

BID
Banco Interamericano
de Desarrollo

CEPAL
Comisión Económica
para América Latina

CIID
Centro Internacional de
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD
Programa de las Naciones Unidas
para el Desarrollo

Programa de Investigaciones sobre
Desarrollo Científico y Tecnológico
en América Latina

Monografía de Trabajo N°41

CAMBIO TECNOLÓGICO
EN LA FIRMA DISTRAL S.A.
FABRICANTE DE CALDERAS Y
EQUIPOS DE PRESIÓN

Manuel Ramírez Gómez
José Leibovich G.

Distribución:
RESTRINGIDA
Agosto 1981
ORIGINAL: ESPAÑOL

Manuel Ramírez Gómez fue Investigador Principal del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina y tuvo su lugar de trabajo en la Corporación Centro Regional de Población de Bogotá, Colombia.

José Leibovich G. fue Investigador Asistente del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina y tuvo su lugar de trabajo en la Corporación Centro Regional de Población de Bogotá, Colombia.

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

INDICE GENERAL

I. Introducción	1
II. Desarrollo histórico de la firma	3
III. Situación del mercado	11
IV. Estructura organizativa	17
1. DISTRAL (Centro)	17
2. COMESA	18
2.1. Planta Centro	18
2.2. Planta Soacha	18
3. DISTRAL (Barranquilla)	19
4. COLMAQUINAS	21
5. CODIN	21
6. Davy Internacional	21
7. Lancaster Steel	21
V. Producción	23
1. Calderas	23
1.1. Calderas Piro-tubulares	25
1.2. Calderas Acuotubulares	26
2. Tanques	26
3. Torres e intercambiadores de calor	27
VI. Proceso de producción	29
1. Corte y Preformado	30
2. Armado	31
3. Soldadura	32
4. Maquinado y Prefabricado	34
5. Ensamble mecánico	37
6. Ensamble eléctrico	37

Indice General
2a. página

7. Movimientos y despachos	38
8. Mantenimiento	38
9. Almacén	38
VII. Departamentos relacionados con el desarrollo Tecnológico de la firma	43
1. Ingeniería	43
2. Preingeniería	45
3. Proyectos	47
4. Manufacturas	47
5. Servicios de producción	47
6. Control de calidad	52
VIII. Análisis del cambio tecnológico	57
1. Análisis cualitativo	57
2. Análisis cuantitativo	62
2.1. Resultados	67

./.

INDICE DE CUADROS

No. 1.	Regalías giradas por DISTRAL S.A. a Empresas Americanas (US\$)	6
No. 2.	Producción histórica de calderas pirotubulares	7
No. 3	Indices históricos de DISTRAL	8
No. 4	Materias primas, Empresa y país de origen	16
No. 5	Maquinaria y equipo de DISTRAL	35
No. 6	Descripción del proceso, Maquinaria y operarios utilizados para la fabricación de una caldera de vapor pirotubular	40
No. 7	Regresiones para la caldera D.V. 15HP/150 psi	68
No. 8	Regresiones para la caldera P.M. 300HP/150psi.	69
No. 9	Regresiones para la caldera P.M. 100HP/150 psi.	70
No.10	Regresiones para la caldera P.M. 200HP/150 psi.	71
No.11	Características de la muestra	72

INDICE DE DIAGRAMAS

No. 1	Diagrama de Flujo para caldera (fabricación)	20
No. 2	Principio básico de funcionamiento de la caldera	24
No. 3	Diagrama de operaciones para la fabricación de una caldera pirotubular	42

2

3

4

5

6

7

8

I INTRODUCCION

El presente trabajo sobre la firma DISTRAL S.A. en sus aspectos de Desarrollo Tecnológico; se inscribe dentro de la actual etapa del Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Etapa caracterizada por el estudio detallado de empresas de especial interés dentro del Sector Metalmecanico, en sus aspectos generales y especialmente los de adaptación e innovación tecnológica.

La elección de la firma DISTRAL S.A. se hizo tomando en cuenta los criterios básicos del programa, pero además, por el hecho de ser la única empresa importante a nivel del Grupo Andino en la producción de calderas de todo tipo; equipo de capital que va a ser utilizado por los más diversos sectores productivos de la Economía.

Después de ubicar a la firma en el mercado y mostrar su desarrollo histórico se entra a la descripción más o menos detallada del funcionamiento general de la firma; en especial las diferentes etapas en el proceso productivo y los diferentes departamentos que tienen relación ya sea directa o indirectamente con los procesos de adaptación y/o innovación tecnológica.

Por último, se plantean algunas hipótesis interpretativas del desarrollo tecnológico interno y se tratan de contrastar empíricamente.

Para la elaboración del presente informe se contó con la colaboración desinteresada del personal directivo de planta y de ingeniería de DISTRAL S.A. A todos ellos nuestro sincero agradecimiento. La monografía cuenta con algunos vacíos de información que no pudieron ser completados por inexistencia de la misma. Sobre decir que los defectos del presente trabajo son responsabilidad de sus autores.

II. DESARROLLO HISTORICO DE LA FIRMA

DISTRAL S.A. fue fundada en el año 1949, por el Ingeniero Vitantas Didziulis; inmigrante de origen lituano, que se estableció definitivamente en el país. La iniciativa partió de su experiencia en el campo metal mecánico, en su país de origen.

Al comienzo sólo se trataba de un pequeño taller de metalmecánica, donde se produjeron partes de calderas de baja presión y capacidad y de otros equipos de presión, como tanques, tuberías, etc. Todo el material era importado, contando además con algunas máquinas-herramientas elementales de origen extranjero y aunque en sus inicios, no tiene mayor importancia a nivel nacional, su aparición coincide con el estado general de desarrollo industrial que vivió el país en esa época. Por ejemplo, en el quinquenio 1949-1953 nacieron industrias tan importantes como Acerías Paz del Río, Planta de Soda y ECOPETROL, además de otras industrias de bienes alimenticios e intermedios; todas en general necesitadas de equipos de presión y calderas, que inicialmente eran importadas. Hacia el año 1951 es producida por DISTRAL S.A. la primera caldera en el país bajo patente de Licencia y Supervisión de la Continental Boylet Inc. de Estados Unidos; el acero utilizado y la mayor parte de las unidades selladas (controles,

quemadores, ventiladores) fueron importadas.

En cuanto al tipo de tecnología utilizada, podemos diferenciar dos etapas de características diferentes: la primera, que va desde los inicios de la firma hasta aproximadamente 1964, en la cual la producción de DISTRAL se hace fundamentalmente con diseños, planos y procesos suministrados por varias compañías norteamericanas; Orr Semblower Inc., Continental Boylet Inc. y la Foster Wheller, a las cuales se les pagó regalías por el uso de esas patentes. La segunda, que comienza en 1964 y va hasta el día de hoy, caracterizada por el cada vez menor uso de patentes de empresas norteamericanas y la cada vez mayor presencia de diseños propios salidos de la experiencia de los Ingenieros de la Empresa hasta el punto de que hoy en día se tienen diseños propios para todas las calderas de tipo Pirotubular. Sin embargo, se siguen diseñando ciertas unidades como ventiladores y quemadores con patentes norteamericanas. En cuanto a las calderas acuatubulares, los diseños siguen siendo de la Foster Wheller.

Esta relativa independencia tecnológica de la empresa explica, por lo menos parcialmente, su presencia a ni

vel monopólico en el mercado nacional.

El otro factor explicativo está dado por el proceso de absorción de varias empresas del mismo sector que aparecieron posteriormente a DISTRAL, pero que por tener pequeñas escalas de planta, falta de experiencia a nivel organizativo o falta de conocimiento de las características del mercado o del proceso productivo, fracasaron y su planta física fue absorbida por DISTRAL o por empresas productoras de tanques.

Sin embargo, en los últimos cinco años han aparecido nuevas empresas productoras de pequeñas calderas pirotubulares, al concentrarse DISTRAL en las calderas de mayor tamaño. Es prematuro aún pronosticar cómo va a ser la evolución del mercado.

En el Cuadro No. 1 figuran las regalías pagadas por la empresa a empresas americanas, la magnitud es baja y muy fluctuante al depender del número de unidades, cuerpos de calderas, quemadores o ventiladores fabricados bajo cada acuerdo.

En cuanto al nivel físico de la producción, éste ha estado en constante aumento. A continuación se muestra el número de calderas pirotubulares producidas.

CUADRO No. 1

REGALIAS GIRADAS POR DISTRAL S.A. A EMPRESAS AMERICANAS (US\$)

Año	Orr & Semblower, Inc.		Total	Chicago Blower, Corp.
	Lic. para fabricar cuerpos de calde ras.	Lic. para fabricar quemado - res.		Ventiladores
1964	3.827.30	272.20	4.100.00	-
1965	3.599.06	1.766.80	5.365.86	-
1966	2.617.19	1.554.90	4.172.09	-
1967	6.563.38	4.063.31	10.631.69	-
1968	5.982.73	3.425.61	9.408.39	-
1969	9.321.76	3.466.87	12.788.63	-
1971	6.825.50	4.253.25	11.078.75	-
1972	3.278.07	3.206.58	6.484.65	-
1973	4.648.90	5.694.32	10.343.22	8.883.80
1974	13.753.60	5.387.60	19.141.23	4.893.74
1975	10.510.00	2.501.51	13.011.51	2.247.00
1976	-	-	-	16.748.57
1977	-	-	-	20.635.00
TOTALES	70.933.07	35.592.95	106.526.02	53.413.11

FUENTE: DISTRAL S.A.

