



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

PROCESOS DE OPERACION DE UNA
PLANTA DE ENSAMBLE DE AUTOS.

INFORME DE PRACTICAS PROFESIONALES

Que para obtener el Título de:
INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a n

ADOLFO RODILES CABRERA

GUILLERMO RAYA GAMIÑO

México, D. F.



DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

M-23755

1980



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Prof. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE

VOCAL: Prof. CARLOS DOORMANN MONTERO

SECRETARIO: Prof. ARIEL VEGA PEREZ

1er. SUPLENTE: Prof. JORGE MARTINEZ MONTES

2do. SUPLENTE: Prof. RAMON ARNAUD HUERTA

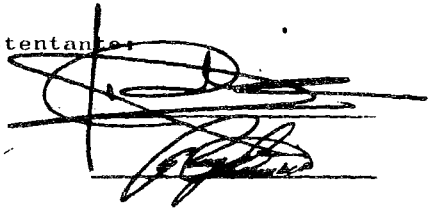
Sitio donde se desarrolló el tema:

FORD MOTOR COMPANY, S. A.

Nombre completo y firma del sustentante:

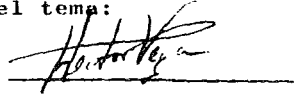
ADOLFO RODILES CABRERA

GUILLERMO HAYA GAMINO

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to be 'Adolfo Rodiles Cabrera', written over a horizontal line.

Nombre completo y firma del asesor del tema:

ING. ARIEL VEGA PEREZ

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ariel Vega Perez', written over a horizontal line.

A: ING. HECTOR ARIEL VEGA P.

AGRADECIENDO SÚ AYUDA Y ORIENTACION
EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO Y
POR SU GRAN ESPIRITU DE COMPAÑERISMO.

A: NUESTROS PADRES

CON INMENSO CARIÑO Y PROFUNDA
GRATITUD POR LA CONFIANZA QUE
DEPOSITARON EN NOSOTROS Y POR
HABER HECHO POSIBLE LA REALIZA
CIÓN DE NUESTROS IDEALES.

A MIS HERMANOS:

PABLO

GUADALUPE

ENRIQUE

CON CARINO Y ESPERANDO LES

SIRVA DE EJEMPLO PARA SUPERARSE.

A MI ESPOSA E HIJOS:

MA. DEL PILAR

VIVIANE

JUAN LUIS

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA E HIJA:

LETICIA

DANIELA

Reporte de prácticas profesionales que presentan en tema mancomunado los señores Adolfo Rodiles Cabrera y Guillermo Raya Gamiño para obtener el Título de Ingeniero Químico de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el tema: "Procesos de Operación de una Planta de Ensamble de Autos".

Participante:	Adolfo Rodiles Cabrera
Carrera:	Ingeniero Químico
No. Cuenta:	6734415-2
Dirección:	Coquimbo No. 664-103 Col. Lindavista Tel. 754-20-63 México 14, D. F.
Generación:	1967 - 1972
Tema:	"Procesos de Operación de una Planta de Ensamble de Autos"
Empresa:	Ford Motor Company, S. A. Calz. de Guadalupe y Ave. Henry Ford Tel. 517-50-00 México 14, D.F.
Jefe Inmediato:	Ing. Jorge Paredes Arce Gerente de Ingeniería de Manufactura
Período:	Abril de 1979 a Febrero 15 1980.

Participante: Guillermo Raya Gamiño
Carrera: Ingeniero Químico
No. Cuenta: 6406679-8
Dirección: Avenida 604-265
Unidad C.T.M. No. 2
Tel. 577-48-83
México 14, D.F.
Generación: 1967 - 1972
Tema: "Procesos de Operación de
una Planta de Ensamble de
Autos"
Empresa: Ford Motor Company, S.A.
Calz. de Guadalupe y Ave.
Henry Ford
Tel. 517-50-00
México 14, D. F.
Jefe Inmediato: Ing. Jorge Paredes Arce
Gerente de Ingeniería de
Manufactura.
Periodo: Abril 15 1979 a Febrero 15 1980.

- I N D I C E -

1.- INTRODUCCION.

1.1.- Participación del Ingeniero Químico en la Industria Automotriz.

2.- GENERALIDADES.

2.1.- Descripción general de las actividades - desarrolladas por una Empresa Automotriz.

