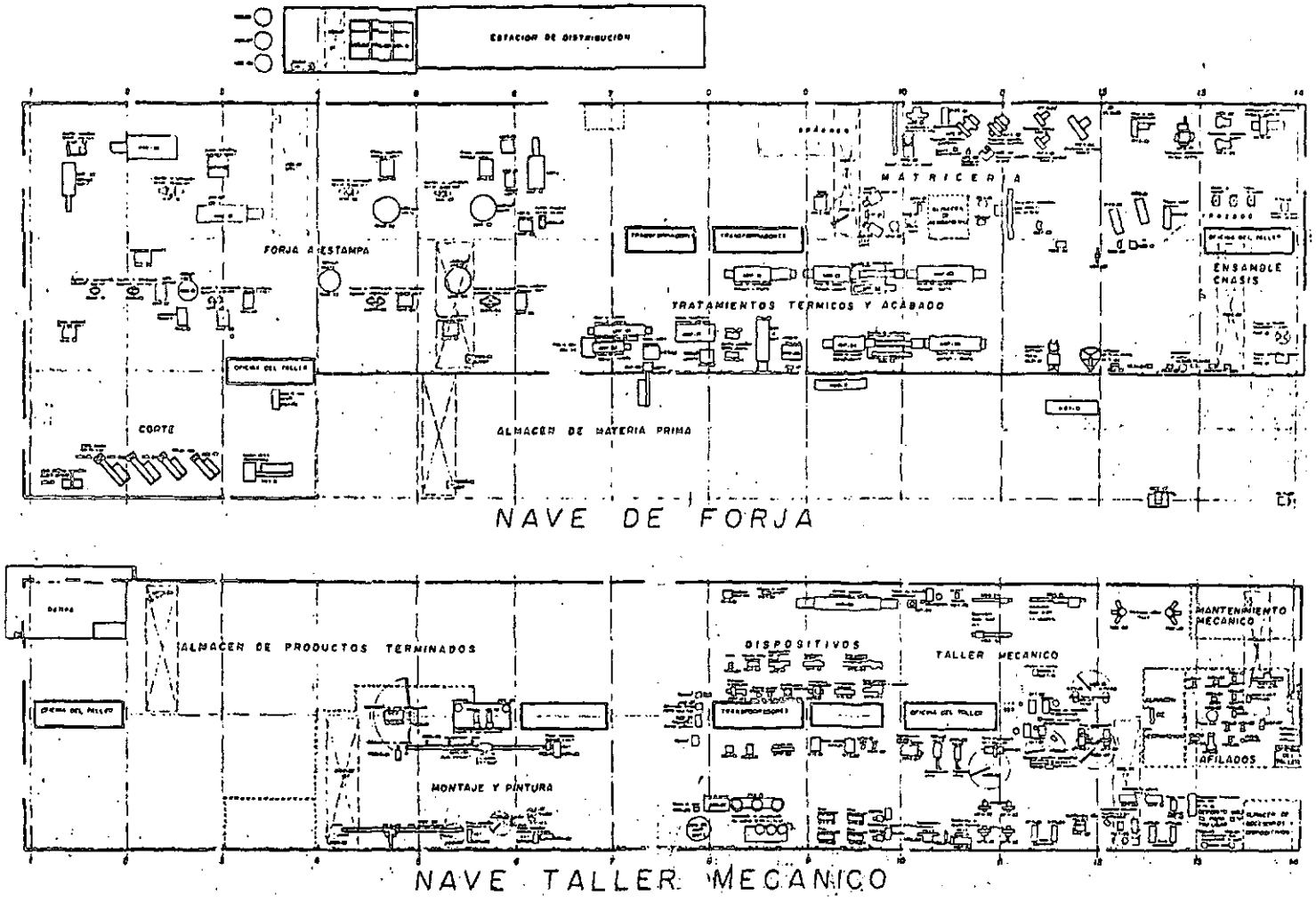
En el proceso de forjado además de la refinación de la estructura molecular y la formación del producto se tienen otras etapas anteriores y posteriores que son igualmente importantes en cuanto preparan las condiciones para el forjado propiamente dicho y le dan el acabado final. Las diferentes etapas del proceso instalado se describen a continuación:

1. OBTENCION DE MATERIA PRIMA Y PREPARACION

La selección de materia prima es esencial para lograr una buena calidad a la vez que una buena productividad.

1/ De esta capacidad 3.000 ton/año corresponden a los equipos de forja de cuerpos moledores.

GRAFICA N° 1


ESTACION DE DISTRIBUCION
FORJA A ESTAMPA
MATRICERIA
ENSAMBLE CHASIS
TRATAMIENTOS TERMICOS Y ACABADO
OFICINA DEL TALLER
CORTE
ALMACEN DE MATERIA PRIMA
NAVE DE FORJA
ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS
DISPOSITIVOS
TALLER MECANICO
MANTENIMIENTO MECANICO
MONTAJE Y PINTURA
AFILADOS
NAVE TALLER MECANICO

En general la materia prima pueden ser lingotes de acero fundido o preformado, pero las aleaciones presentan mayores facilidades para la forja ya que tiene mejores propiedades físicas y químicas para su deformación. La selección del tipo de aleación depende de las características de la pieza a forjar. Una pieza que vaya a ser sometida a tensiones tendrá que ser forjada con aleaciones diferentes a otra que soporte continuos golpes.

La elección de los materiales se determina, por el objeto de aplicación, de acuerdo al trabajo que vaya a efectuar la pieza forjada y cuáles van a ser los esfuerzos y cargas que va a soportar. No siempre el material altamente aleado y el más caro es el más apropiado. En el mercado del acero existe un amplio espectro de referencias para poder escoger el material más adecuado a las características que deba tener la pieza a forjar.

Existe una gama establecida de tolerancias para cada tipo de piezas.

En el material obtenido se realizan los siguientes análisis:

. defectos de la superficie
. propiedades físicas (resistencia a la tracción, dilatación, extrucción, resilencia).
. examen de rechupes, copes y gramo grueso
. templabilidad

Si el acero sometido a las pruebas enumeradas no cumple con los requisitos necesarios, entonces es devuelto al proveedor.

Para la preparación del material se programan tres fases:

a. seccionamiento
b. corte
c. serrado

Se dispone de las máquinas para la preparación de materia prima como sierras y cizallas.

2. MATRICERIA

a. Material para matrices

Existe otro tipo de materia prima que son los bloques para imprimir los moldes de las piezas a forjar. Estos bloques son generalmente de acero de baja aleación pre endurecidos, con contenido de carbono equivalente al 0.5%, como al 5% y además con adiciones de níquel, molibdeno, tugsteno y valadium.

El empleo mecánico exige de los materiales gran resistencia a la compresión, tenacidad y resistencia a la fatiga.

Las matrices se templarán y revendrán a 140-170 Kg/mm^2 de resistencia, después de grabadas.

En general una grabación debe permitir unas 3.000 piezas forjadas y pueden ser regrabadas hasta cinco veces.

El trabajo de matricería implica varias fases: desbaste, trazado, fresado, copiado, grabado, acabado, templado y revenido.

b. Proceso para la manufactura de matrices.

En esta área se realizan el diseño, trazado y la impresión de bloques para moldear la pieza. Este es un trabajo de mucho detalle y gran precisión, pues se requiere que el molde a desarrollar tenga el diseño que le de a la pieza final la forma y las medidas precisas.

En este trabajo se emplea una gran cantidad de máquinas herramientas universales y especializadas. Entre las universales más utilizadas están: tornos, fresadoras, taladradoras, rectificadoras, afiladoras, sierras, prensas y bruñidoras. Las máquinas herramientas especiali-

zadas utilizadas en la fabricación de matrices son principalmente: fresadora-copiadora, taladradora radial, en fila y en columna, rectificadora cilíndrica y rectificadora plana. Para el templado y revenido posterior se utilizan hornos de mufla y hornos de baños de sal.

La maquinaria escogida implicaba un trabajo de elaboración de matrices con base a modelos, lo cual hacía lento el trabajo en esta sección.

Inicialmente la elaboración de una matriz duraba cerca de 500 horas por la inexperiencia; posteriormente, como se expone más adelante, este período se redujo a 150 horas y después (1977) con la introducción de nuevas máquinas, como la copiadora cincinatti, se disminuyó a 76 horas.

Una matriz tiene una duración de 100.000 golpes, pero debe ser regrabada cada 10.000 a 15.000 golpes. Esta sección constituye un cuello de botella en todo el proceso, pues mientras la sección de forja trabaja al 50% de su capacidad, en la de matricería se trabaja al 100%; por lo cual si se trabajara a plena capacidad en forja, la sección de matricería sería insuficiente.

En general en la sección de matricería se realiza un trabajo de mucho detalle y precisión para lo cual es necesario contar con un personal diestro y entrenado a la vez que con maquinaria moderna para agilizar su rendimiento.

Descripción del proceso de elaboración de una matriz:

No.	Operación	Maquinaria	No. Operarios
1	Desbaste: pulido 8 horas	fresadora	1
2	Trazado: cola de milano, caja de bulón 3 horas	materiales de trazado	1
3	Fresado: cola de milano, caja de bulón. 7 horas	fresadora vertical	1
4	Trazado: perfil de la pieza con ejes verticales 6 horas		1
5	Copiado: pieza a forjar. 20 horas (cincinatti) 50 horas (copiadora de modelo)	Copiadora cincinatti Copiadora a partir de modelo	1
6	Grabado: terminado de pieza a forjar 20 horas	esmeril con punta abrasiva	1
7	Fresado pista de rebaba. 6 horas	fresadora	1
8	revenido para relevo de tensiones 4 - 8 horas	horno	1
9	Iniciación del forjado: colocación del martillo de la matriz 2-3 horas		3

Operaciones Auxiliares:

a. Elaboración de la pieza modelo en plomo o yeso para el control de la impresión de la matriz.

b. Perforación de orificios en las partes laterales de la matriz para su transporte.

Después de un determinado número de piezas (4.500 en el caso del cigüeñal, 2.000 para bielas, 8.000 para grapas) o de 10.000 a 15.000 golpes, se vuelve a regrabar la matriz siguiendo las mismas etapas del grabado con excepción de las operaciones 2 y 3.

El tiempo de grabado de una matriz oscila entre 76 y 105 horas dependiendo de la complejidad de la pieza a forjar. El regrabado dura entre 66 y 95 horas. Una matriz se regraba en promedio cinco veces.

3. CALENTAMIENTO.

Antes de realizar el molleado de la pieza ésta debe someterse a altas temperaturas que fluctúan entre 400° y 1150°C para que en la etapa posterior de formado las estructuras moleculares sean más flexibles y se pueda obtener una máxima direccionalidad.

Este calentamiento se utiliza en hornos que pueden ser de diferentes clases a saber: los que utilizan gas como combustible, los que utilizan fuel oil o energía eléctrica.

La resistencia del material contra la deformación desciende al elevarse la temperatura, por este motivo se efectúa la conformación con altas temperaturas. Las temperaturas para forjado oscilan entre 800 y 1150C. Las temperaturas disminuyen al aumentar el contenido de carbono.

Las aleaciones cuando se trate de contenidos bajos o medios no ejercen ninguna influencia desventajosa en la conformación en caliente de las piezas.

De acuerdo con las adiciones de aleaciones en el material, las piezas de forja, mediante el tratamiento en caliente, se acomodan con sus propiedades a las distintas exigencias de dureza, resistencia a la tracción, alargamiento de rotura, tenacidad, resistencia a la fluencia lenta, resistencia en caliente y resistencia a la corrosión.

A cada grupo de máquinas de la forja le corresponde de acuerdo con la fabricación, un horno para el calentamiento del material a forjar que se conocen como hornos empujadores.

Los hornos tienen un gran consumo de energía. El volumen del horno es de gran importancia por su diseño y fabricación por estar relacionado con el consumo de energía y además con capacidad para las diferentes gamas de piezas a fabricar.

El recubrimiento de hornos es importante para conservar el calor y evitar la abrasión; los hornos pueden automatizarse e instalarle control de temperatura, empujando las palanquillas a un ritmo regulado y automáticamente de ahí a la máquina de forjado en cintas transportadoras.

Debe existir una coordinación entre el trabajo del horno empujador y el del martillo, sintonizando el ritmo de trabajo del horno y del martillo.

Si se trabajan continuamente los hornos, los costos de calentamiento serán más bajos. Se instalaron hornos calentadores, giratorios y empujadores de acuerdo a las características de cada uno de los martillos que tenían que alimentar. En total se construyeron 11 hornos, de los cuales dos empujadores, cuatro giratorios y los demás de calentamiento. Además de los hornos para el precalentamiento del acero existen otros que se utilizan en las etapas posteriores del proceso y más adelante se describen.