CUADRO No. 2

PRODUCCION HISTORICA DE CALDERAS PIROTUBULARES

Año	Producción (# de Calderas).	Tasa de crecimiento (%).
1976	61	-
1977	93	35
1978	104	12
1979	186	79

FUENTE: DISTRAL S.A.

Evidentemente la serie es muy pequeña y hay problemas de heterogeneidad del producto, no se conoce ni el peso ni la potencia total, pero se sabe que ha aumentado la producción de las calderas de mayor tamaño.

Otra evidencia histórica que muestra el crecimiento de la firma, se puede ver en el Cuadro No. 3 que tiene también problemas de heterogeneidad.

Por otra parte DISTRAL S.A. cuenta con una planta en la ciudad de Bogotá; desde 1969, con una en el municipio de Soacha (próximo a Bogotá) y desde 1973 con otra planta en la zona franca de Barranquilla. Los efectos de las expansiones sobre la eficiencia han si

CUADRO No. 3

INDICES HISTORICOS DE DISTRAL. (COMESA).

Año	Mater. Primas Consumidas (*)	Ventas (*)	Operarios	Salarios (*)	E. Eléctrica Miles KWH	Capital pagado (*)
1970	29.034	155.263	537	82.171	902	86.331
1971	52.987	181.650	724	59.982	1.579	90.406
1972	30.686	181.880	529	57.294	1.532	95.561
1973	30.061	216.733	454	51.973	1.249	98.640
∞ 1974	72.312	305.550	508	46.140	1.750	112.904
1975	69.414	351.980	391	69.234	1.602	122.762

(*) Miles de pesos corrientes.

FUENTE: Encuesta BID-CEPAL

do de dos tipos:

1. La existencia de dos plantas en la ciudad de Bogotá, claramente ha generado ineficiencias tanto en la producción al duplicarse labores, como en la parte administrativa, amén de mayores costos por transporte entre las dos plantas.

Actualmente están en curso las ampliaciones necesarias en la planta de Soacha para trasladar a ella el equipo existente de la planta de Bogotá, Este traslado, mejorará la eficiencia; pero se sabe que generará nuevos problemas de distribución de planta, pues no se piensa modificar la actual distribución de planta de Soacha.

2. La planta de Barranquilla ha sido positiva desde el punto de vista de eficiencia al especializarse en la producción de Equipos y Calderas Acuotubulares, y Calderas Piro-tubulares para exportación. Para ello se situó en Zona Franca, con lo cual se presentan ahorros sustanciales de transporte y de aranceles, gravámenes, etc. que tendría que pagar si estuviera en territorio colombiano.

En la actualidad DISTRAL S.A. ha concentrado sus esfuerzos a todos los niveles en la producción de cu

tro tipos de equipos diferentes:

1. Calderas Piro tubulares. Representan el 50% de las ventas.
2. Calderas Acuotubulares. Representan el 40% de las ventas.
3. Equipos para refinería. (Se realiza por contratos específicos).
4. Tanques de Almacenamiento. Representan el 10% de las ventas.

III. SITUACION DEL MERCADO

DISTRAL S.A. constituye hoy en día la principal firma productora de todo tipo de calderas a nivel del Grupo Andino, y en el mercado nacional aparece con un claro carácter monopólico al tener el 90% de la producción nacional. El 10% restante está constituido por pequeños talleres que trabajan en forma más o menos artesanal; y son competencia más que todo en partes de equipos de presión como tanques, ductos, o calderas muy pequeñas.

En cuanto al mercado internacional desde hace 10 años viene exportando buena parte de su producción de piro tubulares (actualmente un 60% de ella en valor) en orden de magnitud a los países del Pacto Andino, Centro América, Estados Unidos, Suráfrica, Medio Oriente y Lejano Oriente (Filipinas, Corea, etc).

La exportación de Acuotubulares que actualmente es aproximadamente del 60% en valor, se ha destinado en su totalidad a los países del Grupo Andino, en algunos casos se ha tratado de Acuotubulares instaladas en campo y la mayor de las veces Acuotubulares tipo paquete.

Los principales factores que explican el éxito en el mercado internacional, son por una parte, que las calderas DISTRAL S.A. llevan el estampe de la ASME (American Society of Mechanical Engineers), con lo cual se garantiza la buena calidad del equipo y, en segundo lugar, que los precios son competitivos. Esta competitividad de precios viene dada por la estructura de costos de la empresa en donde el costo de la mano de obra, que constituye uno de los componentes más importantes de los costos totales por ser una empresa del sector metalmeccánico donde la relación mano de obra/capital es bastante alta, es relativamente baja debido a condiciones estructurales del mercado laboral en Colombia.

Como mecanismos especiales de promoción de exportaciones existen:

- a. Un sistema de subsidios directos (CAT o certificado de ahorro tributario) que fue de 15% entre 1966 y 1974 y de 1% de ahí en adelante.
- b. Un sistema de "drawbacks" llamado el Plan Vallejo que opera desde 1960 y que consiste en eximir de gravámenes arancelarios a las materias primas importadas que se van a utilizar en la fabricación de bienes destinados a la exportación.

c). Crédito de PROEXPO, que financia con diferentes términos y tasas de interés la exportación de bienes.

Estos mecanismos, en especial el primero, pueden explicar el comienzo del auge exportador de empresas como DISTRAL.

Las calderas han recibido una protección efectiva de alrededor del 30% en el período bajo consideración.

Al observar el crecimiento histórico de la Industria Manufacturera y el Sector Servicios se concluye que la demanda por calderas ha ido en continuo aumento y se espera que continúe así.

Con base en lo anterior se concluye que desde el punto de vista del mercado nacional DISTRAL S .A está en una posición privilegiada al ser el único productor de importancia; mientras que a nivel internacional aunque la situación ha sido realmente positiva, se ha observado últimamente que los precios cada vez son menos competitivos, al haber aumentado en los últimos años el costo de la mano de obra colombiana en

términos internacionales, sin un aumento simultáneo de ese orden de magnitud en la eficiencia productiva; el aumento en el costo de la mano de obra calificada se debe en parte a la migración a Venezuela y Ecuador, y en su mayor parte, a la gran diferencia entre las tasas de inflación y devaluación que ha habido en Colombia en los últimos cuatro años.

El tipo de trabajadores de DISTRAL S.A. es esencialmente calificado; ya sea con calificación formal, como es el caso de los operarios de la sección de maquinado, que en general se forman en institutos técnicos como el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje) o con calificación adquirida por la experiencia ya sea dentro de la misma empresa ó en empresas metalme-cánicas donde han desempeñado labores similares; aquí tenemos el caso de los armadores, soldadores, etc. En cuanto a las labores que exigen menor calificación (p. ej. corte), es claramente superior a los niveles de calificación que exigen otros trabajos como en el sector de la construcción.

En cuanto a las materias primas, aquí aparece uno de los principales cuellos de botella de la empresa, y es la no existencia a nivel nacional de ningún produc

tor de lámina de acero de calidad (laminado en frío), principal insumo para la fabricación de las calderas. Por ello, el 95% en valor de las materias primas deben ser importadas. Aquí opera el llamado "Plan Vallejo", por medio del cual, las materias primas importadas para ser utilizadas como insumos intermedios de bienes que van a ser exportados; tienen exención de impuestos. Por otro lado no hay ningún traumatismo por incremento de costos; el problema se presenta por la disponibilidad de la materia prima.

Los principales países de origen son: Japón, Estados Unidos, Alemania, Suecia, (Ver Cuadro No. 4). Además se importan los demás aditamentos: controles, válvulas de seguridad, tubería sin costura, etc. El único insumo importante de producción nacional son las barras de soldadura. Hacia el futuro inmediato no se vislumbra ningún cambio en esta situación; básicamente por las pocas perspectivas en el desarrollo del Sector Siderúrgico colombiano, y por el pequeño tamaño de DISTRAL que no es suficiente, para inducir el desarrollo de la producción nacional de insumos que la tendrían como principal o único comprador.

CUADRO No

MATERIAS PRIMAS, EMPRESA

Láminas de acero al carbón
Láminas de acero al carbón
Láminas de acero al carbón
Láminas de acero al carbón
Láminas de acero al carbón
Láminas de acero al carbón

Láminas de acero inoxidable
Láminas de acero inoxidable
Láminas de acero inoxidable
Láminas de acero inoxidable

Fondos y cabezas elípticas
Fondos y cabezas elípticas
Fondos y cabezas elípticas
Fondos y cabezas elípticas
Fondos y cabezas elípticas

Tubería sin costura en acero inoxidable
Tubería sin costura en acero inoxidable
Tubería sin costura en acero inoxidable

Tubería sin costura en acero al carbono
Tubería sin costura en acero al carbono
Tubería sin costura en acero al carbono

Manómetros

Bombas para combustible

Motores

FUENTE: DISTRAL S.A.