3.- ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE MANUFACTURA - PROCESOS.

3.1.- Descripción general de las actividades del Ingeniero de Procesos.

3.2.- Proceso de Ensamble.

3.3.- Tipos de Materiales.

3.4.- Surtido de Materiales.

3.5.- Actividades del Departamento de Ingeniería Industrial.

3.6.- Diagrama de Flujo del Proceso Ingeniería Industrial.

3.7.- Descripción de las Operaciones del Diagrama de Flujo del Proceso.

3.8.- Definición de un tiempo estandard de Producción y su Aplicación en el Cálculo de Eficiencias y Cargas de Trabajo.

3.9.- Nivel de Planeación a Futuro.

4.- SECUENCIA DE ENSAMBLE DE UNA PLANTA DE AUTOS.

4.1.- Abastecimiento de material a la Planta.

4.2.- Carrocerías.

4.3.- Pintura.

4.4.- Vestidura.

4.5.- Línea Final.

5.- FOSFATIZADO.

- 5.1.- Introducción a la Teoría del Fosfatizado.
- 5.2.- Procedimientos de lucha contra la Corrosión.
- 5.3.- Propiedades de las capas de Fosfatos.
- 5.4.- Catalizadores en la Fosfatación.
- 5.5.- Descripción del Proceso de Fosfatizado.
- 5.6.- Reacciones químicas que se producen durante la Fosfatación.

6.- CONCLUSIONES.

7.- BIBLIOGRAFIA.

1.- I N T R O D U C C I O N

Aparentemente, la corrosión es un fenómeno bien conocido, ya que todo el mundo habla de óxido y corrosión, pero lo cierto es que las causas que producen la corrosión y destrucción más o menos profunda de una superficie metálica son muy complejas.

Uno de los metales en que se observa más claramente este fenómeno y en el que las pérdidas económicas son elevadas debido al enorme consumo industrial del mismo, es el hierro; este metal reacciona incluso a la temperatura ordinaria, con la atmósfera y con soluciones acuosas alcalinas o neutras, para formar una fina película de color pardo oscuro, que está compuesta principalmente por óxidos, hidróxidos y carbonatos de hierro. Este fenómeno se produce con mayor rapidez en las atmósferas marinas e industriales.

La participación del Ingeniero Químico en una Planta de Ensamble de Autos, es de gran utilidad porque ayuda a solucionar diferentes tipos de problemas que se presentan dentro del proceso de ensamble, principalmente en el área de pintura; estando dentro de ésta

una etapa en la cual se le da un tratamiento químico (fosfatación) a las partes metálicas (carrocerías), para protegerla principalmente de los efectos del medio ambiente, que se manifiestan como corrosión.

La principal función del Ingeniero Químico es establecer y mantener controles adecuados dentro del proceso de: fosfatación y pintura, siendo estas dos etapas importantes en la manufactura de automóviles, y que más adelante se describen detalladamente.

Por la importancia que representa la protección de las partes metálicas, para evitar la corrosión en la industria automotriz y de la ayuda que presta la Ingeniería Química, hemos decidido llevar a cabo nuestras prácticas profesionales en una empresa automotriz, donde prestamos nuestros servicios, enfocando nuestra participación en el proceso de la preparación adecuada de la superficie para la aplicación de la pintura.

2. GENERALIDADES

2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS ACTIVIDADES
DESARROLLADAS POR UNA EMPRESA AUTOMO--
TRIZ.

Las actividades principales de una empresa automotriz en México son obviamente las de fabricar automóviles, camiones ligeros y tractores para el consumo nacional. Contando también con plantas de fundición, motores, maquinado y ensamble de motores, masas y tambores de ruedas y una planta de fabricación de herramental especial para ensamble, estas últimas producen tanto para el consumo nacional como para exportación.

Cada año se realiza un cambio de modelo para mostrar las innovaciones incorporadas y diferenciar del año modelo anterior. Los cambios de modelo pueden ser de dos tipos: parciales y totales.

Parciales: Son cambios que cuando de un año a otro se diferencian por cambios de apariencia, cambios en la ornamentación exterior, tipos de vestidura, color exterior de la pintura o de diseño de sus componentes con la finalidad de corregir problemas que se presentaron durante el año anterior, que representan una reducción en el costo de producción de la unidad, pero que la estructura de la carrocería permanece igual a la del año anterior.