4. PREFORMADO Y FORMADO.

Esta es la etapa que se considera como el forjado propiamente dicho. Se monta la matriz para preformar a la pieza en el martillo o prensa y posteriormente la que produce el formado.

El material caliente procedente del horno es colocado sobre la matriz, una vez montada en el martillo y luego se procede a golpearlo con el martinete aumentando progresivamente la potencia hasta que el material va tomando la forma de la matriz.

Hay algunas piezas cuya forma requiere un forjado previo, debido a que no puede dársele la forma directa en un solo procedimiento debido a su complejidad.

El acabado de la pieza debe ser muy bien planeado, organizando y preparando todas las etapas del trabajo necesario de tal forma que se ahorren tiempos de pérdida entre cada etapa.

Existe gran ventaja económica empleando grabaciones múltiples. La salida del material por los lados se impide por la formación de la rebaba, siendo un importante medio auxiliar para manejar el flujo del material y el relleno de la matriz.

La rebaba es separada de la pieza en las máquinas desbarbadoras (corte y punzón) con la prensa de desbarbar, colocada a continuación del martillo y después de los golpes de forja se pasa a una prensa desbarbadora que recorta los bordes y alínea la pieza. A continuación va a un tratamiento posterior de temple y revenido. En el caso de la tecnología de prensa todo este proceso se realiza en una sola máquina forjadora (que forja, recorta los bordes y alínea la pieza simultáneamente.)

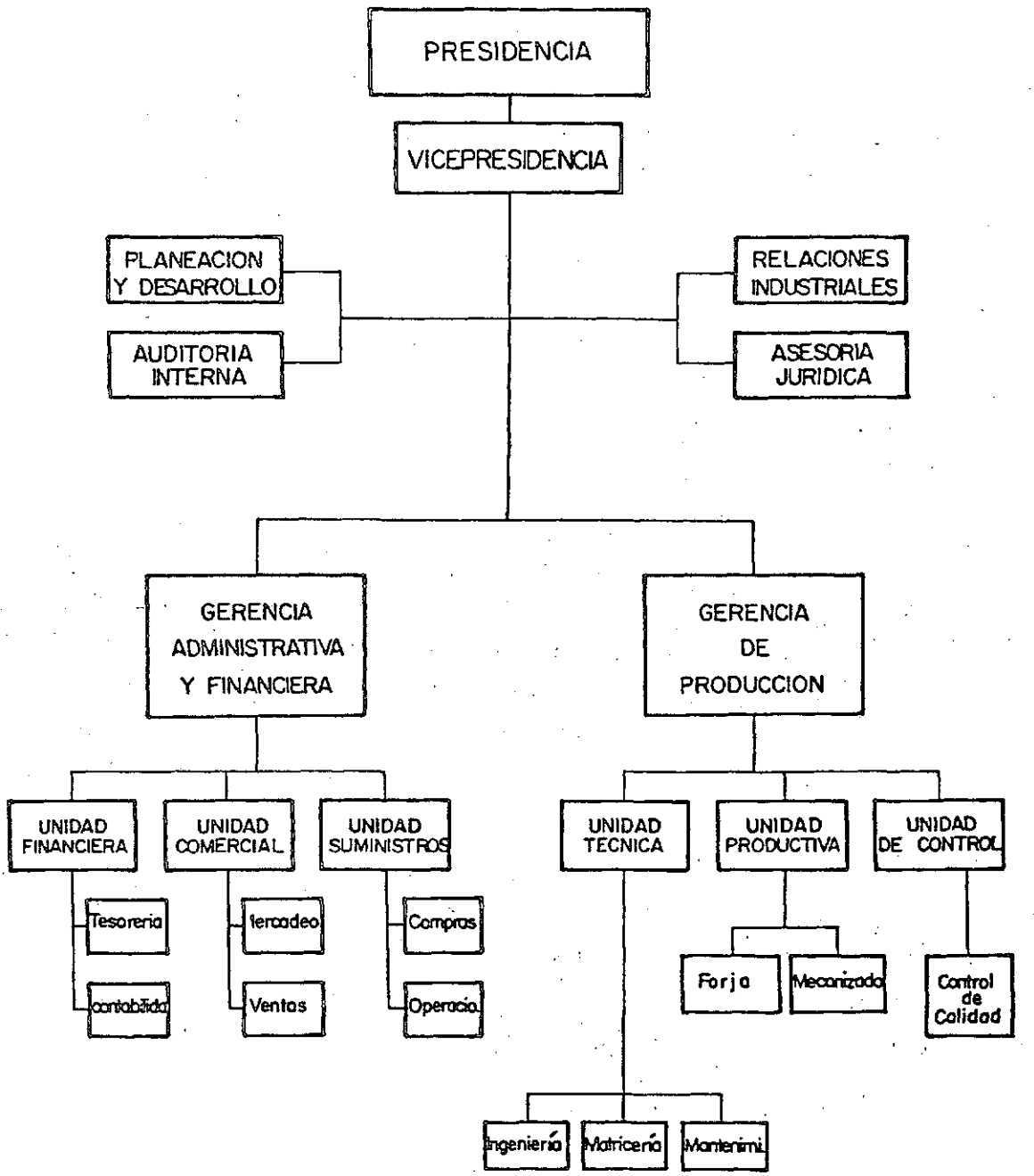
En general, la etapa de forjado se considera como el conjunto horno-martillo-prensa, que calienta, forja y desbarba.

Las características de los martillos instalados son las siguientes:

No. de Unidades	Capacidad	Tipo
1	20 tons	contragolpe
1	13 tons	contragolpe
1	8 tons	contragolpe
1 forja libre	1.2 tons	neumático
1 forja libre	264 kilos	neumático
1 forja libre	300 kilos	neumático
1	1.250 kilos	sobrepresión
1	800 kilos	sobrepresión
1	3.15 tons	sobrepresion
1	4.0 tons	sobrepresion
1	6.3 tons	sobrepresión

GRAFICA No. 2

ORGANIGRAMA 1982
Forjas de Colombia



En la actualidad se han clasificado 60 oficios mediante acuerdo entre la empresa y el sindicato con asesoría del SENA. Así mismo, se han definido una serie de grupos según el tipo de trabajo: tres grupos de máquinas, grupo de forjadores, grupo de prensistas, grupo de horneros, grupo de tratamientos técnicos, grupo de limpieza, grupo de auxiliares de forja, grupo de grabadores y ayudantes y un grupo de trazadores.

Dentro de cada grupo se definen oficios, por ejemplo, un forjador es la cabeza de cinco operarios.

La coordinación de todas las actividades para la producción de una pieza no siempre es fácil ya que se cuenta con imprevistos en la duración de las importaciones de materias primas y cualquier demora en una actividad previa al forjado incide en éste, por lo tanto siempre se prevén márgenes de demora.

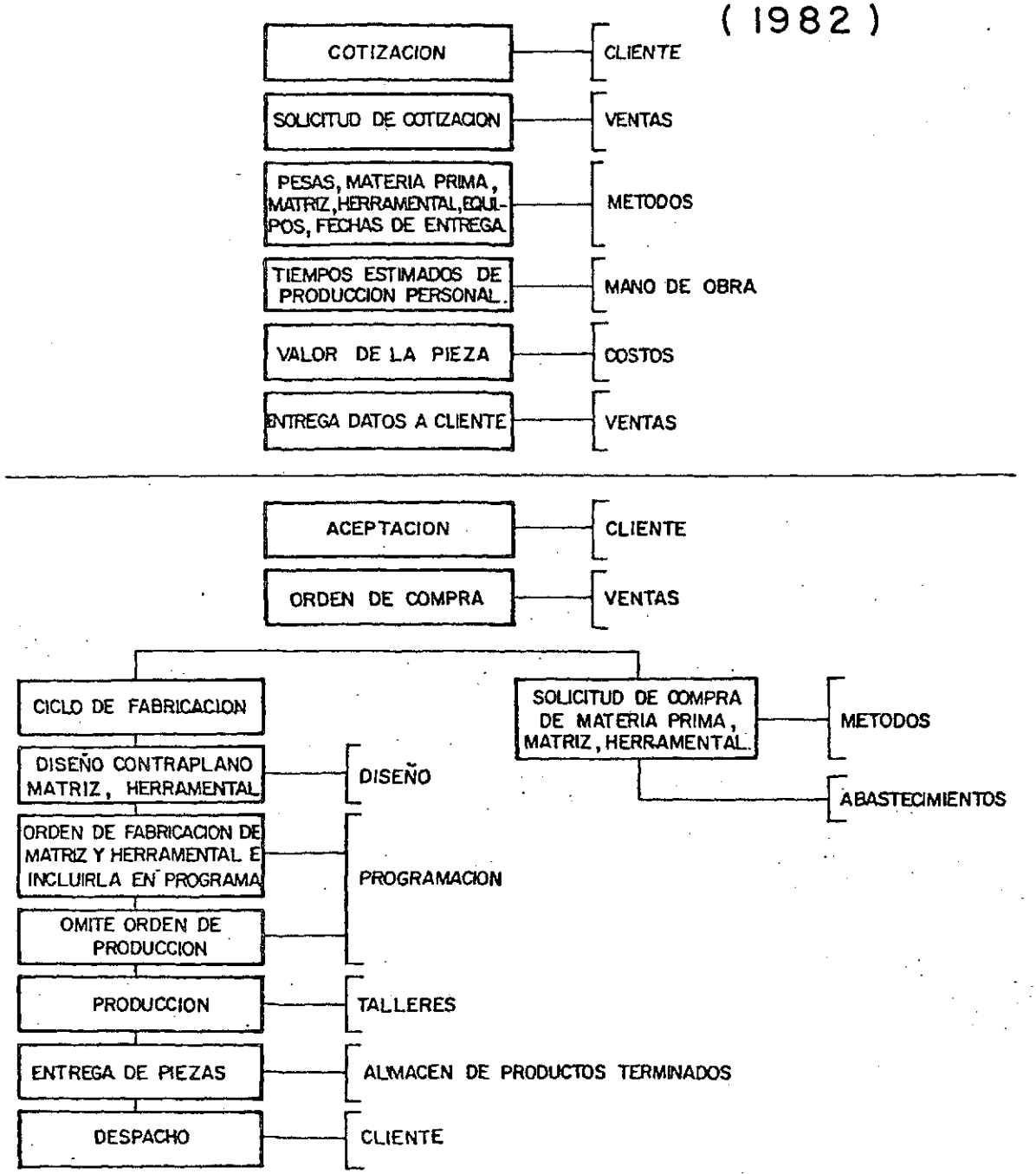
La planeación de la producción de una pieza nueva es una tarea bastante compleja, la cual se inicia en el departamento de ingeniería, cuando se recibe un pedido de cotización por parte de un cliente, allí, especialmente en la sección de métodos, se hacen cálculos de pesos, materia prima, necesidades de matricería, herramental, equipos y posibles fechas de entrega para esta pieza nueva. Además se calculan los tiempos estimados de producción y de personal, finalmente departamentos de costos y ventas calculan el valor de la pieza.

Esto podemos considerarlo una precotización y si el cliente acepta esta cotización se pasa ya al cálculo más completo y definitivo de un ciclo de fabricación para la pieza, a la vez se hacen las solicitudes para la compra de mate -

GRAFICA No. 3

Forjas de Colombia

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCION DE UNA PIEZA NUEVA DE ACUERDO A LA ORGANIZACION ACTUAL (1982)



ria prima, de matrices y herramientas; se hacen los diseños de contraplanos tanto para matrices como para las herramientas, se hacen las órdenes de fabricación de la matriz y del herramental, se hacen programas de producción de los mismos y finalmente se hace una orden de producción con los tiempos estándares y los lotes de producción para finalmente pasar a la producción en sí de la pieza. Todo este procedimiento puede demorar entre seis semanas a cuatro meses, o sea desde que se hace la cotización hasta que la pieza entra finalmente a producción, pueden pasar hasta cuatro meses.

Este sistema, que se describe en la Gráfica No. 3, más o menos ha permanecido sin variaciones a través de las diferentes administraciones de la planta, sin embargo, durante la administración FIAT, aunque se desarrollaban todas estas tareas, no se hacían en una forma sistemática y concentrada en el departamento de ingeniería, sino en forma simplificada, basándose en la experiencia de las plantas y técnicos FIAT. Este diagrama es una adaptación de la organización alemana y es el que se está empleando actualmente en Forjas.

3.2. Características de los equipos instalados y su evolución.

Los equipos instalados tuvieron grandes desequilibrios y algunos eran ineficientes. Es el caso del desbalance entre el taller de matricería y el de forja, y entre éste y el de mecanizado.