Y PAIS DE ORIGEN

Acerías Paz del Río	Colombia
Kawasaki	Japón
Nippon	Japón
Bethlehem	U.S.A.
Hoesch Huttewrke	Alemania
Manes Man	Alemania
Sumitomo Shajikaisha	Japón
Avesta Jerwverks	Suecia
Akticbolak	Suecia
Sanvick	Suecia
Phonix Steel Co.	U.S.A
Nippon	Japón
Sumitomo Shajikaisha	Japón
Bethlehem	Japón
Hokki Iron Works Co.	Japón
Sumitomo Shajikaisha	Japón
Avesta Jerwverks	Japón
Sanvick	Suecia
British Steel Co.	U.S.A.
Babcocky Wilkox	U.S.A.
Lukens Steel Co.	U.S.A.
Ashcrof	Alemania
Sundstrand	Suecia
Siemens	Colombia

IV. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

A nivel directivo, el grupo DISTRAL S.A. está consti
tuído por una Junta Directiva donde tienen presencia
los principales accionistas. Actualmente el 75% del
capital es de origen nacional y el 25% restante es nor
teamericano perteneciente a las firmas Investor Unity
Inc., Orr Sembower Inc., Continental Boyler Inc., Boy
ler Ingeneering Co., American Esterilizer Co., todas
con experiencia en el ramo de equipos de presión.

A nivel operativo se compone de las siguientes empre
sas; cada una de ellas con cierta autonomía relativa.

IV.1. DISTRAL (Centro)

De ella sale toda la política del grupo a través de
la gerencia y las diferentes sub-gerencias. Operan
las subgerencias: Ejecutiva, Administrativa, Comer-
cial, de Producción y de Ingeniería de Diseño. De
éstas dependen los Departamentos de Pre-ingeniería,
Ingeniería, Servicios de Producción, Construcciones
Manufacturas (más adelante se describen) y otros de
menos interés para el estudio como son ventas y Pre
supuesto, etc.

namiento de esta planta es algo que no se pudo profundizar.

IV.4 COLMAQUINAS

Empresa autónoma, dedicada al montaje, mantenimiento, reparación y venta al por menor de calderas Pirotubulares y repuestos en el país.

IV.5 CODIN

Empresa autónoma, dedicada a la nacionalización y transporte interno de las materias primas. Básicamente abastece de materias primas a la planta de Bogotá.

IV.6 DAVY INTERNACIONAL

Empresa autónoma, con oficinas principales en los Estados Unidos. Su objetivo es la compra en los mercados internacionales de las principales materias primas: lámina de acero, tubos de acero, controles, unidades selladas, etc. y su posterior transporte a zona franca colombiana.

IV.7 LANCASTER STEEL

Compañía autónoma, dedicada a fomentar mercados en Estados Unidos, Asia y Africa. Es sorprendente y poco cla-

ra para los autores la existencia de una estructura or
ganizacional tan complicada como ésta en un grupo que
no es de un tamaño excepcionalmente grande aún dentro
de la economía colombiana.

V. PRODUCCION

V.1. Calderas

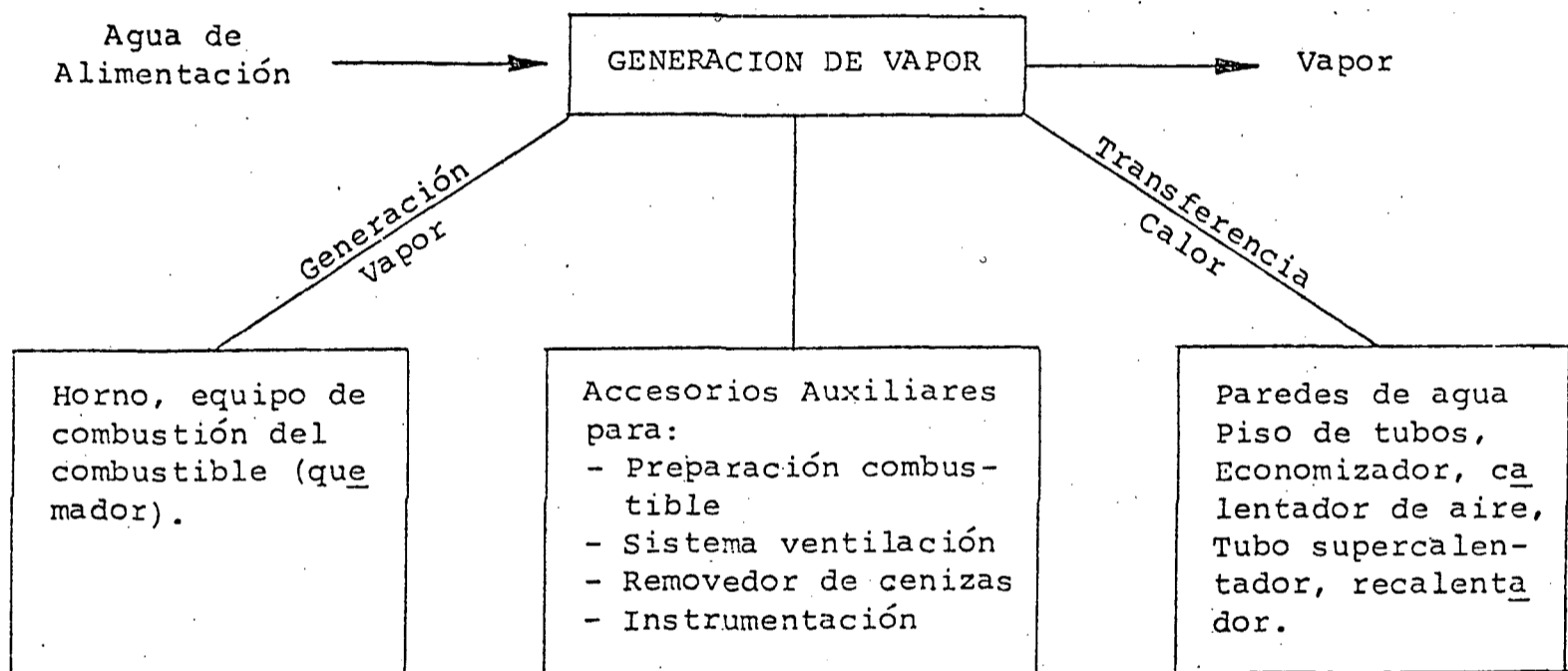
La caldera se define como equipo para la generación de vapor de agua a presiones superiores a la atmosférica. Este vapor puede ser utilizado para la generación de energía mecánica, energía eléctrica ó para suministrar calor a un proceso de manufactura.

En el Diagrama No. 2, adjunto, se ilustran las partes componentes de la caldera y el principio básico de funcionamiento.

De acuerdo a la circulación del agua y del combustible se clasifican en: Pirotubulares, cuando los gases calientes de la combustión (los principales combustibles son: fuel oil y gas) circulan por el interior de los tubos, los cuales se hallan rodeados de agua. Los rangos de funcionamiento son capacidad, hasta 30.000 lbs/hora y presiones hasta 300 psi. (lbs. por pulgada cuadrada). Son de tipo paquete, es decir terminadas en planta. De acuerdo a la posición de los tubos pueden ser verticales y horizontales, por la forma de los tubos en rectas y curvas y por la naturaleza del servicio que prestan en fijas y portátiles. Son utilizadas fundamentalmente

DIAGRAMA No. 2

PRINCIPIO BASICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CALDERA



para suministrar calor a procesos de manufactura y ca si nunca para la generación de energía eléctrica, por las bajas capacidades que tiene y las bajas presiones del vapor generado.

Calderas acuotubulares; se caracterizan porque el agua circula por el interior de los tubos, y los gases de la combustión y el combustible (carbón, bagazo de caña) por fuera de los tubos. Producen vapor hasta 63.000 lbs/hora y hasta 750 psi. Pueden ser de tipo paquete o de estructura anclada (terminadas en campo). Son utilizadas fundamentalmente para generación de energía eléctrica; utilizadas en las industrias de refi nación de azúcar y en el sector petrolero.

V.1.1. Calderas Piro-tubulares

DISTRAL S.A. produce actualmente toda una gama de tipos de calderas Piro-tubulares, a continuación se señalan las más importantes:

- DISTRAL Vertical: (diseño DISTRAL) hasta 50BHP y 150 psi.
- DISTRAL Horizontal 2 y 3 pasos: (Diseño DISTRAL) de amplia gama de potencias y 150 psi.

- Power Master: (diseño de la firma norteamericana Orr Sembower, pero por haber quebrado ésta, no se pagan regalías) hasta 600 BHP y 150 psi.
- DISTRAL Andina: modelo propio con destino fundamentalmente al Mercado Andino. Hasta 700 BHP y 150 psi.

Además de los diseños básicos, se fabrican calderas con modificaciones solicitadas por los clientes como son el tipo de quemador, el sistema de alimentación, economizador, recalentador, etc.

V.1.2. Calderas Acuotubulares

Son fabricadas de acuerdo a los requerimientos específicos del cliente. Las más usuales son las pedidas por plantas termoeléctricas, refinerías, ingenios azucareros, plantas de tratamiento de aceites vegetales. Representan actualmente el 40% de las ventas.

V.2. Tanques.

Se trata de tanques de almacenamiento y transporte de sustancias no corrosivas. Son fabricados con acero al carbono importado, para un gran rango de capacidades. Representan actualmente el 10% de las ventas.

V.3. Torres e intercambiadores de calor.