Totales: Este tipo de cambios es en el cual los ve
hículos cambian su forma o estructura totalmente y
esto implica una inversión considerablemente alta
por la adquisición de un nuevo herramental de en-
samble, herramienta comercial y neumática, rearre-
glos a las instalaciones de la Planta, para el de-
sarrollo del nuevo proceso.

Tales cambios también implican el desarrollo a nue
vos proveedores locales y proporcionar herramental
y facilidades para la fabricación de nuevas partes.

Esta empresa es Transnacional, por lo tanto, el di-
seño básico de sus componentes y la información téc
nica es proporcionada por su Planta Piloto estable-
cida en Detroit, Michigan, E.U.A.

Por el programa de integración nacional estableci-
do por el Gobierno Mexicano o sea buscar, desarro-
llar y contar con la asistencia técnica y surtido
de materia prima y componentes manufacturados por
proveedores nacionales, para ensamblar a sus produc
tos, crea con esto fuentes de trabajo a todos los -
niveles, aunque, por convenios establecidos de que
si cualquier proveedor o proveedores alternantes se
ven afectados por una huelga o surtido de materia -
prima para manufactura de los componentes requeridos

por la Planta o éstos están fuera de las especificaciones establecidas por la empresa, ésta podrá importar el o los materiales necesarios para no --parar sus líneas de ensamble.

Es conveniente adicionar que el diseño del proceso de las líneas de ensamble para México difiere mucho del de E.U.A., básicamente por la capacidad de volumen de producción diaria o sea que las Plantas de E.U.A. son de alto volumen y cuentan con --bastante equipo automatizado para alta producción, misma que es de 70 unidades por hora, mientras que una Planta Nacional produce 10 unidades por hora.

Como ejemplo comparativo podemos citar que la mayoría de las operaciones del Área de carrocerías en una Planta como la de México son efectuadas con herramental de ensamble manual, mientras que en una de E.U.A. en esta Área, las operaciones son efectuadas con herramental totalmente automatizado por su alto nivel de producción.

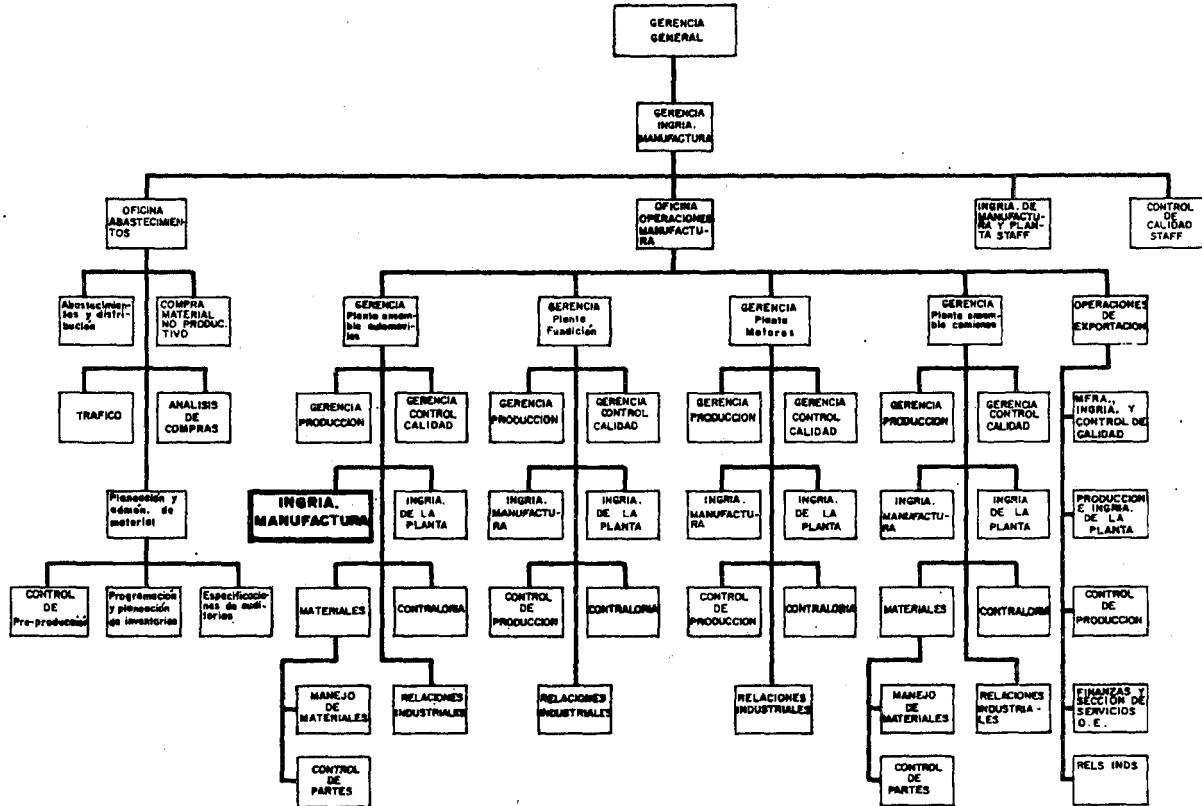
Todos los departamentos establecidos en el organigrama de una empresa automotriz intervienen directa o indirectamente en el proceso del ensamble del automóvil y son directamente responsables de la actuali-