Los equipos del taller de forja tenían una gran capacidad en comparación con la de los talleres de matricería y mecanizado. Por otra parte algunos de los equipos instalados inicialmente eran reconocidamente ineficientes, comparados con otros existentes en el mercado en ese momento;

tal es el caso de los cepillos para desbastar los bloques de las matrices y de las copiadoras del taller de matricería, equipos que posteriormente fueron reemplazados por otros que aumentaron la eficiencia en más del 100% en las operaciones que realizaban. En el taller de forja la instalación de ciertos martillos no se hizo en acuerdo con el análisis del mercado y la instalación de los martillos de mayor potencia tuvo fallas ocasionadas por diseños experimentales que llevaron a reemplazar los martinetes con cargo a las finanzas de la empresa.

A continuación se describen los equipos instalados inicialmente y sus ajustes en el tiempo para tratar de disminuir los desbalances y las ineficiencias iniciales.

3.2.1. EQUIPOS INSTALADOS INICIALMENTE

La planta cuenta con tres líneas principales de equipos: primero los de matricería, en segundo lugar los de forja y en tercer lugar los de mecanizado. Estas son las tres partes fundamentales de la planta. En matrices se preparan las estampas que son los moldes grabados sobre los cuales se forjan las piezas, las cuales en algunos casos son mecanizadas posteriormente.

Analizando el área de forja se tienen ocho martillos, tal como se describió previamente, sin embargo, de estos 8 martillos, 4 han estado en uso contínuo y otros 4 con una utilización variable.

El martillo más grande de 20.000 kilográmetros se emplea fundamentalmente en la fabricación de bridas e inicialmente se fabricaron en él ruedas de ferrocarril. También se

utiliza para la fabricación de zapatas de los rodajes, pero esto es una línea que se está descontinuando. En promedio en este momento el martillo tiene una utilización del 5% de su capacidad productiva, la cual más o menos ha sido su utilización histórica.

A continuación viene el martillo de 13.500 kilográmetros que se dedica a la fabricación de cigüeñales y algunos eslabones de cadena de rodaje tiene utilización de un 30%. Los martillos restantes se utilizan para la fabricación de cadenas y pequeñas piezas como rodillos, ejes, piezas automotrices como crucetas, manguetas, orquillas, bielas, etc. Dándose una utilización bastante alta en este tipo de martillos la cual se puede calcular en un 80%.

Debido a los altos índices de utilización en estos últimos martillos, se empezó a detectar cierto desgaste tecnológico en su operación, los costos de mantenimiento han aumentado y realmente en comparación a los tres o dos martillos más grandes estos tienen más problemas de operación.

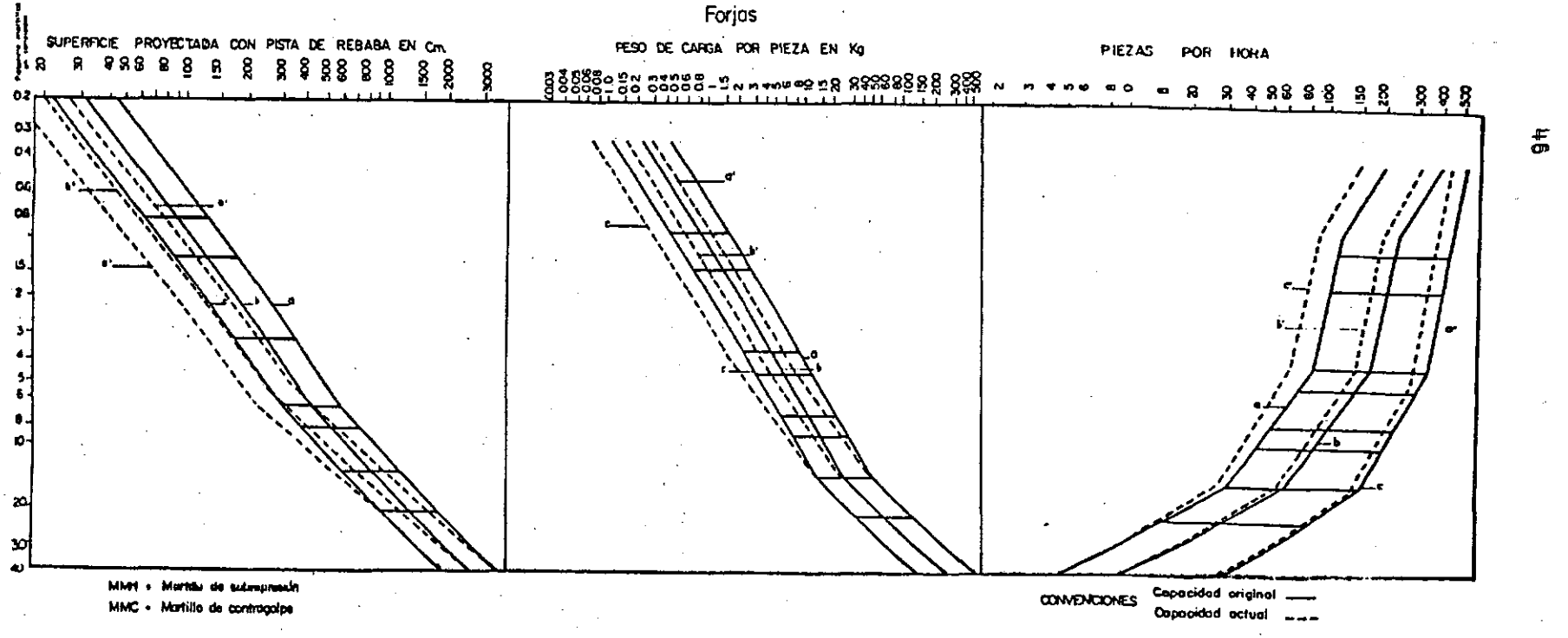
Sin embargo, no sobra decir que el mantenimiento general ha sido muy bueno para este tipo de equipos tanto en la primera época alemana, durante el cierre, en la época de los italianos y actualmente.

Para los nuevos proyectos de fabricación de piezas automotrices se puede contar con estos martillos para una producción de unos 6 a 8 años adicionales. En la gráfica No. 4 se muestran las relaciones de capacidad de los martillos de forja. Se observa que a mayor potencia del martillo, menor número de piezas/hora; a mayor superficie de la pieza mayor debe ser el martillo a utilizar, lo

GRAFICA No. 4

CAPACIDADES ORIGINALES Y ACTUALES DE LOS MARTILLOS DE FORJA

Forjas



mismo que a mayor peso mayor potencia requerida.

La eficiencia original de los martillos ha decaído con su uso según se muestra en las gráficas. Y aunque el mantenimiento de los equipos se califica de adecuado, ya los martillos pequeños acusan ciertos desajustes que reducen su productividad y requieren de una pericia muy grande de los operarios para poder acercarse al funcionamiento de acuerdo a las gráficas.

Sin embargo, en los martillos grandes o sea en los de 6.300 en adelante, se está más cerca a estas curvas de producción, curvas diseñadas por la casa fabricante, pues se están produciendo piezas de 7 a 11 kilogramos en adelante las cuales ya no tienen los problemas de destreza que requieren las piezas más pequeñas en su manejo y tampoco se cuenta con equipos tan utilizados.

Según el Cuadro No. 3.1 si se toma la utilización global de toda la línea de Forja, se observa que el más alto índice se obtuvo en 1977 con un 49% de utilización de la capacidad instalada, lo cual revela la subutilización de la planta a lo largo de su historia. Ver Gráfica No. 8.

En cuanto a equipos auxiliares de los martillos, se tiene que los hornos han tenido un mantenimiento bastante adecuado pero no son hornos contínuos si no que son hornos que necesitan un encendido largo de cuatro horas previas para el tratamiento térmico, actualmente se está haciendo un traspaso de ACPM a gas con lo cual se piensa aumentar la eficiencia de estos equipos.

En 1975 se construyó un horno empujador para piezas pequeñas, este horno fue diseñado por el entonces jefe de mantenimiento de la empresa y ha tenido un desempeño bastante eficiente.

En cuanto a equipos auxiliares, se cuenta con una prensa horizontal recalcadora de 450 toneladas para hacer herramientas o ejes para frenos, sirve para aumentar el área transversal de la pieza. Esta máquina tiene un límite de piezas de hasta 100 mm. de diámetro.

CUADRO No. 3.1.

PORCENTAJE DE UTILIZACION DE TALLERES

1. TALLER DE FORJA

Año	Toneladas	% UTILIZACION 1/
1974	541	8.3
1975	1.118	17.2
1976	1.814	27.9
1977	3.184	49.0
1978	2.678	41.2
1979	2.020	31.6
1980	1.431	22.0
1981	1.492	22.9

2. TALLER MECANIZADO

Año	% UTILIZACION 2/
1974	37
1975	20
1976	35
1977	51
1978	57
1979	62
1980	44
1981	40

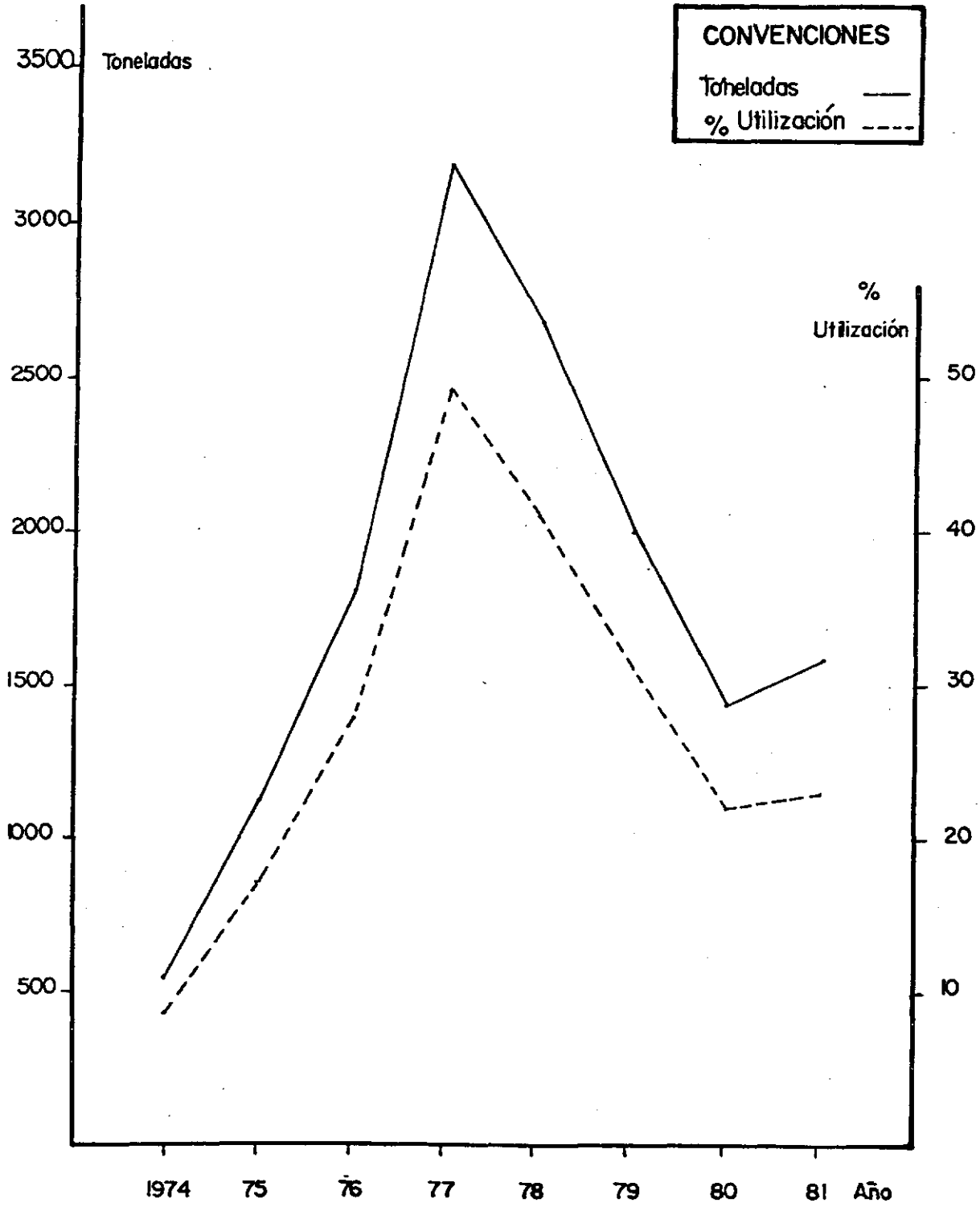
1/ El índice de utilización se calculó sobre la capacidad de Forja instalada inicialmente (6.500 toneladas en 3 turnos). Por el desgaste de los equipos sería difícil superar actualmente el 80% de utilización.