Constituyen partes fundamentales en la industria petrolera. La fabricación por parte de DISTRAL S.A., se hace esporádicamente para proyectos especiales en las refinerías del país.

Las primeras 6 secciones son estrictamente donde se realiza el proceso productivo, las últimas 3, son se cundarias pero necesarias al mismo.

A continuación se describen las tareas realizadas en cada una de ellas:

VI.1. Corte y Preformado

Se recibe el material proveniente del almacén (VI.9) y los planos de diseño del Departamento de Ingeniería para el corte y preformado. De acuerdo a los planos se traza, corta, dobla o enrolla el material. Inmedia tamente efectuado el corte hay dos caminos a seguir: antes del curvado, efectuar las perforaciones necesarias para las conexiones posteriores. La otra posibil lidad es efectuar primero el curvado y posteriormente las perforaciones. Qué camino se tome, dependerá del equipo y personal disponible en el momento. Preparado el material se enviará a la sección de maquinado o a la de armado.

La sección cuenta con un personal de 60 obreros, con una relación tecnológica aproximada de 4 hombres/máquin na. Bastante intensiva en trabajo esta sección, sin que los operarios tengan una gran calificación. Además

se cuenta con dos jefes de grupo, que normalmente son Ingenieros, y un Supervisor que dirige la sección; actualmente es un individuo con 20 años de experiencia adquiridos dentro de la Empresa. El tipo de maquinaria que se utiliza es básicamente, cortadoras a gas (con soplete), cortadoras a golpe (para piezas de tamaño pequeño, en promedio de 5/16"), enrolladoras, dobladoras, etc. En esta sección está incluido el proceso de forja que requiere maquinaria especial para la elaboración de cabezas de tanques con precalentamiento o en frío.

VI.2. Armado

A esta sección llega el material listo para armar proveniente de las secciones de corte y preformado y de maquinado.

Con base en los planos de diseño, se arman las partes fundamentales de la caldera (cuerpo, placas, tubulares, etc). La labor consiste en colocar la cámara de combustión dentro de la caldera, igualmente las placas tubulares, los anillos de respaldo, etc. El trabajo se hace básicamente con puntos de soldadura.

Es un trabajo básicamente manual, y para ello juega un papel importante la experiencia e iniciativa de los trabajadores; por ésto, la sección está compuesta por operarios con una gran experiencia, adquirida en la Empresa. Cuenta con 40 operarios. Se utilizan herramientas manuales y puentegrúas.

VI.3. Soldadura

A esta sección llega el material de la sección de armado. La labor de soldadura constituye una de las claves del éxito en la calidad de los equipos producidos. Al ser equipo que va a estar sometido a altas presiones en su funcionamiento, la soldadura es parte importante de la caldera. Si el tamaño del cuerpo es grande, se suelda con soldadura automática, ya sea costura logitudinal o circunferencial. Si el tamaño del cuerpo es pequeño y la cabeza del equipo de soldadura no cabe en el interior del cuerpo, se suelda externamente con automática; se descarbona y luego se suelda internamente con soldadura manual. Posterior al armado y soldadura de la mayor parte de las piezas, se efectúa el alivio térmico para eliminar esfuerzos al homogeneizar la estructura interna de la caldera. Los alivios pueden ser locales se efectúan con mantas que tienen resistencias eléctricas (las mantas sirven de aisladores térmicos). Para

control de temperatura se utilizan termocuplas puestas en el lugar del alivio. Los alivios totales se efectúan introduciendo todo el material al horno de normalización. Si esto no se hiciese quedarían partes de la caldera sometidas a esfuerzos internos más grandes que otras y serían puntos débiles por donde tendería a explotar.

La labor de los operarios exige una gran experiencia, por ello, permanentemente se está controlando la calidad del trabajo; contando para ésto con un sistema de calificación en el que existen 3 categorías de soldadores con el fin de que determinadas partes delicadas sólo sean soldadas por soldadores de primera. La sección cuenta con 80 operarios aproximadamente, de calificación variable, casi todos formados en la empresa y tomando cursillos en institutos técnicos como el SENA y el Instituto Latinoamericano de soldadura con sede en Bogotá. El tipo de soldadura es fundamentalmente eléctrica. Los equipos de soldadura son casi en su totalidad manuales. Ultimamente se empezó a contar con equipo de soldadura automática (importada). La sección tiene en total unos 110 equipos de soldadura con rango variable de capacidades (Ver Cuadro No. 5, sobre origen del equipo).

VI. 4. Maquinado y Prefabricado

En la parte de maquinado se realizan todos los procesos con arranque de viruta en el material proveniente de la sección de corte y preformado. Para ello cuenta con las máquinas-herramientas fundamentales: tornos, taladros, cepillos, fresadoras y rectificadoras; todas de una amplia gama de capacidades pero sin utilizar técnicas de control numérico.

La parte de prefabricado, aunque no tiene una relación directa con el maquinado, está dentro de la misma sección; se fabrican ciertas unidades que tienen una función específica en la caldera donde van a operar: ventiladores, quemadores, intercambiadores pequeños. Estas unidades se llevan a ensamble mecánico. La sección cuenta con 75 obreros aproximadamente, de calificación técnica de tipo SENA y otros institutos técnicos.

El número de máquinas-herramientas es de 25, la mayor parte de ella anticuada y que al ser comprada en los Estados Unidos ya era de segunda. Se confirma aquí una apreciación que se tiene sobre la maquinaria de tipo herramienta, en la industria metalmecánica nacional, ella es en general de edad tecnológica vieja.

CUADRO No. 5

MAQUINARIA Y EQUIPO DE DISTRAL S.A.

MAQUINARIA Y EQUIPO	CANTIDAD
Máquina abombadora de lámina marca Bilus.	1
Máquina dobladora de tubos con sus accesorios, hidráulicos, rotatoria, motor y equipo eléctrico acoplados a la misma, marca Wallace Modelo L-8-5, capacidad hasta 3-1/2" - diámetro.	2
Máquina fabricar cabezas para tanques de presión marca Blue Valley, Mod. 6, con todos acces. motor eléct. 10HP.1200 RPM-220-1440 3-60 T <u>a</u> ladro.	1
Máquina dobladora de lámina, marca Wllwa Janes con rodillo ppa. 22" diám. para curvar láminas hasta 18" 2 motores, 40HP-2/60/220 y 10 HP-3/60/220, acces.	1
Máquina bombeadora INV C-8, con diferencial Yale sobre punto móvil.	1
Dobladora de lámina Press-Brake marca Cincinnati 130 x 12 x 12 inv. C-2 con motor.	1
Grúas de 10 toneladas.	2
Montacargas de 12 toneladas.	2
Equipos de soldadura MIG y TIG.	6
Máquina punzadora marca Buffalo, serie 482 - 10089.	1
Compresor Chicago, Pneumatic PE-4-54976-318, 5-1/2 x 5-1/2", motor eléct. Allis Chalmers tipo 24-75 MP 2205 Serie 1-1528 - 72431.	1
Horno Normalizador para caldera 06186.	1
Puente grúas de 7 toneladas, marca DEMAG.	4
Puente grúas de 40 toneladas	2

continúa/

//Continuación:

Taladro radial Webo, radial Drolling model. BR7 ON electrohidráulic. Presel. Capacity 20 mm. for 3 phase AC-220/440 6 cables and all acces.	8
Máquina bombeadora.	1
Equipo de Rayos X para uso industrial mod. MC-NO Tank (portable).	3
Máquina enrolladora de láminas marca Besga.	5
Compresor Worthington.	6
Tornos de 50" y 20".	4
Taladro Bond Boringll con Extra Spindle.	1
Soldadores Lincon Electric Welder.	2
Máquinas a soldar con gas inerte automáticos Hobort y accesorios.	8
36 Troqueladora Wihiby Johnsons.	1
Máquina rebordeadora Whiting mod. 25A serie 25 ES x 48 x 156 INV C.	1
Pulidoras NEMA Ref. 3155 B-5500 RPM.	30
Torno para metales alta presión marca "TOS" Skoda tipo N.S. 50/1500, serie 50157179 completo.	1
Máquina para hacer aletas.	1
Máquina corrugadora.	1
Equipos de soldadura generadores.	80
Equipos de corte oxiacetilénico.	15
Puentes grúa de 20 toneladas.	2
Puentes grúa de 10 toneladas.	2

FUENTE: DISTRAL S.A.

VI.5. Ensamble Mecánico

En esta sección se asegura todo el material armado, atornillado, enganchándolo y remachándolo, se efectúan recubrimientos en lana de vidrio; se coloca la soldadura y se colocan puntos de soldadura. Independientemente a esto, se efectúa la prueba a presión hidrostática a la caldera.

La sección cuenta con 34 obreros de mediana calificación obtenida por medio de aprendizaje dentro de la empresa. La labor desarrollada aquí, otra vez es fundamentalmente intensiva en mano de obra. Sólo se requieren herramientas manuales.

VI.6. Posterior al ensamble mecánico, sólo resta en el proceso, efectuar todas las instalaciones eléctricas que consiste en tender los cables, todas las conexiones eléctricas y se fabrica e instala el tablero de controles de la caldera. Anexo a esto se instalan los controles de seguridad y los de funcionamiento.