zación y abastecimiento en planta de los diferentes proveedores para establecer un control que ga ran tice que no habrá un paro en las líneas de pro ducción.

Dicho organigrama representa las bases y estructu ra en las que debe basarse una empresa automotriz para garantizar que el producto (automóvil) se en sam ble de acuerdo a las especificaciones originales de diseño.

A continuación se muestra el diagrama en forma ge neral y la intervención o responsabilidad del Departamento de Ingeniería de Manufactura en el en sam ble de automóviles.

ORGANIGRAMA



3. ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE
 INGENIERIA DE MANUFACTURA - PROCESOS

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES DEL INGENIERO DE PROCESOS.

3.1.1 Revisar y analizar las hojas de proceso para establecer la secuencia y herramental requerido para las operaciones de producción.

Mantener una revisión continua de las operaciones (de acuerdo al proceso indicado), para asegurar que el herramental y el proceso se están cumpliendo.

Control de Hojas de Proceso.- Este control se mantiene mediante la incorporación de las hojas de proceso en los libros de línea. Los cambios mostrados en estas revisiones se implantan después de analizar y verificar las disponibilidades de materiales, partes, equipo y herramientas.

3.1.2 Revisión al proceso de ensamble.- Revisar diariamente las operaciones de ensamble críticas que puedan presentar problemas potenciales de funcionamiento o apariencia del vehículo. Tomar las acciones correctivas y coordinando con personal de Producción y Control de Calidad.

3.1.3 Incorporación de desviaciones de Ingeniería y Avisos Finales de Cambios de Ingeniería. Básicamente son cambios que modifican el diseño original del vehículo. Se requiere un análisis de estos documentos, para detectar posibles problemas en el proceso de ensamble y definir si realmente se requieren estos cambios. Se coordina la implantación de estos cambios con el personal de Producción, Materiales y Control de Calidad.

3.1.4 Auditoría de herramental e instalaciones.- Revisar y auditar periódicamente el estado físico de herramental mayor e instalaciones especialmente en operaciones críticas o con problemas, se emite un reporte al Departamento de Ingeniería de la Planta para que se tome la acción correctiva y se revisa el funcionamiento correcto con personal de Producción y Control de Calidad. Además, se solicitará a Ingeniería de la Planta se mantenga dentro del programa de Mantenimiento Preventivo.

3.1.5 Auditoría de herramienta especial, comercial y de potencia.- Certificar diariamente el uso correcto de estas herramientas en operaciones críticas. Se controla la existencia de herramientas en reserva para estas operaciones con el objeto de resolver los casos de extravío, mal uso o desgaste.

Se promueve el seguimiento para la reposición de estas herramientas con objeto de evitar campañas* y dificultad de operación en producción por la omisión de la herramienta.

(*) Campaña:

Corrección de algún problema a las unidades - en campo para que estén dentro de especificaciones antes de ser entregadas al público.

3.1.6 Emisión de reportes de problema.- La solución de problemas del producto que afectan a la Planta de Ensamble, se coordina a través del sistema de reportes de problema entre los diferentes departamentos de la Compañía mediante la emisión, contestación y asignación de reportes de problema y registrar el avance de las soluciones. Ver Diagrama I.

En el cual se explica en forma general: el problema acompañado de su información así como la acción solicitada y el responsable.