2/ El índice de utilización se calculó sobre la capacidad instalada inicialmente (2.500 toneladas en 3 turnos)

GRAFICA No. 5

PORCENTAJE UTILIZACION DE TALLER DE FORJA 1974 - 1981

Forja



Por otro lado, el taller de mecanizado, como se describió anteriormente, tuvo un diseño bastante específico para la mecanización de rodajes por lo tanto ha sido muy difícil su utilización en otro tipo de piezas. En la época de la administración Fiat se trató de utilizar en la mecanización de autopartes pero fue muy difícil la adaptación en esta época; se compró una fresadora para piezas especializadas, dos estriadoras y dos taladradoras. También se adicionó un torno para ciertos trabajos de mecanizado. Este equipo acusa ya la utilización que ha tenido en el tiempo (un 60% en dos o tres turnos de producción).

El desgaste de los equipos se observa en la reducción de la capacidad máxima de mecanizado que en 1977 podría mecanizar unos 160 rodajes por mes, en este momento no se alcanzan a mecanizar más de 80 ó 90 juegos de rodajes por mes, siendo éste el rendimiento máximo al que pueden trabajar las máquinas según los técnicos de Forjas de Colombia.

La utilización máxima del taller de mecanizado ha sido, según el cuadro No. 3.1, del 62%, anotando que en éste sólo se pueden mecanizar cierto tipo de productos forjados. La utilización se calculó en base al uso promedio de cada una de las máquinas: tornos, fresadoras, soldadores, etc.

Finalmente en cuanto al sistema de hornos, se instaló hace unos dos años un sistema digital de control de temperatura, de esta manera con un horno piloto que se utilizó con este sistema, se ha logrado disminuir bastante el consumo de combustible por lo tanto en este momento se está pasando a este sistema a todos los hornos de la planta.

3.2.2. EVOLUCION DE LAS INVERSIONES Y ADQUISICIONES DE MAQUINARIA.

Después de instalados los equipos encargados a la Rehinstahl se han ido adicionando otros equipos; unos para realizar operaciones que con los equipos originales no se podían efectuar, como es el caso de la máquina copiadora para la sección de matricería (adquirida en 1976), y otros para mejorar la eficiencia de la planta como el horno empujador, construído en la planta, o como un torno para la sección de mecanizado. La construcción en planta del horno empujador resultaba más económica que su adquisición a un proveedor de este tipo de equipos.

En lo referente a martillos de forja y prensas de desbarbar no se ha realizado ninguna adquisición posterior a la instalación de los equipos originales.

Las inversiones del montaje de la planta se presentan en el Cuadro No. 3.2, las cuales ascienden a $1.700 millones de pesos de 1980, e incluyen maquinaria y equipos, edificios e instalaciones y otros gastos para la instalación (gastos de importación, financieros, preoperativos, etc). Los edificios y sus instalaciones representan el 13.4% de las inversiones iniciales, la maquinaria y equipo el 64.2% y los otros costos el 21.9%.

Si se tiene en cuenta el desgaste de los equipos por su utilización en la planta de Forjas de Colombia y una depreciación por obsolencia tecnológica se disminuye significativamente el valor de la maquinaria y equipo en el período 1967-1981.

Durante el período 1974-1978, el empleo total más que se duplicó pasando de 235 personas a 503 para reducirse posteriormente año tras año.

Durante el período 1975-1978, las mayores tasas de crecimiento se dieron en mano de obra directa (18.6% promedio anual) y mano de obra indirecta (13.6% promedio anual) seguida del personal administrativo y del personal técnico con tasas del 12.2% y 6.4% respectivamente. Los departamentos de forja y mecanizado fueron los que más contribuyeron al aumento en mano de obra directa, mientras que los departamentos o secciones de control de calidad y administración fueron los que más contribuyeron al aumento con mano de obra indirecta (Ver Cuadro No. 3.5. y Gráfica No. 6).

Del mismo cuadro se observa que durante el período de decrecimiento (1979-1981), la mano de obra directa fue la más afectada y decreció a una tasa promedio anual del 17% fenómeno originado nuevamente en los departamentos de forja y mecanizado. El resto del personal decreció más lentamente.

Este comportamiento indica que a medida que crece la producción el número de operarios directos aumenta más rápidamente que el personal de apoyo a la producción y control y viceversa.

Durante todo el período analizado el personal técnico se ha mantenido relativamente estable, aunque se ha presentado un cambio de funciones debido por un lado, a la reestructuración organizativa de la empresa y por otro a la diversificación de la producción. En 1981 el número de ingenieros y técnicos capacitados era de 34 personas: 9 vinculadas al Departamento de Ingeniería, 7 a mantenimiento, 5 a

CUADRO No. 3.5.

DISTRIBUCION DEL EMPLEO POR DEPARTAMENTO

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
FORJA									
MOD			44	48	92	119		94	87
MOI			6	10	8	7		7	5
TEC			2	2	5	4		4	3
ADM			1	2	1	-		1	1
TOTAL			53	62	105	130		106	96
MECANIZADO									
MOD			71	75	92	97		76	65
MOI			9	9	9	6		8	8
TEC			3	4	4	6		3	4
ADM			2	2	1	1		-	1
TOTAl			85	90	106	110		87	78
AFILADOS Y DISPOSITIVOS									
MOD			16	11	9	-		15	3
MOI			15	16	14	22		5	16
TEC			2	1	1	1		1	2
ADM			-	-	-	1		-	-
TOTAL			33	27	24	24		21	21
MATRICERIA									
MOD			34	42	49	53		42	41
MOI			4	5	5	4		4	4
TEC			3	3	3	4		-	-
ADM			1	-	1	1		-	-
TOTAL			42	50	58	62		50	49
MANTENIMIENTO									
MOD			-	-	-	-		-	-
MOI			38	23	32	34		33	38
TEC			6	5	5	5		4	7
ADM			-	-	-	-		1	-
TOTAL			44	28	37	39		38	45

sigue. . .

Continuación

Cuadro No. 3.5 .

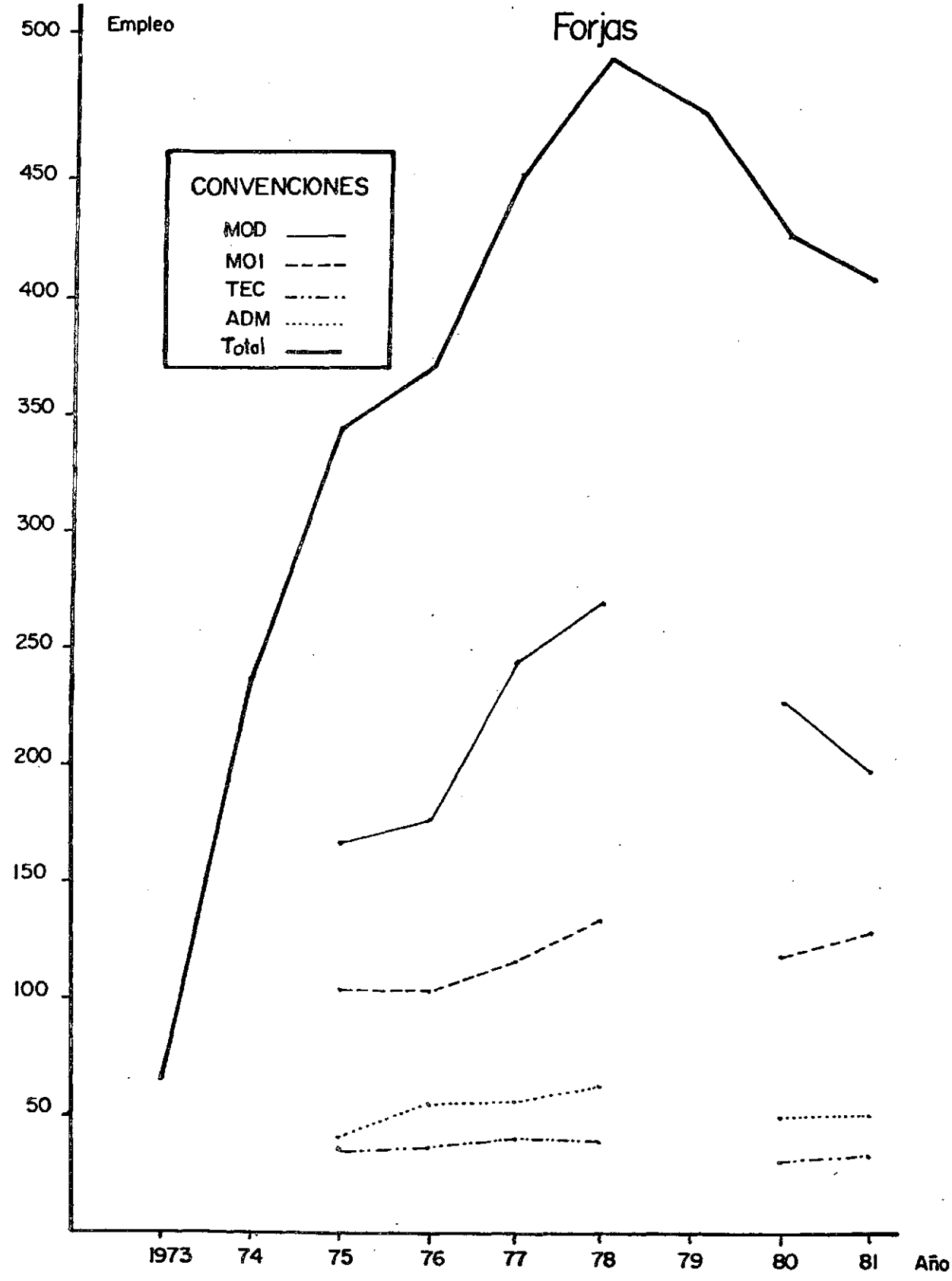
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
CONTROL DE CALIDAD									
MOD			-	-	-	-	-	-	-
MOI			16	15	20	28		26	27
TEC			2	2	3	3		10	5
ADM			-	-	-	-		1	1
TOTAL			18	17	23	31		37	33
ING. INDUSTRIAL									
MOD			-	-	-	-		-	-
MOI			-	1	1	2		-	1
TEC			16	18	19	16		4	9
ADM			1	3	4	7		4	1
TOTAL			17	22	24	25		8	11
ADMINISTRACION, VENTAS RELACIONES INDUSTRIALES, ABASTECIMIENTOS									
MOD			-	-	-	-		-	-
MOI			16	25	26	31		34	30
TEC			-	-	-	-		-	-
ADM			35	48	50	51		43	50
TOTAL			51	73	76	82		77	80
TOTAL GENERAL									
MOD			165	176	242	269		227	197
MOI			104	104	115	134		117	129
TEC			34	35	40	39		30	34
ADM			40	55	57	61		50	51
TOTAL	66	235	343	370	454	503	480	424	414

MOD: Mano de Obra directa; MOI: Mano de Obra Indirecta;
ADM: Administración; TEC: Técnicos

FUENTE: FORJAS, Informes de producción.

GRAFICA No. 6

DISTRIBUCION EMPLEO POR CATEGORIAS
1973 - 1981



control de calidad, 4 a mecanizado y matricería respectivamente, 3 a forja y 2 a afilados y dispositivos.

En cuanto a la composición del empleo, se observa que la participación de la mano de obra directa aumenta de 48.1% en 1975 a 53.5% en 1980 para luego reducirse hasta 47.6% en 1981. esto a expensas de la participación de la mano de obra indirecta que se reduce de 30.3% a 27.5% y del personal técnico que pasa de 10% a 7% durante el mismo período.

De otro lado, la relación entre mano de obra directa y mano de obra indirecta aumentó de 1.6 en 1975 a 2.0 en 1978 y luego se redujo considerablemente para alcanzar su nivel más bajo en 1981 de 1.5 . Esto se explica por la contratación tanto de operarios directos y supervisores durante los períodos de crecimiento y el despido de dichos operarios durante los períodos de presión manteniendo el personal de apoyo y control relativamente constante.

En la actualidad la línea de forja es la que tiene un mayor contenido de mano de obra directa seguida de la línea de mecanizado y participan en 44% y 33% respectivamente de la mano de obra directa total. Sin embargo, hacia 1975-1976 estas intensidades estaban invertidas por el énfasis que se daba en aquella época al maquinado de piezas forjadas que se encontraban en inventario después del cierre de la empresa.

De los empleados con que contaba Forjas en 1968 sólo quedan quince personas: cinco técnicos (tres especializados en Alemania) siete operarios y tres administradores de ventas, presentándose una gran inestabilidad a

nivel administrativo y técnico. La rotación tan alta de personal se debió inicialmente a la contratación de personas que no eran de la zona, llegando a niveles del 52% en 1976. Posteriormente, se cambió esta política contratando personal de la zona, en 1981 la rotación se redujo al 15%.