Por último, la sección se encarga de efectuar la prueba general de funcionamiento de la caldera. Cuenta con 20 operarios de calificación buena, en el campo de las instalaciones eléctricas, formación que han adquirido

en la empresa. El tipo de herramienta es manual, mostrando otra vez que el proceso es intensivo en mano de obra.

En todas las secciones descritas anteriormente, el transporte de materiales se efectúa manualmente y/o con ayuda de grúas de diferentes capacidades y tipos.

VI.7. Movimientos y Despachos

Sección encargada del transporte de producto terminado para ser instalado en el sitio donde el cliente lo requiere. Cuenta con 20 trabajadores.

VI.8. Mantenimiento.

Sección encargada de resolver problemas inmediatos que se presentan con la maquinaria y equipo; además realizan periódicamente labores de mantenimiento. Cuenta con 25 trabajadores.

VI.9. Almacén.

Se tiene en depósito buena parte de las materias primas, fundamentalmente los controles de seguridad, válvulas, etc. Cuenta con 8 trabajadores.

NOTA: La información de número de trabajadores incluye dos turnos y las plantas de Bogotá y de Soacha.

Para mayor ilustración se presenta en el Cuadro No. 6 y en el Diagrama No. 3, una descripción del proceso, maquinaria y operarios utilizados para la fabricación de una Caldera de Vapor Piro-tubular.

CUADRO No. 6

DESCRIPCION DEL PROCESO, MAQUINARIA Y OPERARIOS UTILIZADOS PARA LA FABRICACION DE UNA CALDERA DE VAPOR PIROTUBULAR

40

DESCRIPCION DE LA OPERACION	MAQUINARIA	NUMERO OPERARIOS
1. Trazo-cortecobiselado, cámara de combustión	Oxiacetilénico	2
2. Enrollar-apuntar-soldar-pulir anillo insp.	Enrolladora-sold. etc.	3
3. Perforado-rimado-biselado de envolvente	Taladro	1
4. Enrollado de envolvente	Enrolladora	2
5. Perforado-rimado-biselado de placas lateral	Taladro	1
6. Ensamble de anillo-envolvente-placas laterales	Soldador	2
7. Iniciado-enrollado y punteado del tubo de fuego	Dobladora-enrolladora	2
8. Soldar y pulir interior y exteriormente tubo de fuego	Sol.automát.pulidora	3
9. Radiografía a soldadura de cuerpo	Equipo Rayos X	2
10. Soldar tubo de fuego a cámara	Soldar	2
11. Trazo-corte-biselado del cuerpo	Oxiacetilénico	1
12. Trazo-corte para insp. de mano del cuerpo	Oxiacetilénico	1
13. Iniciado-enrollado-punteado de cilindro cuerpo	Dobladora-enrolladora	2
14. Soldar y pulir interior y exterior a cuerpo	Soldador automático	
15. Reenrollar cuerpo	Enrolladora	2
16. Radiografía a soldadura de cuerpo	Equipo Rayos X	2
17. Trazo-perforación y colocación de conexiones al cuerpo	Oxiacetilénico-soldad.	1
18. Pulir-soldadura de conexiones del cuerpo	Pulidora	1
19. Ensamble cámara a cuerpo	Soldador	2
20. Apuntar y soldar placa trasera a cuerpo	Soldador	2

continúa//

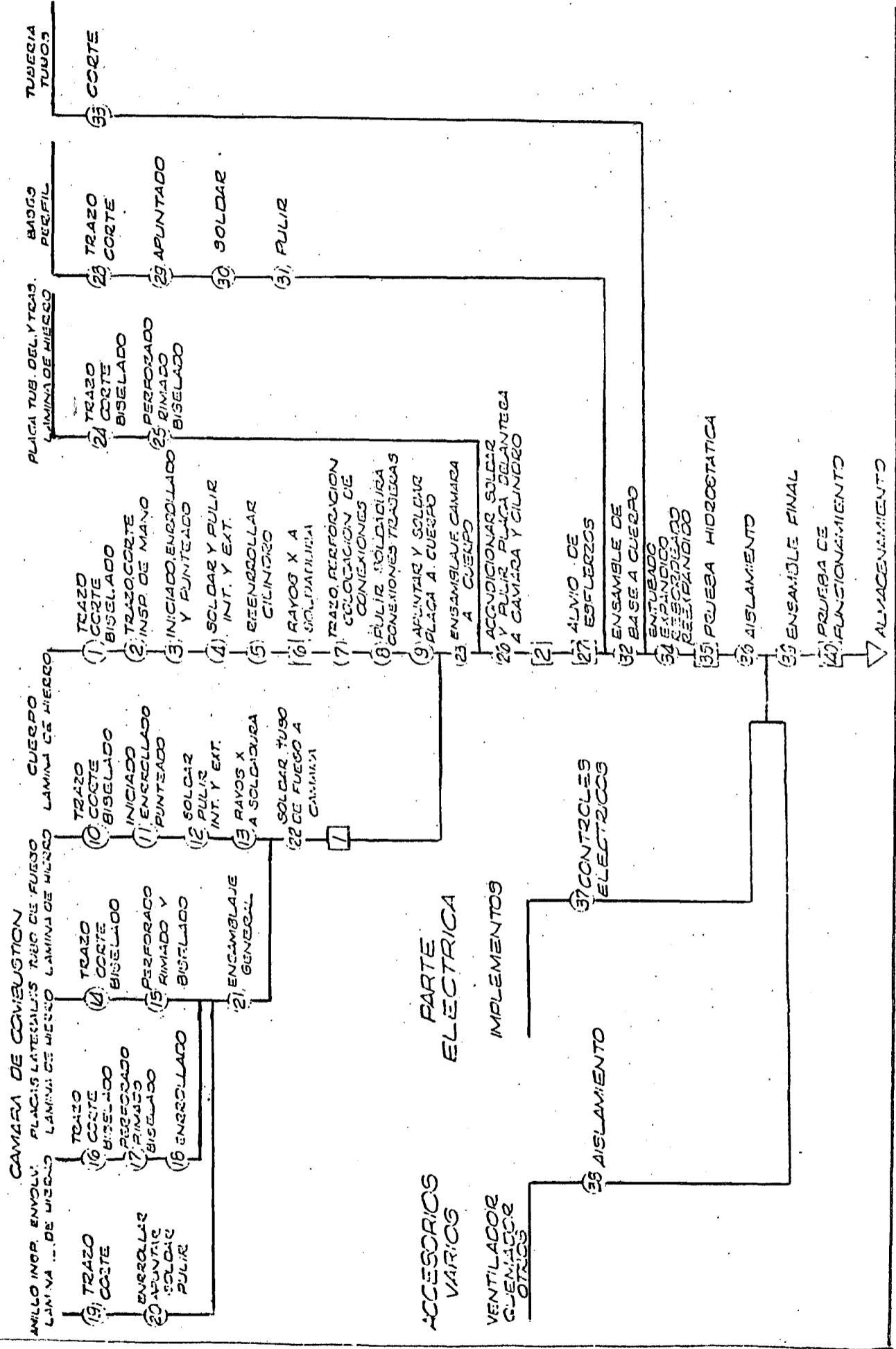
//Continuación:

21. Trazo-corte-biselado de placa delantera y trasera
22. Perforado-rimado-biselado de placa trasera y delantera
23. Apuntar y soldar placa trasera a cuerpo
24. Ensamble cámara a cuerpo
25. Acondicionar-soldar y pulir placa delantera a cámara y cilindro
26. Alivio de esfuerzos a cuerpo
27. Trazo-corte de perfil para bases caldera
28. Apuntado
29. Soldar bases de cuerpo
30. Pulir bases
31. Ensamble de base a cuerpo
32. Corte de tubos
33. Entubado-expandido-rebordeado y reexpandido de tubería a cuerpo
34. Prueba hidrostática a parte de presión (cuerpo-bases-placas-cámara de combustible, etc.
35. Aislamiento de parte de presión
36. Ensamble de tablero de controles eléctricos
37. Alistamiento de ventilador, quemador y otros accesorios
38. Ensamble de tablero, ventilador, quemador y otros accesorios
39. Prueba de funcionamiento a caldera
40. Almacenamiento

FUENTE: DISTRAL S.A.

Oxiacetilénico	1
Taladro	1
Soldador	2
Soldadura	2
Soldar	2
Horno	2
Oxiacetilénico	1
Soldar	1
Soldadura	1
Pulidora	1
Soldar	2
Cortadora	2
Martillo neumático y expander	2
Bomba	2
	2
Banco	1
	1
	4
	2
	2

DIAGRAMA DE OPERACIONES PARA LA FABRICACION DE UNA CALDERA PIROTUBULAR



VII. DEPARTAMENTOS RELACIONADOS CON EL DESARROLLO TECNOLÓGICO DE LA FIRMA

El grupo DISTRAL S.A. a pesar de tener características en cuanto a tamaño del mercado, escala de operación, etc. como las de una firma muy desarrollada internamente, no cuenta con un departamento específico donde se realicen labores de Investigación y Desarrollo. A cambio de esto, son varios los departamentos que cumplen con alguna parte de esta labor, a continuación se describen.

VII.1 Ingeniería

Una vez solicitada una caldera por el cliente, con sus parámetros de capacidad, presión y potencia; se procede en este departamento a efectuar el diseño mecánico de la misma; que consiste básicamente en calcular longitudes, espesores, definir formas exactas y escoger los materiales. Labor ésta que se hace siguiendo las normas de la ASME y las normas establecidas por el mismo departamento cuando se trata de una caldera de diseño propio.