Este departamento también es responsable de la construcción de las unidades piloto (unidades prototipo que se ensamblarán durante el próximo año modelo), establece un programa de unidades de en-

REPORTE DE PROBLEMAS

PROGRAMA		AÑO MODELO		LOCALIDAD		PROBLEMA N°	
MODELO AFECTADOS							
PARTE N°		DESCRIPCION				LINEA	
HERRAMIENTA N°		DESCRIPCION				ESTACION	
INFO. ADICIONAL ANEXA		MANUAL DE INSTALACION		HOJA PROCESO		OPERACION	
DESCRIPCION DEL PROBLEMA							
<u>ACCION SOLICITADA</u>							
REPORTADO POR:		TEL. EXT.		FIRMA		DEPARTAMENTO	
						FECHA EMISION	

DEPARTAMENTO EMISOR

RESPONSABILIDAD DE	ACCION CORRECTIVA (INCLUIR N° P.C.R. DESVIACION ETC.)	FECHA
	DIAGRAMA I	

DEPARTAMENTO RESPONSABLE

FECHA EFECT. SOLUCION

trenamiento para capacitar a los trabajadores en las nuevas operaciones y resolver con anticipación al lanzamiento del nuevo modelo, todos los problemas que se presenten, tanto en el ensamble, en herramental, equipo, facilidades en línea, problemas de funcionamiento y mal diseño de los vehículos, con el objeto de no tener problemas repetitivos durante el lanzamiento, que ocasionen campañas de reparaciones altas, las cuales representarían grandes pérdidas y retrasos en los programas establecidos por la Empresa.

Para diseñar e implantar el proceso de ensamble a Producción, se cuenta con la información de Manuales de Instalación y Hojas de Proceso.

En las hojas de proceso se proporciona la secuencia operacional de cómo se debe de realizar la operación ya sea subensambles de componentes o ensambles directamente sobre la unidad el tipo y cantidad de herramienta especial, comercial y de potencia, así como la cantidad y tipo de material requerido (partes mayores y partes normales que se describen más adelante).

La mayoría de las hojas de proceso de determinada operación viene acompañada de un diagrama explicativo para fácil comprensión de la secuencia de ensamble descrita, también proporciona la clase de opciones, tales como aire acondicionado, cristales con elevadores eléctricos, limpiadores de cristal trasero, etc., y las revisiones que han tenido en cualquiera de los elementos de la secuencia operacional o cambios en los materiales que intervienen en la operación de referencia, indicando el docu-

mento que ampara dicho cambio.

3.3 TIPOS DE MATERIALES

Con el objeto de tener un control de los componentes de los vehículos, cada parte cuenta con un número y son clasificadas en tres clases principales:

3.3.1 Partes Mayores.

Las partes mayores son aquellas generalmente voluminosas y que pueden cambiar con facilidad en su diseño de un modelo a otro o durante el mismo año modelo. Como ejemplos tenemos las salpicaderas, puertas, pisos, columna de dirección, etc.:

Para su manejo en almacén y rápida identificación dichas partes se codifican para cada año modelo, siendo las variantes el prefijo y el sufijo que indican primero el año modelo y segundo el último nivel de diseño que satisface las necesidades de ensamble. Como ejemplos tenemos las salpicaderas, puertas, pisos, columna de dirección, etc. :

D9AB	6524361	BE
Prefijo	Básico	Sufijo

3.3.2 Partes Estándar.

Las partes estándar son aquellas tales como tornillos, clips, grapas, chavetas, pernos, tuercas, -- etc., cuyo diseño no cambia durante años hasta que se convierte en material obsoleto. Ejemplo:

324154 -S2 Tornillo

3.3.3 Materiales especiales.

Los materiales especiales están codificados también por un número básico, un sufijo, por ejemplo: - - - ESB-M2G149-A es un adhesivo, éstos también pueden - ser pinturas, solventes, selladores, etc. Ver diagrama II.

En el diagrama II se muestra una hoja de proceso de operación, en la cual se tiene un área destinada a la lista de los materiales, otra a la herramienta a usar, y un dibujo explicativo para identificar el - componente que interviene y se describe en la operación.