La alta rotación ha afectado en particular el área de control de calidad que requiere hasta un año de entrenamiento para los ingenieros y las secciones de matricería y forja donde los operarios capacitados son escasos. En el área de mecanizado la rotación es menor por cuanto existe una mayor oferta en el mercado laboral de este tipo de operarios.

Con la presentación de estas cifras de personal técnico se observa la relativa constancia en cuanto al número de personas, pero ~~en~~ la diferente composición de sus funciones y de su organización técnica partiendo de una organización con un énfasis grande en la parte técnica, con un departamento de ingeniería muy fuerte en la época primera de la empresa, a una segunda etapa con la FIAT de preponderancia en la fabricación antes que el diseño y la planeación a una etapa actual con una mezcla entre el esquema alemán de preponderancia técnica y el énfasis que le dio la época italiana a los aspectos de producción y ventas.

Finalmente, en el Cuadro No. 3.6. se presenta la evolución del pago de sueldos y salarios durante el período 1967-1981. El empleo total como los sueldos y salarios pagados han seguido una tendencia similar; ambos aumentan durante los períodos 1967-1970 y 1974-1978 y ambos se reducen durante los períodos 1970-1973 y 1979-1981.

En síntesis se puede decir que existieron graves fallas en la política de personal y de capacitación, en los primeros años de la Empresa, pero que posteriormente con un enfoque más pragmático y menos ambicioso se fueron superando los vacíos en capacitación y se disminuyó la rotación de personal. Es así como los ingenieros de mando medio y los técnicos han adquirido una experiencia que los capacita para manejar el área productiva de la Empresa, logrando incrementar los rendimientos y mejorando algunos procedimientos en los últimos años.

Las externalidades logradas por los ingenieros y técnicos entrenados en el exterior y que no prestaron sus servicios a la Empresa no son muchas si se tiene en cuenta que en Colombia no existe otra industria de forja y el entrenamiento fue básicamente en matricería, y manejo de martillos, prensas y hornos.

Pero la formación en la Empresa de técnicos en soldadura, mecanizado y otras labores sí ha dado lugar a externalidades ya que muchos de estos operarios después de capacitados han ido a prestar sus servicios en empresas metalmecánicas que utilizan estos procesos.

CUADRO No. 3. 6.

SUELDOS Y SALARIOS (A PRECIOS CONSTANTES DE 1980).

Año	Miles de $	Empleo Total
1967	13.205.1	-
1968	23.214.3	190
1969	86.511.1	ND
1970	89.048.3	520
1971*	68.403.7	ND
1972	8.840.7	ND
1973	12.724.8	66
1974	25.481.3	235
1975	48.829.3	343
1976	57.903.8	370
1977	67.373.8	454
1978	83.936.8	503
1979	82.085.5	480
1980	74.892.0	424
1981	68.522.0	414

* Cierre de la empresa.

FUENTE: FORJAS.

3.4. COMPOSICION DE LA PRODUCCION

Desde un comienzo en los estudios de factibilidad y a través de todas las etapas de Forjas han sido claros cuatro grandes grupos de productos que en potencia se pueden producir:

a. Rodajes para tractores y grúas. Este es el grupo más importante y que ha estado presente en todas las etapas de la empresa;

b. Partes y piezas para la industria y la minería. Tales como bridas de tubería, partes para estructuras, calderas, minas y diferentes herramientas tanto para actividades industriales o para la agricultura.

c. Autopartes. Es la gran fuente de producción en serie para la industria de forja en todo el mundo.

d. Producción de cuerpos moledores. Se emplean en la industria del cemento.

Antes de analizar la evolución de cada uno de estos grupos de productos examinaremos en forma global las cifras de producción y ventas a través de las diferentes etapas de la empresa.

A partir del estudio inicial que se hizo en 1962 por el ingeniero Martini se indicó la posibilidad de producción que tenían en ese momento cada uno de los cuatro grupos que hemos señalado, según lo cual, partes para tractores deberían representar el 55% de la producción, autopartes el 17%, cuerpos moledores el 25% y otros elementos un 3%.

Examinando las cifras de producción de los Cuadros Nos. 3.7, 3.8. y Gráfica No. 7 , se puede distinguir dos etapas en la composición de la producción. La primera de 1968-1974 en la cual los rodajes fueron casi el único producto y la segunda 1974-1981 en la que la producción se diversificó notablemente.

Examinando la primera etapa se tiene que en Julio de 1966 se decidió hacer la primera producción de prueba con rodamientos de tractores, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, debido a los serios problemas de liberación de importaciones en ese año no se pudo iniciar la producción sino hasta el segundo semestre de 1968, o sea dos años después. Se arrancó producción con rodajes, sin embargo, la producción no alcanzó a más del 10% del mercado nacional. También se trató de iniciar la producción de autopartes como crucetas, propulsores, algunas partes de repuestos pero dado la inflexibilidad de la mecanización fue imposible llevar a cabo este proyecto.

De 1968 hasta 1971 cuando la planta se cierra, la producción se concentró casi exclusivamente en rodajes (CATERPILLAR). La mayor producción alcanzada durante ese período fue de cerca de 1.000 toneladas en 1969. Adicionalmente a los rodajes se inició la producción de algunos productos para la agricultura: picas, barras, etc. sin embargo, ya habían dos productores nacionales HERRAGRO e INCOLMA los cuales producían herramientas. También en esta época se fabricaron ruedas para vagones de tren y algunos ensayos en cuerpos moledores sin embargo, en esta primera etapa la producción se concentró principalmente en la producción de rodajes para tractores.

CUADRO No. 3.7.

FORJAS

PRODUCCION DE FORJA Y MECANIZADO (Toneladas

1968 - 1981

	1968*	1969*	1970*	1971**	1972***	1973***	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Forja														
Rodajes	489	878	680	315			277	281	508	835	608	624	366	
Bridas y válvulas	-	-	-	-	-	-	-	510	734	556	410	145	107	
Autopartes							-	157	111	570	885	810	756	
Moledores							252	98	380	1.108	483	245	-	
Otros		98	170				12	71	81	115	287	196	210	
Total	484	976	850	315			541	1.118	1.814	3.184	2.678	2.020	1.439	1.502
Mecanizado														
Rodajes							ND	437	676	1.121	664	1.450	1.212	
Bridas y válvulas							ND	289	443	682	230	347	17	
Autoparte							ND	124	85	253	174	229	64	
Otros							ND	1	2	11	2	27	1	
Total							400	851	1.200	2.067	1.067	2.053	1.294	

* Las cifras por productos son tomadas de estimativos de la Empresa
** Producción correspondiente al primer semestre, antes del cierre de la planta
*** Durante estos años no hubo producción.

FUENTE: Forjas, Informes de Producción.

CUADRO No. 3.8.

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA PRODUCCION EN FORJA 1968-1981

Grupo de Productos	1968*	1969*	1970*	1971*	1972** 1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
a. Rodajes	100	90	80	100	-	51.2	25.1	28.0	26.2	22.7	30.8	25.4	
b. Bridas y válvulas	-	-	-	-	-	-	45.6	40.4	17.4	15.3	7.1	7.4	
c. Autopartes	-	-	-	-	-	-	14.0	6.1	17.9	33.0	40.0	52.5	
d. Cuerpos moledores	-	-	-	-	-	46.5	8.7	20.9	34.7	18.2	12.1	0.0	0.0
e. Otros	-	10	20	-	-	2.3	6.6	4.6	3.8	10.8	10.0	14.7	
Total	100	100	100	100	-	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Toneladas producidas	484	976	850	315	-	541	1.117	1.814	3.184	2.678	2.020	1.439	1.502

FUENTE FORJAS: Informes de producción.

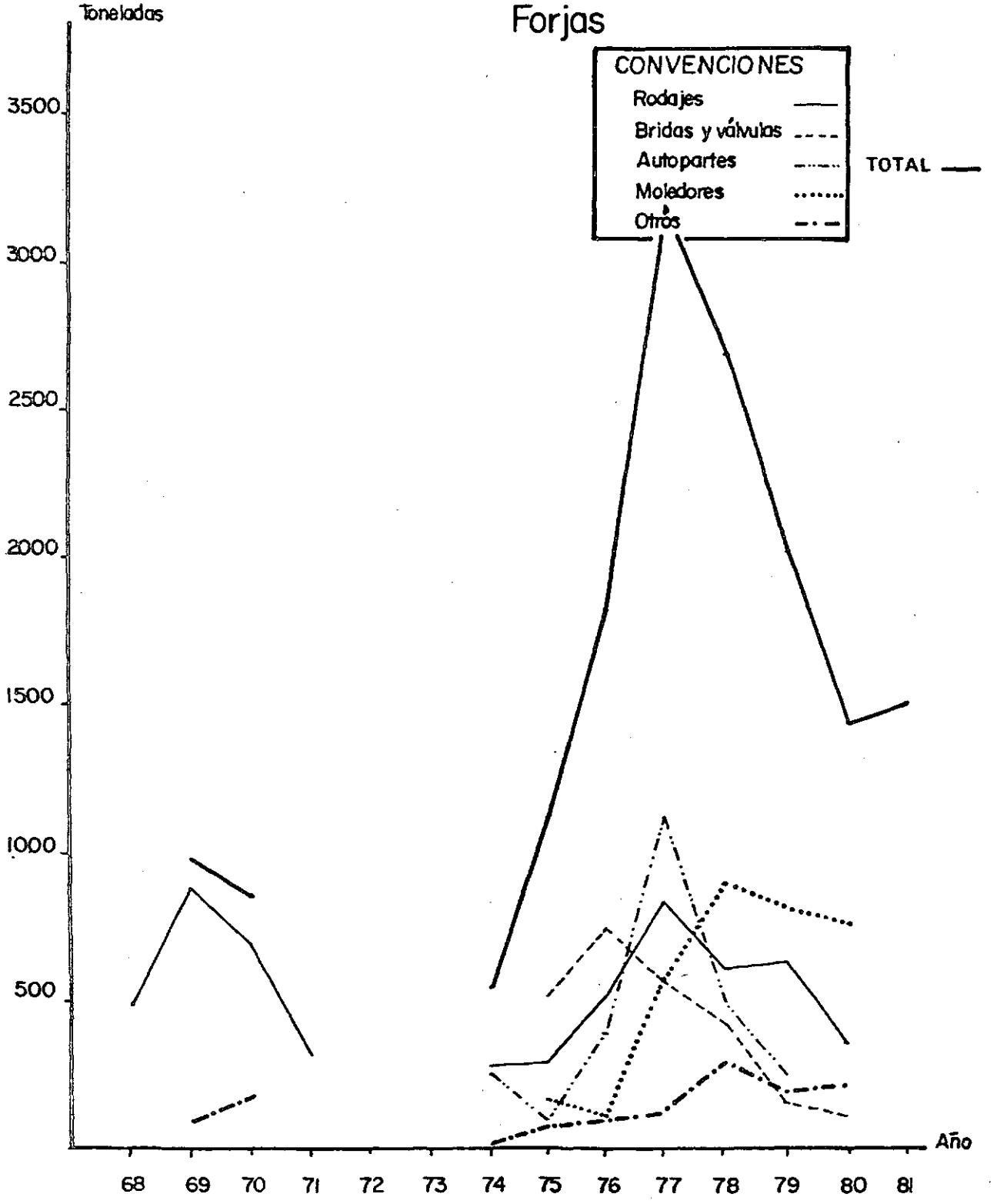
* Estimada

** Producción correspondiente al primer semestre, antes del cierre de la planta.

*** Durante estos años no hubo producción.

GRAFICA No. 7

DISTRIBUCION PRODUCCION FORJA SEGUN GRUPO PRODUCTOS 1968 - 1981



Durante la época del concordato, 1971 hasta finales de 1973 la planta no permaneció cerrada totalmente sino que se presentaron los equipos a pequeños productores que querían hacer algunas herramientas o rodajes. La producción fue insignificante, no más de 50 a 100 toneladas por año. Estos contratistas independientes utilizaban los equipos bajo contrato.

Con la llegada de la FIAT se inició la segunda etapa de Forjas en la cual el énfasis que se le quería dar, y por lo cual se hizo el contrato, era en la diversificación de la producción, especialmente en autopartes, bridas y cuerpos moledores, algo que anteriormente no se había efectuado.

Observando la evolución de la producción durante el período de la administración FIAT 1974-1980, se pueden distinguir claramente dos etapas: 1974-1977 donde el volúmen de producción crece aceleradamente y 1978-1980 donde la producción total disminuye.