Cuando el cliente solicita que el vapor generado tenga características especiales, p. ej: vapor recalentado, etc. se efectúa el diseño especial para que cumpla con estos requerimientos.

Además, históricamente se ha dado el desarrollo de innovaciones menores en el diseño básico, inducido por las directivas y salido de la experiencia del Departamento, con el objeto de disminuir costos, mejorar la eficiencia de las calderas, ganar prestigio en el mercado y obtener una mayor protección al sector del Gobierno Nacional. Estas innovaciones menores se refieren en su totalidad a modificaciones pequeñas en los diseños de las calderas que históricamente se producían primero y que eran de origen norteamericano. No ha habido sistematización de esta experiencia.

En el caso de las calderas pirotubulares se utilizaba inicialmente el modelo Power Master de la firma Orr Semblower de los Estados Unidos, para ello se contaba con planos completos, cálculos y procedimientos de fabricación. Las modificaciones que se iban dando en la Orr Semblower se transmitían a DISTRAL. Por esto se pagaban regalías por el uso de las patentes de la Orr Semblower.

Posteriormente se empezaron a producir modificaciones secundarias en el diseño de partes internas y externas de la caldera.

El diseño original de las calderas Acuotubulares es de la Foster Wheller de los Estados Unidos, actualmente este diseño ha tenido ciertas modificaciones de tipo menor, lo que ha generado que no se paguen regalías por la utilización de la patente.

A manera de ilustración, actualmente se está desarrollando un nuevo diseño de caldera pirotubular, con el fin de ser producida y exportada a los Estados Unidos, parece ser que la principal motiva
ción para realizar esta tarea se dio por la neces
idad de disminuir costos, para lograr recuperar com
petitividad en los mercados internacionales.

En cuanto al diseño eléctrico, se trabaja con patrones de diseño de tres firmas multinacionales: la Westinghouse, la General Electric y la Siemens.

Con respecto a los ventiladores, se trabaja con di
seños de la Chicago Blower. El departamento cuenta con 19 ingenieros fundamentalmente mecánicos; de me
diana y gran experiencia; en casi todos los casos adquirida en la misma empresa.

VII.2. Preingeniería

Departamento que, como su nombre lo indica, viene a

ser en cierta forma apéndice de Ingeniería. En él se efectúan los cálculos térmicos de las calderas solicitadas, si el cliente solicita ciertas características termodinámicas de vapor diferentes a las del diseño original, estas modificaciones se desarrollarán aquí.

Un ejemplo típico, es cuando se solicita que la temperatura de salida del vapor sea de 700°C y el diseño original es de 500°C, entonces se hace necesario aumentar superficie de calefacción en el sobrecalentador de vapor.

Otras labores importantes del Departamento son, estudiar la factibilidad técnica económica de proyectos a los cuales se presenta en licitación; proyectos que normalmente se refieren a la construcción de una refinería o a una planta termoeléctrica. Además el Departamento mantiene una actualización de conocimientos de acuerdo a los desarrollos e innovaciones técnicas que se producen en los Estados Unidos principalmente.

El Departamento cuenta actualmente con 4 ingenieros mecánicos y 1 ingeniero químico de buena experiencia, adquirida en la empresa.

VII.3. Proyectos.

Departamento con funciones de coordinar campo, oficina central y cliente. Cuando se trata de proyectos grandes o calderas acuatubulares tienen contacto directo con los interventores y el cliente, durante la construcción del equipo en campo. Por esto eventualmente recogen las sugerencias de ellos; que podrían llegar a generar algún tipo de innovación. Está formado por 7 ingenieros mecánicos de gran antigüedad.

VII.4. Manufacturas.

Departamento que asigna los trabajos a la planta de acuerdo a las horas/hombre disponibles; tratando de ganar la máxima eficiencia en la asignación de las tareas, sin embargo, al no tener información sistematizada, se presentan improvisaciones e ineficiencias en la óptima asignación de los trabajos. Cuenta con 3 ingenieros mecánicos y 2 industriales.

VII.5. Servicios de producción.

Es quizá uno de los Departamentos que presenta mayor interés para nuestro estudio. Tiene varias tareas a desarrollar. Por una parte, está encargado de la selección, compra, instalación y puesta en

marcha de equipos para la producción en planta; e quipo que normalmente es comprado en el exterior y que responde en parte a la política de la empre sa de mejorar la eficiencia (disminución de costos) y mejoras en la calidad del producto. Sin embargo, no todo el equipo nuevo es comprado a terceros; desde hace unos 10 años este Departamento se ha encargado del diseño y construcción de cierta maquinaria y equipo necesarios en la producción. Básicamente se trata de equipo que por sus características es construído sobre pedido, ésto llevaría a un tiempo de demora grande desde el momento en que se hace necesario y el momento de entrega (p. ej: un año y medio, comparado con 6 meses si se fabrica en la misma planta). Otro factor, es el de los altos costos, por ser comprada en el mercado internacional (aranceles de nacionalización, costo CIF, más fletes, seguros, transporte, de puerto a planta). El tercer factor de importancia es la evaluación que hace la empresa de sus recursos técnicos para diseñarla y fabricarla.

Hasta el momento, se han diseñado y construído varias corrugadoras de tubos; soldadoras para soldar paneles; dobladoras de paredes; maquinaria para someter la tubería a procesos varios: reducción, corte, doblado, puentegrúas de diversas capacidades y hornos

de normalización. El equipo fabricado por DISTRAL S.A. ha tenido buenos resultados aunque ligeramente menor en eficiencia (por mayores tiempos y movimientos), es de características similares en cuanto a consumo de combustible y mano de obra para ser operada. El resultado de esta labor se refleja en que aproximadamente un 30% del equipo de la planta de Barranquilla está conformado por equipos diseñados y fabricados por DISTRAL.

Además, aunque en general la maquinaria y equipo han sido diseñados para suplir necesidades internas de la empresa, se ha dado el caso de la venta de los planos de un horno de normalización a una firma brasileña.

La evaluación de los factores anotados anteriormente corre por cuenta del Departamento; pero la decisión final de fabricar internamente equipo, es de la presidencia de la compañía. Una vez decidida la fabricación se lleva a cabo en las propias instalaciones de la empresa; cuando ciertas partes requieren procesos especiales, que la empresa no tiene, se subcontratan con fabricantes locales, bajo la dirección técnica de los ingenieros del Departamento. El punto anterior refleja un estado de desarrollo importante de la empresa, en el sentido de contar con recursos humanos y técnicos, que puestos en una dirección adecuada pueden ir disminuyendo su depen

dencia externa en lo que a equipo se refiere o crear una división de fabricación de ese tipo de equipo para la venta.

La otra labor importante del Departamento es la normalización de los procesos de fabricación, normalización que es publicada y repartida entre los operarios con el objeto de ir mejorando la eficiencia de los procesos, medida en tiempo gastado en la operación y mejorar la calidad de las partes terminadas (p. ej: un maquinado debe llevar las tolerancias contempladas por el código). Este objetivo se puede lograr de dos maneras: 1). mejorando y corrigiendo los procesos vigentes, y 2). introduciendo nuevos procesos.

El mecanismo por medio del cual opera esta labor se inicia normalmente, por la necesidad de actualizar los procesos con base en los actuales códigos internacionales ASME, TEMA, etc. (p. Ej: determinadas tolerancias y tratamientos térmicos en las soldaduras).

De lo anterior se concluye que los procesos nuevos no son ideados dentro del Departamento, más bien son producto de la adaptación de nuevos procesos generados en empresas norteamericanas del sector. Adaptación referida a las condiciones locales: equipo local, distribu -

ción y organización de la planta, calidad y experiencia del personal.

La otra fuente importante de nuevos procesos viene de requerimientos específicos de los clientes (normalmente se refiere a proyectos grandes como p. ej: refinerías, etc).

La tercera fuente de cambio en los procesos, se origina en fallas detectadas por el Departamento de Control de Calidad.

La Cuarta fuente de modificación de los procesos proviene de las inquietudes salidas de los operarios, jefes de grupo y supervisores.

El Departamento, después de concluir la conveniencia de un nuevo proceso o una modificación a uno anterior, lo somete a prueba en planta; si los resultados son positivos se publica y reparte entre los operarios vigilándose su cumplimiento. Algunas veces se dictan cursos a los operarios. La respuesta en general no es muy exitosa, explicada por la tendencia natural de los operarios a efectuar su labor como siempre la han venido haciendo.

calidad.

El departamento de control de calidad está conformado actualmente por un Jefe, quien coordina las actividades del departamento en las tres plantas: Bogotá, Soacha y Barranquilla; además por Ingenieros Mecánicos e Ingenieros Metalúrgicos (en la Planta de Soacha se tienen 7 Ingenieros Mecánicos y 3 Auxiliares). En promedio la experiencia de ellos ha sido poca; causada básicamente porque la empresa engancha los nuevos ingenieros a través del Departamento de control de calidad, y a medida que van adquiriendo experiencia son trasladados a los otros departamentos.