En cuanto a la composición de la producción se tiene que para 1975, primer año de plena producción con la nueva administración, la participación de rodajes había disminuído notablemente al 25.1% de la producción total de Forja y al 51% de la producción de mecanizado. Aúncuando rodajes continúa teniendo una participación significativa de la producción, especialmente en mecanizado, a partir de 1975 se empieza a manifestar la importancia de autopartes cuya participación en la producción de forja pasó de 14% en 1975 a 52.5% en 1980, manteniendo en mecanizado una participación relativamente constante, siendo en promedio del 14%. Cuerpos moledores, que forman como se ha dicho anteriormente una línea independiente dentro de

la planta, contribuían con aproximadamente un 8% de la producción en 1975, participación que en 1977 subió a un 34.7% de la producción de Forja, la cual se redujo paulatinamente hasta 1980 en que se abandonó esta línea a causa de la producción de cuerpos moledores fundidos. La producción de bridas y válvulas, a partir de una alta participación en 1975 (46.6%), se ha reducido en forma continuada, pasando a un 7.4% en 1980 y en mecanizado reduciéndose de 34% en 1975 a 6.8% en 1980.

Finalmente, observando la composición de la producción, desde la salida de la administración Fiat, se aprecia el aumento de la participación de rodajes especialmente en lo que se refiere a producción de mecanizado (71%) tendencia que se venía presentando desde 1979. Esto se explica por la disminución de la participación de bridas y válvulas y haber suspendido la producción de cuerpos moledores. Autopartes ha aumentado su participación (53% de la producción de Forja y 22% de la producción de mecanizado) con lo cual, en el momento se ha logrado contar con dos líneas estables de producción en la empresa: rodajes y autopartes.

En relación a la tendencia de ventas, éstas han seguido variaciones parecidas a las de producción, Cuadro No. 3.9. y Gráfica No. 8; sin embargo, se observa cómo la producción de bridas y válvulas tienen un precio unitario menor que el de rodajes o autopartes, siendo su participación en ventas menor que en producción.

Examinando las cifras de ventas observamos un acelerado crecimiento a partir de 1974 cuando la planta reinicia actividades después del cierre parcial, superando en 1976 el valor de ventas (a precios constantes) alcanzado en 1969.

CUADRO No. 3.9

FORJAS

VALOR DE LAS VENTAS A PRECIOS CONSTANTES DE 1968-1981

(Millones de Pesos)

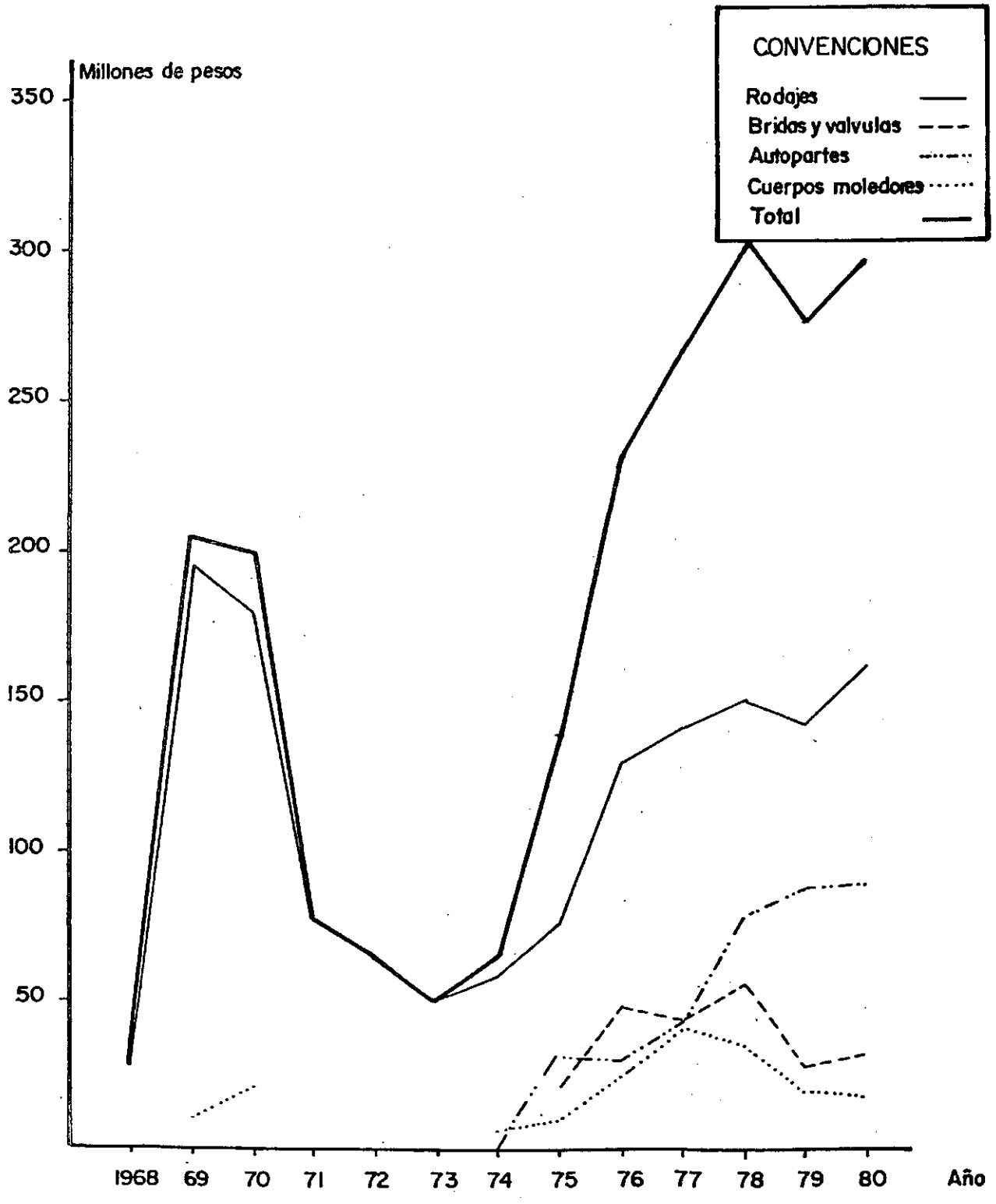
	1968	1969	1970	1971*	1972*	1973*	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
a. Rodajes	27.8	195.1	177.8	77.5	64.6	50.2	57.2	75.0	129.6	141.9	150.3	142.3	161.1	
b. Bridas y Válvulas	-	-	-	-	-	-	-	21.1	48.2	43.1	54.1	27.1	31.9	
c. Autopartes	-	-	-	-	-	-	.6	31.6	29.9	42.2	77.0	87.7	89.6	
d. Cuerpos moledores y otros.	-	10.0	20.0	-	-	-	6.3	9.7	24.2	41.0	34.1	19.5	17.8	
Total	27.8	205.1	197.8	77.5	64.6	50.2	64.1	137.6	232.0	268.3	315.6	276.7	300.4	

FUENTE FORJAS. BALANCES

* Durante estos años no hubo producción y las ventas corresponden a realización de los inventarios producidos en 1970-1971 (primer semestre).

GRAFICA No. 8

VALOR DE LAS VENTAS A PRECIOS CONSTANTES DE 1980



A pesar de que la tendencia en las ventas ha sido creciente y algo errática se observa durante el período 1978-1980 disminución con respecto al nivel alcanzado en 1978.
El producto más dinámico ha sido autopartes cuya participación enlas ventas totales pasó del 22% en 1975 a 30% en 1980. Con anterioridad a 1975 los rodajes eran el producto líder en ventas, alcanzando a representar hasta el 90% de las ventas totales.

Las ventas totales han estado orientadas básicamente hacia el mercado interno; como se puede apreciar en el Cuadro No. 3.10.las exportaciones se iniciaron en 1975, notándose como en 1977 y 1978 se produjeron los máximos volúmenes (18% y 15% respectivamente, del valor total de ventas). El destino de las exportaciones ha sido principalmente los países miembros del Pacto Andino y en menor grado Italia y Estados Unidos, estos últimos compradores de autopartes y rodajes para tractores respectivamente.

Las bajas registradas recientemente tanto en producción como en ventas se han debido a diferentes factores dependiendo del producto. En autopartes el problema radica en la reducción de ventas y exportaciones de RENAULT, principal comprador de partes forjadas.

En rodajes y rodillos, se argumenta la competencia de importaciones y contrabando de estos productos que se venden a precios mucho más bajos que los de Forjas, a pesar de que la producción se encuentra en licencia previa y con un arancel del 30% y 80% respectivamente.

Por otro lado, en el caso de importar los tractores, existe un arancel distinto si se importa con o sin cadenas,

CUADRO no. 3.11

FORJAS

EVOLUCION DE LAS VENTAS HISTORICAS DE RODAJES SEGUN COMPONENTES* (Toneladas).

	1968 (1 Semest)	1969	1970	1971	PROMEDIO 1969-1970
Eslabones	121	258	119	53	189
Pasadores de Cadenas	72	128	46	26	87
Bujes de cadena	61	127	41	24	84
Zapatas	125	333	188	40	261
Carcazas rodillo inferior	31	38	60	34	49
Ejesde rodillo inferior	10	14	18	8	16
Portacojinetes de rodillo inf.	8	6	13	6	10
Tapas finales	7	10	14	7	12
Cojinetes de bronce	1	-	-	-	
Ruedas guías	7	11	4	4	8
Ruedas matrices	13	14	4	2	9
Aros dentados	20	21	1	3	11
Carcaza rodillo superior	7	13	15	4	14
Ejes rodillo superior	1	2	3	1	3
Tapas finales	-	1	1	1	1
	484	976	527	213	754

FUENTE.- Estudio de reactivación de FORJAS. Oscar Gómez y Cía., 1971.

*La mayoría de estos componentes se fabrican en varias referencias según su peso y dimensiones.

no se justifica hacerla forjada sino laminada. Por lo tanto, se ha decidido comprar la lámina y cortarla para formar la zapata, aún cuando ésto significa que se hace menos utilización del martillo de 20 toneladas, pero se obtiene una mayor racionalización de la integración en planta en la producción de rodajes, faltando todavía bastantes esfuerzos en cuanto a reducir la amplia gama de referencias, desafortunadamente ésto es una exigencia de mercado que es difícil obviar.

Antes de terminar es importante mencionar otro proyecto dentro del área de rodajes que consiste en pasarse a cadena lubricada que tiene un sistema de lubricación por unos huecos u orificios por los cuales corre el lubricante a lo largo de la cadena y aumenta su duración, ésto implicará también hacer unas pequeñas modificaciones en el proceso con el acondicionamiento de máquinas taladradoras.

En resumen, en cuanto a rodajes se puede decir que comprenden una apreciable cantidad de componentes agrupados en 3 grupos: zapatas, eslabones y rodillos, éstos a su vez se producen en un número muy apreciable de referencias que corresponden a varios modelos y marcas de tractores, por lo cual, no se ha podido tener lotes grandes de producción. A pesar de esta dificultad se ha notado a través del tiempo un esfuerzo para la racionalización de la integración en planta, es decir, reducir la cantidad de componentes y referencias fabricadas internamente.

En realidad los esfuerzos de estandarización y normalización sólo se han observado en productos automotrices como cigüeñales, bielas y Juntas Bed, pero no en rodajes donde existe una amplia gama de referencias. En el caso del cigüeñal se ha desarrollado una importante labor de ingeniería, reduciendo tiempos de fabricación y logrando ahorros de materia prima significativos, además de obtener una mejora apreciable en la calidad.

b. BRIDAS Y VALVULAS

El segundo grupo de productos está conformado por bridas, válvulas y otros implementos para la industria o la minería. Este mercado también había sido prospectado en los primeros estudios de Forjas, pero sólo hacia 1975 se logró arrancar con este renglón el cual principalmente es demandado por la industria petrolera y por la industria minera. En este momento la producción ha descendido aproximadamente un 7 u 8% de la producción total habiendo llegado a un máximo del 45.6% en 1975.

Como se mencionaba en la sección anterior bridas fueron exportadas a los Estados Unidos, Ecuador, Perú, Bolivia y El Caribe. Desafortunadamente en este momento debido a la apertura comercial han llegado bridas brasileñas o del Suroeste Asiático a un precio de un 20% menor que las bridas de Forjas, explicado por el precio del acero y por los costos financieros que disminuyen la competitividad de Forjas de Colombia, pero no por aspectos de escala.

También dentro de este grupo se pueden mencionar la producción de grapas para la industria minera las cuales en este momento son demandadas por Acerías Paz del Río. Este contrato representa alrededor de 300 toneladas anuales.

Este grupo de productos es importante para Forjas por que permite el empleo de los martillos más grandes de la planta (20 y 13.5 toneladas), los cuales con los otros grupos de productos son muy poco empleados.

c. AUTOPARTES.

El tercer y tal vez el más importante grupo para el futuro de Forjas es el de autopartes. Desde la primera etapa de la empresa, se pensó en este grupo de productos, sin embargo, no se logró arrancar ningún tipo de producción en esta área. Sólo fue a raiz de la administración Fiat en 1975 que se inició la producción de autopartes. En 1975-1976 copó alrededor de un 15%

de la producción total dedicándose fundamentalmente a partes para la FIAT colombiana o para la exportación de la red internacional de productos FIAT.

La producción fue en muy pequeñas órdenes, en algunos casos alrededor de 300 unidades por cada producto, en su mayoría para exportación aún cuando algunos fueron utilizados internamente como puentes de grúa para camiones, ejes de levas para frenos y barras de cambios. El desarrollo importante de autopartes se produjo a partir del contrato de aprovisionamiento a SOFASA en Duitama, el cual se inició en 1977 con la producción de componentes para las juntas de transmisión que SOFASA exporta a Francia.

Los contratos implicaban órdenes de alrededor de 20.000 unidades por mes, los cuales llegaron a estabilizarse en 30.000 juegos de orquillas, crucetas y manguetas para las juntas de transmisión BED; las cuales fueron producidas a partir de 1977 hasta 1981 en que fue suspendido este contrato de exportación a Francia por parte de RENAULT; o sea que durante cuatro años se produjo un promedio de 20 a 30.000 juegos/mes de piezas forjadas para las juntas de transmisión. Estas piezas, aunque de bajo peso unitario permitieron altos volúmenes de producción.

En 1978 también se inició la producción de cigueñales, los cuales se fabricaron inicialmente en base a diseños y matrices argentinas. El cigueñal se ha producido a partir de esa época hasta el momento en un promedio a-

proximado de 1.500 a 2.000 unidades mensuales, las cuales se destinana los motores de R4-R6-R12 y R18 y a la exportación a la Argentina y Venezuela. También desde 1979 se inició la producción de bielas forjadas. Estos han sido los productos para SOFASA los cuales representaban en 1980 un 45.2% de la producción total de Forjas. Otras autopartes que se fabrican actualmente son silla-grapa-resorte para COLMOTORES (6.000/año); llaves de bujías, ruedas boca para la Compañía Colombiana automotriz, ejes de levas para frenos (Kapitol) y partes para ejes (Transejes).

En autopartes la modificación importante que ha habido en los últimos años es el cambio de lotes pequeños de 300 ó 400 unidades que eran los que se fabricaban para la exportación de productos FIAT a lotes de 2.000 unidades mensuales en el caso del cigueñal, o 30.000 en el caso de conjuntos de juntas de transmisión. También se han registrado modificaciones importantes en el proceso de producción, las cuales analizaremos en la siguiente sección.

d. CUERPOS MOLEDORES

En cuanto a cuerpos moledores para la industria del cemento y similares, la empresa desde un comienzo fue dotada de una planta de producción automática de los cuerpos, los cuales tienen una gran ventaja sobre los fundidos en cuanto a rupturas y duración, aproximadamente tienen una duración del triple de los fundidos y su costo es menor que su equivalente en fundidos.

Sin embargo, pese a que estas consideraciones eran válidas hacia 1968, y a que existía demanda no se decidió lanzar su producción. Solo fue en la administración FIAT

cuando se inició la producción de estos cuerpos moledores. El año de mayor producción fue 1977, con alrededor de 1.100 toneladas de producción (35% de la capacidad instalada), las cuales en gran parte fueron exportados a Venezuela, Perú, Ecuador y Estados Unidos.

Desafortunadamente, a partir de éste momento empezó a declinar la producción a expensas de la producción fundida satisfecha en gran parte por SIMESA de Medellín la cual vende cuerpos moledores fundidos a precios reducidos sin que Forjas haya sido capaz de recobrar este mercado, para finalmente, llegar a 1981 cuando se descontinúa totalmente la producción de cuerpos moledores. En este momento se está haciendo un estudio de factibilidad para reactivar esta producción, la cual se estima que puede llegar a ser de 3.000 toneladas anuales de acuerdo a las estimaciones de demanda efectuadas lo cual coparía la capacidad instalada para este tipo de productos.

En la siguiente sección analizaremos más detenidamente cómo cada uno de estos productos que se han descrito aquí son producidos por diferentes grupos de martillos y cómo la plena utilización de la empresa sólo puede ser entendida en la medida que estos cuatro grupos de productos sean asociados con cada uno de los diferentes procesos de producción con que cuenta Forjas.

3.5. DESARROLLO DE PROCESOS.

En esta sección dedicada al desarrollo de procesos productivos de Forjas nos concentraremos en tres aspectos:

En primer lugar se exponen los cambios efectuados en el taller de matricería que han sido los más importantes de los realizados en los tres talleres de la planta y que han significado un aumento significativo en la productividad de este taller, con indicadores que muestran la apreciable reducción en el tiempo de fabricación de una matriz y en su duración tal como se observa en el Cuadro No. 3.12

A continuación se analizan los desarrollos en el proceso de fabricación del cigueñal, que es la línea de producción que mayores adaptaciones a tenido con resultados positivos en cuanto a productividad. Por último se describen otros desarrollos que se consideran menores pero que sumados tienen su impacto sobre el desempeño global de la producción.

3.5.1. Desarrollos en Matricería

1. Desbastes del bloque.
   Inicialmente los desbastes del bloque para la elaboración de la matriz se realizaban con cepillos, los cuales se sacaron de producción por su ineficiencia en esta operación y actualmente se utilizan fresadoras para esta operación.

   En el cepillo se desbastaba un bloque en 20 horas, en la fresadora se hace en 8 horas.

2. Copiado.
   El trabajo de copiado de la pieza se realizaba con fresadora al ojo del operario lo que hacía muy penosa esta operación, por lo cual se adquirió una maquina de copiado moderna (1977), la copiadora cincinatti, que copia a partir de un modelo que es una fiel copia de la pieza elaborada en resina sintética, y también pue-

de trabajar a partir de láminas con los cortes apropiados y va copiando la pieza por partes.

Con la máquina cincinatti el tiempo de copiado se redujo sensiblemente, logrando un ahorro en tiempo entre 20 y 30 horas. En el caso de la grapa de Paz del Río que antes se copiaba en 50 horas, actualmente se realiza en 20 horas.

3. Aumento del área de golpe.
El área de golpe se aumentó en 1980 de 600 mm a 800 mm. resultando en un aumento de productividad medido en términos de duración de la matriz de un 100%, con 30% de costo adicional.

Esta modificación se emprendió después de las observaciones que indicaban que ciertas piezas pequeñas deterioraban a un ritmo acelerado las matrices, por lo tanto se pensó que aumentando la superficie de golpe se distribuirían en una mayor área los esfuerzos y se reduciría la tasa de deterioro de la matriz. De esta manera la producción por matriz, antes de regrabar, aumentó de 2.560 a 4.000 piezas/matriz para el caso del cigueñal.

4. Insertos.
En 1977, dados los bajos lotes de producción por orden se decidió utilizar insertos en las matrices, que consiste en introducir a modo de cuña en un bloque grande, un pequeño bloque pregrabado que en pequeña escala reemplaza a la matriz, el cual se utilizará para unos 10.000 a 12.000 golpes; de esta forma no se necesita elaborar grandes matrices para piezas con un bajo nivel de producción.

5. Pulido

En 1980, se introdujo una máquina para pulir, mediante una lluvia de polvo de vidrio y aceite, las matrices recién grabadas, de esta manera se endurece la capa superficial y el material fluye más fácilmente, con lo cual se aumenta la duración de la matriz, incrementando así los lotes de producción. Por ejemplo, en el caso de las grapas de Paz del Río anteriormente se forjaban con una matriz 3.500 piezas, ahora se forjan 8.000.

6. Lubricante.

Finalmente, en 1981 se cambió el lubricante de las matrices en el momento de ser utilizads en los martillos. Antes se utilizaba aceite quemado, un procedimiento usual en las forjas del mundo, y ahora se ha cambiado por una sustancia de grafito disuelta en agua, la cual está recien empleándose en otras plantas, lo cual ha aumentado un 20% de la vida útil de la matriz, además de la menor contaminación ambiental que produce este lubricante.

En el cálculo de una matriz hay dos variables que se han contabilizado en los cálculos de costos: primero está el número de golpes que puede recibir una matriz sin necesidad de volverla a grabar y en segundo lugar, el número de piezas que pueden ser producidas con la misma matriz, ésto depende tanto del número de golpes, como de la calidad de la materia prima y complejidad de la pieza. Obviamente el número de piezas depende del número de golpes que cada pieza recibe de acuerdo a los materiales, al tipo de acero que se emplee y el martillo que se está utilizando.

Un ejemplo de la alta utilización de esta sección en la planta, nos da el arranque en 1978 de la producción de componentes para las juntas de transmisión, en el cual la producción de matrices para este arranque de producción copó un 60% de la capacidad de matrices de la planta, trabajando tres turnos diarios durante un año.

Cuando la producción se estandariza el número de matrices necesarias va disminuyendo, dado que con todos estos procedimientos nuevos de optimización se ha aumentado la vida útil de las matrices. Sin embargo, la grabada o regrabada de matrices es un procedimiento que demanda mucho tiempo en la planta y para los proyectos futuros de ésta se ha considerado su ampliación.

El lote mínimo que se acepta para grabar una matriz es de 2.000 piezas, si es menor el lote que se va a producir, simplemente se coloca un inserto en una matriz vieja y se le cobra al cliente tanto la matriz como las herramientas de forja, corte y prensa por separado, en vez de hacerle un precio unitario por el producto como se haría en un lote más grande. Todas estas consideraciones explican por qué esta área ha funcionado continuamente en tres turnos de trabajo.

3.5.2. DESARROLLOS EN EL PROCESO DE FABRICACION DEL CIGUEÑAL

El diseño original del proceso para fabricar el cigueñal se envió de la Argentina y poco a poco se fue modificando, pudiendo identificarse tres fases en su evolución que se llamarán proceso 1, proceso 2 y proceso 3 y que a continuación se describen.

CUADRO No. 3.12.

ELABORACION MATRIZ

	Antes de 1977	Después de 1977
Tiempo de elaboración	150 horas	76 horas
Duración de la matriz	5.000 - 10.000 golpes	10.000-15.000 golpes

Proceso 1.

Diseño argentino. Año de implantación: 1977.

Operaciones:

. calentamiento: Horno MH6-05	1 operario
. Aplastado y repartido: Martillo MMR-05	1 operario
. calentamiento: Horno MGH-02	1 operario
. Forjado: Martillo MMC-02	2 operarios
. Desbarbado y calibrado: Prensa MPR-02	1 operario

Proceso 2.

Innovaciones de los técnicos de Forjas: Año de implantación: 1979.

Operaciones:

. calentamiento: Horno MHG-02	1 operario
. aplastado y repartido: prensa MPR-02	1 operario
. forjado: Martillo MMC-02	2 operarios
. Desbarbado y calibrado: Prensa MPR-03	1 operario

Proceso 3.

Innovación de los técnicos de Forjas. Año de implantación: 1980

Operaciones:

. calentamiento: Horno MH6-02	1 operario
. Aplastado y repartido:Prensa MPR-02	1 operario
. Forjado: Martillo MMC-02	2 operarios
. Desbarbado y calibrado: Prensa MPR-02	1 operario

Cuadro No. 3,13

	Tiempo por Unidad procesada. 1/	No. de Unidades forjadas por hora 2/
Proceso 1	19.92 minutos	26
Proceso 2	17.62 minutos	30
Proceso 3	15.19 minutos	33

1/ Se refiere al tiempo que duran todas las operaciones sumadas descritas en el proceso

2/ Se refiere a la operación de forjado únicamente.

Las principales ventajas del proceso 2 sobre el proceso 1, son:

a. La disminución de un calentamiento con el consiguiente ahorro de combustible, tiempo y mano de obra

b. El incremento del número de unidades forjadas. Ver Cuadro No. 3.13.

c. La liberación del horno y el martillo de la línea 05 para ser utilizada en otras producciones.

Las ventajas más significativas del proceso 3 sobre los procesos 1 y 2 son:

En los rodajes se adoptó un diseño hueco en lugar de taladrar estas piezas, ésto se hizo por contacto con INTERNATIONAL. En general, con el uso de estos diseños huecos se ha obtenido un ahorro teórico al no tener que taladrarlos, pero en la realidad no es así, por cuanto se continúa con la misma planta de personal y los equipos se encuentran sub-utilizados.

Para la producción de pasadores se eliminó el revenido y se encontró que era mejor dejarle las tensiones residuales. Por otra parte, al cambiar de acero con alto carbono a acero con bajo carbono se eliminaron las grietas. En un futuro se planea cambiar de acero corriente a acero calibrado para eliminar algunas operaciones como corte, torneado, rectificado y centrado, con un ahorro de $12/pieza, equivalente al 10% del costo de producción. También se planea adoptar un cambio para la producción de zapatas para rodajes, comprando la lámina y cortándola en vez de forjarla.