La razón de esta política se debe a que las labores de control de calidad hacen que el individuo adquiera con el tiempo una visión global de las diferentes partes del proceso de producción; y como la producción no depende en términos estrictos de control de calidad; siempre se ha considerado que este departamento es secundario con respecto a Producción.

Sin embargo, esta política ha ido modificándose y ya se cuenta actualmente con un número de ingenieros de control de calidad con buena experiencia adquirida dentro de la empresa y también asistiendo a cursos de capacita

ción en el extranjero (básicamente en los Estados Unidos).

Aunque no existe una sistematización de las fallas de todo tipo que detecta el Departamento; cuando empieza a aparecer frecuentemente una misma falla (causada, por ej: por mala calidad de los electrodos, mala calificación del operario, etc.) se informa al departamento de producción, para que tome las medidas del caso, contando con la asesoría del Departamento de Servicios de Producción.

La plena autonomía con que cuenta el Departamento se debe a la cada vez mayor cantidad de calderas que llevan el estampe de la ASME. Sin embargo, todavía no se tiene sistematizados los resultados de las pruebas de control de calidad y no se efectúa estudio de calderas en funcionamiento.



VIII. ANALISIS DEL CAMBIO TECNOLOGICO

VIII.1. Análisis cualitativo.

Resalta de entrada el grado de complejidad a que ha llegado en el plano organizativo el grupo DISTRAL S.A., en la actualidad, habiéndose iniciado como un pequeño taller metal-mecánico, hace 30 años. Por una parte responde al crecimiento de la producción, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo: diferentes modelos de calderas y equipos de presión y a la mayor cobertura del mercado internacional.

Es así como se tienen 3 plantas independientes en el país; situación que refleja en cierto grado que el desarrollo de la producción ha rebasado el desarrollo organizacional; pues desde un punto de vista de eficiencia técnica no se justifica la existencia de dos plantas en una misma ciudad, con duplicidad de labores. Obviamente, esta situación tiende a desaparecer en la medida en que la planta de Bogotá está en vías de ser trasladada a la de Soacha, para lo cual se está terminando la obra civil de ampliación.

En cuanto a cobertura de mercados, aparecen dos firmas a nivel nacional (DISTRAL-Centro y COLMAQUINAS) y una a nivel internacional (Lancaster Steel), refle-

jándose el exitoso desarrollo de las exportaciones de calderas. En cuanto a uno de los principales cuellos de botella para la empresa, el cual es su dependencia total de abastecimiento de materias primas en el mercado internacional, se justifica plenamente la existencia de dos empresas autónomas dedi cadas a esta labor (Codín y Davy International).

Ingeniería de diseño:

Históricamente ha sido una constante en el desarrollo de la Ingeniería de Diseño de DISTRAL la dependencia existente con el desarrollo en el estado del Arte de la Ingeniería de equipos de presión y calderas de los Estados Unidos. Esto quiere decir que la tecnología de diseño inicial de DISTRAL fue de una empresa norteamericana y que buena parte de los desarrollos posteriores obedece a desarrollos en el tiempo en las empresas del sector norteamericano, que van consignándose en el Código ASME para equipos de presión y calderas, Código básico y fundamental de consulta en el Departamento de Ingeniería. Sin embargo, a pesar de esta constante, se evidencia a lo largo del tiempo, cambios menores en los diseños básicos, que hacen hoy día diferenciar claramente tres tipos de calderas pirotubulares por su diseño propio.

(DISTRAL Vertical; DISTRAL Horizontal, 2 y 3 pasos; y DISTRAL Andina), cambios que se refieren a variaciones en dimensiones, cambios de forma, modificación de materiales, etc. a partir de diseños originalmente norteamericanos. Para llegar hoy en día al diseño de una caldera pirotubular de exportación al mercado norteamericano, con características bastante propias.

Las principales causas de este flujo de innovaciones menores parece obedecer a los objetivos de minimización de costos, lanzamiento de equipos con mejor calidad (mayor eficiencia), y diferenciación de producto. Con el fin de ganar prestigio y de esta forma mercado, y protección del gobierno nacional por medio de fijación de aranceles altos para equipo similar (actualmente está gravado en un 30%). Cuál de ellas ha pesado más?, es difícil de saber. En todo caso, el factor de adaptación del diseño de acuerdo a materias primas locales, pesa mucho menos, pues éstas siguen siendo de origen internacional. La otra fuente menor de desarrollo en el diseño está dada por las exigencias particulares de determinados clientes, que se salen de los estándares y exigen valores diferentes de los parámetros de los equipos.

La buena respuesta a estas exigencias y los cambios debidos a las anteriores causas, están sustentados en buena parte por la buena calidad de los ingenieros, todos ellos con la formación básica de universidades locales y con buena experiencia adquirida en la empresa.

Ingeniería de proceso:

La característica predominante a lo largo del proceso, es el gran componente de trabajo manual que se realiza a lo largo de él. A excepción de la sección de maquinado en todas las demás secciones se trabaja con herramientas manuales, semiautomáticas y en algunos casos automáticas. La calificación promedio de los operarios adecuada y mirándola en su desarrollo a lo largo del tiempo, tiende a ser mejor como resultado del aprendizaje dentro de la empresa (ver numeral siguiente, Análisis Cuantitativo).

El factor que ha entrabado una mayor generación de cambios tecnológicos en el proceso, es la no producción en serie de partes y piezas para almacenar en depósito. La fabricación de calderas se sigue haciendo sobre pedido, por la gran gama de tipos y parámetros de las mismas.

Sin embargo, éstos se han venido dando, como resultado de la interacción de diversas fuerzas: la iniciativa de

operarios y supervisores; la iniciativa de directivas que están pendientes de los movimientos de la frontera de este campo a nivel mundial; las modificaciones permanentes de los Códigos Internacionales ASME, TEMA, etc.

Todos ellos motivados por las mismas causas, ganar mayor eficiencia en la producción, lo que se traducirá en disminución de costos.

Caso particular de cambios y/o aparición de nuevos procesos, son los motivados por la presencia de nuevo equipo, algunas veces diseñado y fabricado internamente (ver análisis sobre este punto más adelante). Resalta, en todo caso, que la labor de innovación en el proceso, ya no es completamente espontánea. Existe el Departamento de Servicios de Producción que trabaja, conscientemente en esta dirección, teniendo como resultado hasta el momento la normalización de aproximadamente el 20% de los procesos básicos.

La otra labor importante relacionada con el proceso, es el diseño y construcción de determinado equipo necesario en la producción; que por sus características específicas (corrugadora, p. Ej:) es de difícil consecución inmediata en el mercado y su costo es elevado. Denota lo anterior inicios en la integración vertical de la firma. Con respecto al equipo que se sigue adquiriendo, ha existido la tenden-

cia de aumentar el de características automáticas en sec
ciones como soldadura, donde se hace necesario, a pesar
de la presencia de buenos soldadores.

Ingeniería de Organización:

A lo largo de su desarrollo, DISTRAL S.A. ha sido conciente
de la necesidad de ir desarrollando su organización a-
corde al incremento en la producción; pero la realidad es
que ha existido un rezago que persiste hoy en día y que ca
racteriza el estado por el que está pasando en su desarro-
llo DISTRAL.

Otro elemento importante es, la presencia en la composición
del personal de aproximadamente 100 ingenieros de diferen-
tes especialidades predominando los mecánicos y en menor can-
tidad civiles, eléctricos e industriales, que desempeñan la
bores administrativas, técnicas a nivel de diseño y de pro-
ducción. Los puntos anteriores caracterizan el estado in-
termedio por el que está pasando DISTRAL S.A., gran cúmulo
de conocimientos y experiencia en su campo, pero persisten-
cia de vacíos de tipo organizativo.

VIII.2. Análisis Cuantitativo.

Además de los tiempos se obtuvo también información de si
la caldera llevaba el estampe ASME o nó, si llevaba adita
mentos especiales, de si la caldera se fabricó o no en u-
na serie pequeña de aparatos del mismo tipo.

Todo lo anterior muestra la existencia en DISTRAL de una gran cantidad de actividad innovativa y adaptativa, ésto se ve corroborado por los datos encontrados en la primera etapa del proyecto, según los cuales, gasta un 0.8% de las ventas en investigación y desarrollo, el promedio de la industria es 0.48% y el de productos metalmeccánicos es 0.62%; la intensidad en profesionales y técnicos * es de un 37% del empleo total cuando la de la industria como un todo es 26% y la del sector es 30%. Las tasas de crecimiento de la producción y el valor agregado por trabajador fueron de un 25% por año, las mayores del sector y una de las mayores de la industria.

En ésta etapa se intentó profundizar un poco más en estos aspectos cuantitativos; por ej: localizar cuáles eran las secciones o los tipos de calderas donde era mayor el aumento de productividad. Se trató de conseguir información sobre uso de trabajo, equipo y materiales por sección y por

* De acuerdo con la definición del DANE:
Profesional es todo individuo que, teniendo título universitario se desempeña en tareas afines a su profesión. Estudiantes universitarios, técnicos del SENA o de escuelas secundarias y otras personas idóneas con suficiente experiencia que desempeñen tareas técnicas deberán consignarse como "técnicos".
Por funciones técnicas se entienden las siguientes: Dirección de Planta, Producción, Mantenimiento, Control de Calidad, Asistencia técnica a producción, Asistencia técnica a Ventas, Ingeniería de Procesos o productos, Investigación y Desarrollo y otras tareas que constituyen el proceso físico de producción.
De modo que en esta categoría hay un gran número de trabajadores calificados.