En el proceso de fabricación de las carcazas para los rodillos, se adicionó una etapa de recalcado, ahorrando materia prima.

PRODUCTOS AUTOMOTRICES:

Esta línea se inició en 1975 con la administración FIAT y logró arrancar definitivamente en 1977 con el convenio de producción con SOFASA-Renault para producir juntas Bed, cigueñales y bielas.

El diseño para las piezas de SOFASA se envió de Argentina pero no fue muy eficiente, por lo cual poco a poco se fue modificando alcanzando significativas mejorías al lograr con estos nuevos diseños, menores pérdidas en tiempo y en material.

Para 1981 se ha reducido sustancialmente la producción de juntas Bed y es posible que se reduzca la producción de cigueñales si SOFASA, que cambiará su diseño a línea gruesa, decide producirlos fundidos.

En cuanto a otros procesos, se puede decir que desde un principio el proceso más automatizado ha sido el de forja libre para la producción de cuerpos moledores, pero no se está utilizando debido a la descontinuación de esta producción por no resultar competitiva con la fundición.

INNOVACIONES EN HERRAMIENTAS DE CORTE

Antiguamente eran individuales:

.. aplastado
.. desbarbado
.. calibrado

Ahora se han integrado en un sólo dispositivo los tres montajes. Con mayor facilidad para su montaje en la prensa, con ahorro de tiempo y menos peligro de daño en la herramienta.

Ahora se está trabajando en las líneas de rodajes y carcazas.

IV. EVALUACION DEL DESARROLLO INDUSTRIAL DE FORJAS.

En este capítulo se presentan las siguientes consideraciones que resumen, aunque no necesariamente en orden de importancia, los principales resultados encontrados en el análisis de Forjas.

4. 1. SITUACION INICIAL

Desde su arranque en 1961 la Empresa se vio enfrentada a serios problemas de mercadeo, los cuales sumados al repago de inversiones muy cuantiosas la llevaron al cierre de operaciones en 1971. Estas dos causas explican en gran medida la crisis inicial de la Empresa, las cuales vieron su origen desde la época de formación y estudios de factibilidad de la planta.

4. 2. PLANEACION DEL MONTAJE

En efecto las decisiones que se tomaron durante el período de conformación, estudios, diseño y montaje de la planta: 1959:1966, fueron definitivas en su desarrollo posterior. En primer lugar los estimativos de demanda adolecieron de serias fallas, además de que sólo se estudió la demanda para una sola línea de producción (rodajes para tractor), en general las estimaciones fueron superiores a la demanda efectiva que Forjas se vio enfrentada. En cuanto a la selección de tecnología también existieron vacíos, ya que se tenía predeterminada la utilización de martillos que eran las máquinas que vendía la Rehinstahl, quienes al mismo tiempo asesoraron a Forjas en la selección de equipo. No se estudió en ningún momento la instalación de tecnologías combinadas: prensas para piezas pequeñas y martillos para piezas medianas y grandes.

La localización que se definió por el probable suministro de materias primas por parte de Paz del Río, a 160 Km. de la planta de forjas, y el mercado venezolano para productos forjados, no correspondió a lo esperado por cuanto no se sucedieron ninguno de los eventos esperados y Paz del Río no pudo suministrar los aceros que requería la planta, por lo cual desde un comienzo ellos fueron importados.

La ejecución de las construcciones civiles y la instalación de equipos fue exitosa, ya que no hubo demoras aprecialbes.

La capacidad instalada de la planta fue de 6.500 toneladas de productos forjados por año en tres turnos de producción; además de 2.500 t/año de mecanizado de piezas forjadas y 3000 toneladas de cuerpos moledores forjados. Desde un comienzo se creó este desbalance entre forja y mecanizado.

Más crítico que este desbalance, es el existente entre la reducida capacidad de matricería y la amplia de forja; factor que en épocas en que la planta ha operado en sus niveles más altos de ocupación (60%) ha representado un serio cuello de botella para la producción.

En síntesis la capacidad instalada sería adecuada si se contara con varias líneas estables de producción: autopartes, rodajes, cuerpos moledores, bridas y válvulas, etc. pero sólo con base a las proyecciones de demanda

por rodajes la planta fue considerablemente sobredimensionada y desbalanceada en sus secciones.

4. 3. OPERACION DE LA PLANTA

La operación de la planta en el período de la asistencia alemana (1966-1970), se inició con la estructuración de una organización aparentemente eficiente, con énfasis en los aspectos técnicos y de ingeniería y control de la producción. Pero este esfuerzo perdió mucho de su significado por el grave problema financiero con que inició labores la Empresa, además de la baja demanda de rodajes generada por la política de comercio exterior del gobierno, la poca agresividad en la apertura de mercados para nuevos productos y problemas de suministros de materias primas nacionales.

En el período de la FIAT (1974-1980) se observa un gran dinamismo en los primeros cuatro años, se diversificó considerablemente la producción, se agilizaron las ventas y subieron los índices de utilización de la capacidad instalada.

Sin embargo, en los últimos años, 1978-1980, se presentaron problemas de calidad y en general de falta de recursos ya que la planta no alcanzaba a generar lo necesario para su operación. Es así como, las pérdidas llegaron a 350 millones de pesos en 1980, lo que valuado en pesos de 1980 y con la tasa de cambio actual equivale a cerca de 5 millones de dólares, por lo que el Instituto de Fomento Industrial (IFI) decidió recindir el contrato con FIAT y tomar directamente su administración.

Su actual administración tiene como objetivos la de orientar a Forjas en la fabricación de grandes lotes de producción de partes forjadas para una industria terminal, posiblemente automotriz. También se han continuado los esfuerzos por la consolidación de las líneas de productos y fortalecimiento del departamento de ingeniería que había sido directamente asumida por técnicos italianos durante la administración FIAT.

4.4 EVOLUCION DE LA UTILIZACION DE LA PLANTA Y DE LA PRODUCTIVIDAD.

En el Cuadro No. 4.1. se presenta la evolución de la utilización de la planta, medida en términos del volúmen de producción por obrero en el taller de forja y mecanizado y para el total de la planta. Los datos son tomados a partir de 1975, ya que para cifras de la primera etapa no se cuenta con información desagregada por taller y los indicadores que se calcularon para esa época son estimados con base a datos de empleo total.

Se puede hablar de productividad general en un sentido muy restringido por ser muy corto el período, existir subutilización y el cambio continuo en el mix de producción.

En general, se aprecia un crecimiento apreciable en la utilización durante el período 1975-1977. En promedio para la planta la utilización aumentó un 82% en dos años (1975-1977) posteriormente se reduce para alcanzar su nivel más bajo en 1980 para subir ligeramente con la nueva administración del IFI.

El taller de forja ha sido el más afectado pues a partir de 1978 la utilización se mantiene muy por debajo del nivel alcanzado en 1975.

Cuadro No. 4.1.

EVOLUCION DE LA UTILIZACION DE LA PLANTA.
(base 1975 = 100)

Año	Volúmen y Producción Forja MOD forja	Volúmen producción mecanizado MOD Mecaniz.	Volúmen producción total MOD total gral.
1975	100.0	100.0	100.0
1976	148.8	133.3	143.7
1977	136.2	187.5	182.3
1978	88.6	230.0	116.8
1979	72.4*	194.2*	134.4
1980	60.2	141.7	100.8
1981	67.3	128.3	105.9

* Estimado
MOD: Mano de obra directa
FUENTE: Cálculos con base a cifras de Forjas-Bucaramanga

Con anterioridad a 1975, a pesar de la escasa información disponible, se estimó la utilización para 1968 y 1970 (gestión alemana) y se observó que ésta fue inferior a la registrada en 1975, en particular en 1970 (50% menor) cuando la crisis de la empresa era inminente.

Se puede concluir entonces, que los tres primeros años de la gestión FIAT fueron los que presentaron una mayor utilización de la capacidad instalada y también se alcanzaron

Otro caso en el cual se puede apreciar un incremento en la productividad es el de fabricación de cigueñales, logrando índices de consumo de materias primas menores, mayor producción por hora y una mejor calidad.

Sin embargo, estos aumentos logrados en la productividad de algunas líneas no significan un aumento de la productividad general en razón de la subutilización de la planta.

4.5. DESARROLLO TECNOLOGICO.

Desde el punto de vista tecnológico se han observado esfuerzos en varias direcciones con el ánimo de racionalización en la operación de la planta. En el área de productos se ha insistido en la producción de lotes grandes especialmente en autopartes. Se ha reducido la integración en planta de muchos componentes de los rodajes y a su vez se ha reducido el número de marcas y referencias en que se fabrican.

Por otro lado la plena utilización de la capacidad instalada se ha entendido como la fabricación de varias líneas de productos que den alto empleo a los diferentes equipos de la planta; en este sentido la gestión FIAT fue relativamente exitosa. En cuanto a procesos, también dentro de las limitaciones de inversión se han registrado avances importantes ya sea en soluciones a cuellos de botella, como es el caso de la producción de matrices, sino también en métodos de trabajo, especialmente en la producción de ciertos productos en los cuales la empresa tiene larga experiencia, tal es el caso de rodajes y cigueñales. En el primer caso se han introducido mejoras en la materia prima de varios componentes como también en el proceso de fabricación. En cigueñales se superó el diseño original ar

gentino, se redujo el tiempo de producción y consumo de materia prima, para lograr finalmente la exportación de este producto.

Estas y otras mejoras en productos y procesos se han visto parcialmente anuladas por la baja utilización de la planta que no permite aprovechar completamente las mejoras en procesos ahorradores de trabajo.

La gran mayoría de las innovaciones fueron desarrolladas en la época 1975-1980 aprovechando la experiencia de técnicos extranjeros. Sin embargo, fueron ingenieros colombianos los que implementaron todas estas modificaciones y han continuado en estas tareas después del retiro de la FIAT.

No se han introducido otros avances tecnológicos como el control numérico, por cuanto no se ha logrado una estabilización de la producción, además de los problemas financieros que limitan las nuevas inversiones.

En suma se cuentan la experiencia adquirida por el personal colombiano que aún se encuentra en la planta, durante la administración de los alemanes y especialmente de los italianos, hasta el punto de llegar a tomar el liderazgo en la mejora de procesos. Así, es importante destacar que en 1959 no se conocía en el país la industria de forjados y gracias a Forjas se cuenta con personal capacitado de alto nivel técnico en el forjado que ha permanecido en la empresa o ha ido a aplicar los conocimientos adquiridos en Forjas a otras entidades con excelentes resultados. Los niveles de productividad por tarea se encuentran dentro de los estándares internacionales para la forja de martillo

4. 6. PERSPECTIVAS DE FORJAS

Las perspectivas de forjas dependen de cómo se trate su problema financiero. Si los socios o acreedores están dispuestos a tomar las pérdidas de los períodos anteriores (que incluyen la deuda) como costos muertos sus precios podrían ser más competitivos en el mercado. Produciendo a unos precios que cubran los costos de operación más un pequeño margen para ir reponiendo el equipo gradualmente, es decir, la creación de una nueva empresa que no asuma los pasivos financieros de la actual.

Sin embargo, para darle una proyección a Forjas es necesario planear el reemplazo gradual de los equipos en especial de los martillos pequeños, con base a una efectiva ampliación de sus mercados. En efecto, asegurar demanda para productos forjados es crucial, para lo cual sería necesario utilizar herramientas de política económica para lograr acuerdos para el mercado interno o de exportación como es el caso de cajas de velocidad para el sector automotriz. En general el mercado de productos automotrices puede presentar niveles suficientes para forjas (cigueñales, bielas, partes para frenos, etc). complementando con el de bridas, cuerpos moledores y rodajes.

La estrategia de la administración actual de integrarse a una empresa consumidora de productos forjados, para de esta manera asegurar un mercado estable, parece la más aconsejable, ya que si se observa el panorama internacional, la mayoría de las plantas de forja están integradas o son subsidiarias de plantas automotrices o de bienes de capital. Esta orientación traería beneficios desde el punto de vista tecnológico ya que necesariamente llevaría a un plan de mediano plazo de renovación de equipo y a una mayor racionalización y eficiencia de los procesos de producción.

En síntesis, desde su nacimiento Forjas se ha visto en frentada a numerosos y muy diversos problemas internos y externos, que han llevado a la empresa a varias crisis, sin embargo, de toda esta operación ha quedado un notable conocimiento en el manejo, racionalización y mercadeo de la fabricación de productos forjados, lo cual debe servir para la efectiva y certera evaluación de nuevos proyectos y acuerdos de producción, sin los cuales la planta no podría continuar su operación.

Se terminó de imprimir el día
26 de Junio de 1982 en:
CENTROCOP - SRL-.
Cerrito 270 - Loc.9 - CAPITAL.-
QUEDA HECHO EL DEPOSITO QUE
MARCA LA LEY Nº11.723-.