TMAQ = Tiempo gastado en la sección de maquinado
TARM = Tiempo gastado en la sección de armado
TSOL = Tiempo gastado en la sección de soldadura
TEM = Tiempo gastado en la sección de ensamble
mecánico
TEE = Tiempo gastado en la sección de ensamble
eléctrico
TTOT = Tiempo total en horas gastado en la fabri-
cación de la caldera
SERIE= Variable que representa la fecha histórica
en que se inició la fabricación de la cal-
dera.
CONTI= Variable que representa la continuidad en
el tiempo en la producción de un tipo de
caldera.

Se define CONTIi:

0 si i-1 es de fecha mayor a un mes
1 si i-1 es de fecha anterior menor que un mes
i-2 de fecha anterior mayor de dos meses
2 si i-1 es de fecha anterior menor a un mes
i-2 es de fecha anterior menor a dos meses
i-3 es de fecha anterior mayor a tres meses
3 si i-1 es de fecha anterior menor a un mes
i-2 es de fecha anterior menor a dos meses
i-3 es de fecha anterior menor a tres meses
i-4 es de fecha anterior menor a cuatro meses

Si por ejemplo se produjeron 4 calderas en las fechas
1, abril, 78; 15, abril, 78;

1, mayo, 78; 15, mayo, 78; la variable CONTI para estas 4 calderas tomará los valores 0, 1, 2, 3.

SISTALI = Variable dummy; toma los valores 1 si la caldera lleva un sistema de alimentación especial, 0 si no lo lleva.

TANQUE = Variable dummy que toma los valores 1 si lleva tanque para guardar combustible, 0 si no lo lleva

ASME = Variable dummy que toma los valores 1 si lleva el estampe ASME, 0 si no lo lleva.

Además se efectuaron regresiones teniendo en cuenta las mismas variables pero adicionando la variable independiente rezagada, con el objeto de incluir el comportamiento histórico del tiempo utilizado en cada una de las secciones.

VIII.2.1. Resultados.

En esta sección se presentan algunos de los resultados obtenidos en el análisis estadístico de los datos mencionados. (Cuadros No.s 7, 8, 9 y 10):

El Cuadro No. 11, muestra el número de observaciones por caldera, que, como puede apreciarse, es en general pequeño, por lo cual el análisis no pudo efectuarse para todas las calderas y los coeficientes resultan estimados con poca precisión. También puede apreciarse que las hipótesis hechas con respecto al sello ASME y

CUADRO No. 7

REGRESIONES PARA LA CALDERA D. V. 15HP/150 PSI.

<u>VARIABLE DEPEND.</u>	<u>C</u>	<u>SERIE</u>	<u>CONTI</u>	<u>SISTALI</u>	<u>TANQUE</u>	<u>VARIABLE DEPEND. REZAGADA</u>	<u>R²</u>
TCOR	240.1	-0.034	6.3	-33	-2.97	-0.26	0.76
TPREF	290.6	-0.068	-7.7	63	-4.18	-0.64	0.42
TMAQ	-67.5	-0.031	-2.63	-12.27	9.56	-0.43	0.34
TARM	709.5	-0.186	14.86	82.63	-5.53	0.32	0.33
TSOL.	-637.7	0.265	29.97	-94.6	-56.94	-1.1	0.71
TEM	673.2	-0.145	4.24	67.75	10.02	-0.73	0.62
TEE	690.2	-0.17	-20.2	72.7	54.7	-0.49	0.79
TTOT	1551.5	-0.30	-2.45	74.8	85.9	0.15	0.26

Número de Observaciones: 13.

FUENTE: Cálculos del Autor.

REGRESIONES PARA

VARIABLE DEPEND.	<u>C</u>	<u>SERIE</u>
TCOR	-19.68	.1151
TPREF	696.13	-0.074
TMAQ	724	-0.069
TARM	171.7	-0.012
TSOL	1253	-0.093
TEM	330.7	0.029
TEE	177	-0.079

Número de observaciones: 12

FUENTE: Cálculos del Autor.

CUADRO No. 8

LA CALDERA P. M. 300HP/150 PSI.

<u>CONTI</u>	<u>TANQUE</u>	<u>VARIABLE DEPEND. REZAGADA</u>	<u>R²</u>
-1.864	-111.9	0.47	0.23
-1.335	-21.5	-0.112	0.42
125.77	19.72	-0.56	0.35
14.88	20.84	-0.03	0.15
-6.02	70.82	-0.74	0.36
22.79	-55.12	0.31	0.29
-29.83	-10.46	-0.052	0.26

CUADRO No. 9

REGRESIONES PARA LA CALDERA PM - 100HP - 150PSI.

<u>VARIABLE DEPEND.</u>	<u>C</u>	<u>SERIE</u>	<u>CONTI</u>	<u>SISTALI</u>	<u>TANQUE</u>	<u>VARIABLE DEPEND. REZAGADA</u>	<u>R²</u>
TCOR	419.504	-0.03	2.578	16.835	-3.642	0.0059	0.04
TPREF	390.916	-0.071	-6.988	-20.264	22.532	0.402	0.25
TMAQ	256.802	-0.020	19.015	-0.082	0.479	-0.173	0.54
TARM	817.586	-0.110	-28.38	-72.23	-46.80	0.112	0.199
TSOL	392.279	0.103	-38.167	-33.763	-31.997	-0.284	0.314
TEM	213.588	-0.029	19.569	-48.395	59.991	0.219	0.492
TEE	356.338	-0.0128	7.764	-36.297	34.712	-0.226	0.209

Número de observaciones: 22.

FUENTE: Cálculos del Autor.

CUADRO No. 10

REGRESIONES PARA LA CALDERA P. M. 200HP/150 PSI.

VARIABLE DEPEND.	<u>C</u>	<u>SERIE</u>	<u>CONTI</u>	<u>SISTALI</u>	<u>TANQUE</u>	VARIABLE DEPEND. REZAGADA	<u>R²</u>
TCOR	990.794	-0.155	-2.155	52.907	-72.937	-0.057	0.31
TPREF	407.274	-0.0307	-10.099	11.177	14.289	-0.0189	0.19
71 TNAQ	242.086	-0.0283	-6.262	11.835	-36.618	0.334	0.14
TARM	886.999	-0.097	-4.569	106.072	-77.283	-0.113	0.17
TSOL	113.043	0.133	9.343	-4.096	46.64	0.203	0.29
TEM	795.686	-0.034	-1.819	25.648	-51.857	-0.238	0.13
TEE	916.508	-0.134	-7.676	-51.240	4.754	-0.240	0.48

Número de observaciones: 26.

FUENTE: Cálculos del Autor.

CUADRO No. 11

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

<u>TIPO DE CALDERA*</u>	<u>NUMERO DE OBSERVACIONES</u>	<u>NUMERO DE CALDERAS CON SELLO ASME</u>	<u>NUMERO DE CALDERAS CON SIST. ALIMENT.</u>	<u>NUMERO DE CALDERAS CON TANQUE DE RETORNO</u>	<u>TIEMPO PROMEDIO (HORAS)</u>
DV 15/150	13	0	4	3	678.08
DV 20/150	18	0	0	0	742.56
DV 30/150	17	0	0	6	749.47
PM 100/150	22	2	6	4	2532.36
PM 200/150	26	2	7	6	3162.38
PM 300/150	12	1	0	8	3854.83
DH2 40/150	17	2	3	0	1609.82
DH2 50/150	14	5	1	1	1658.00

- * DV : DISTRAL Vertical
 PM : Power Master
 DH2 : DISTRAL Horizontal dos pasos

El primer subíndice posterior indica el número de HP; el segundo subíndice indica el número de PSI.

FUENTE: DISTRAL S.A.

a los aditamentos no pueden comprobarse por falta de variabilidad suficiente.

A pesar de esto se pueden hacer los siguientes comentarios de carácter general: la hipótesis general de aprendizaje con la experiencia acumulada resulta comprobada, ya que el coeficiente de la variable SERIE es negativo y casi siempre significativo en la mayoría de los casos con la notable excepción del tiempo de soldadura para el cual el coeficiente de SERIE es positivo. Esto puede indicar un control de calidad cada vez más estricto en esta operación, hipótesis que por el momento, no podemos confirmar; la otra sección que resulta, a veces, con coeficiente positivo de SERIE es la de maquinado, estos coeficientes no son significativos. Sin embargo, parte de la explicación está dada por ser la sección más intensiva en equipo automatizado, por lo cual pesa menos el proceso de aprendizaje con respecto a las demás secciones. Para las demás secciones y para el tiempo total, los coeficientes son negativos con magnitud que varía según la operación y el tipo de caldera. Para terminar de estudiar la hipótesis de aprendizaje falta ver la experiencia total en todo tipo de calderas, estudio que tiene considerables problemas de medición. También se ha experimentado y se está experimentando, con formas funcionales alternativas.

5

6

7

8

9

10

Se terminó de imprimir el día
25 de Agosto de 1981 en:
CENTROCOP S. R. L.
Cerrito 270 - loc. 9 - Capital. -
QUEDA HECHO EL DEPOSITO
QUE MARCA LA LEY Nº11.723-