3.4 SURTIDO DE MATERIALES.

Para el surtido de los materiales a la línea, el In

FECHA	REVISIONES
2-27-8	USO ORIGINAL

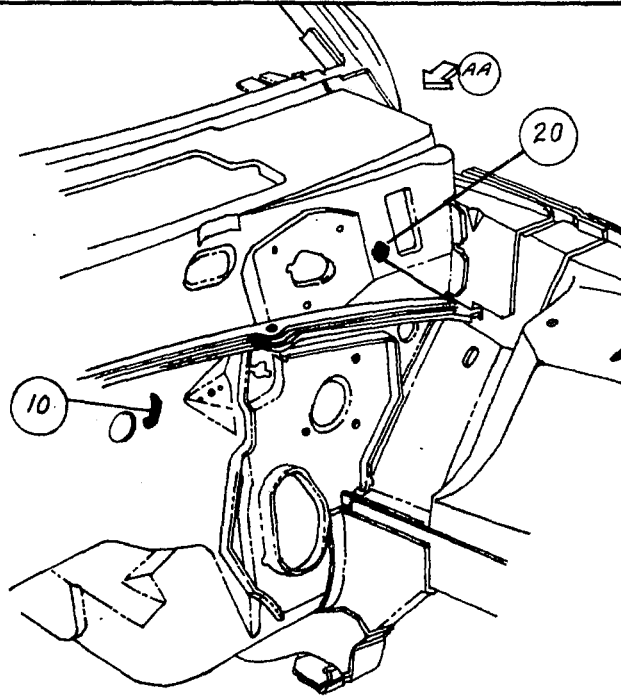
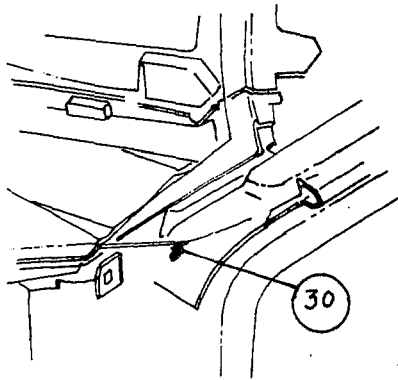


DIAGRAMA II

TITULO DE OPERACION
SELLADO DELANTERO

geniero de Procesos elabora los llamados listados de materiales (información que se obtiene de las hojas de proceso de los libros). Una vez que ya tiene organizada su información, los cuales son proporcionados al Departamento de Ingeniería de Manejo de Materiales para que se determine su surtido de acuerdo al tipo de contenedor de cada material, ya que debe ser distribuido únicamente en la estación de trabajo especificada.

Toda la información antes mencionada le es proporcionada también a Ingeniería Industrial para el cálculo de sus cargas de trabajo y determinación del número de operarios requeridos.

En el diagrama III se muestra una hoja del listado de materiales de partes mayores en la que se indican tanto los materiales, sus requerimientos por modelo, así como su localización en las líneas de producción y tipo de contenedor para su almacenaje, etc.

3.5. ACTIVIDADES DEL DEPARTAMENTO DE
 INGENIERIA INDUSTRIAL

3.5.1.

Tomando como base los estandares y la mezcla --
diaria de producción, se determina la autorización
de personal por especialidades, con el objeto de -
controlar la eficiencia de operación de los departata
mentos productivos.

Calcular, verificar y controlar las velocidades de-
los transportadores de las líneas de producción en-
base al volumen diario por modelos y a las longitu-
des de cada una de las unidades y el tiempo real -
disponible de trabajo, para controlar que no haya -
adelantos ni atrasos en los volúmenes asegurando -
con ésto que los operarios trabajen a un ritmo uni-
forme y constante.

3.5.2.

Elaborar reporte diario de labor directa (Produc --
ción), indicando el ausentismo y los movimientos de
personal hechos durante el arranque con el objeto -
de informar a las Gerencias de: Planta, M: nufactura,
Contraloría y Producción sobre la situación de la -

planta para fines estadísticos y para la elaboración de estudios y presupuestos.

Evaluación y tramitación de reportes de paro de producción para analizar el efecto de horas-hombre perdidas al existir un paro de producción, para que éste mismo departamento justifique su ineficiencia y con los datos estadísticos, elaborar proyectos de reemplazo de equipo, herramientas, etc.

3.5.3.

Analizar y explicar los reportes de eficiencia de labor directa comparando datos de los reportes contra los acontecimientos reales de las líneas, para determinar las causas de eficiencia y/o ineficiencia; para tomar las acciones correctivas en el caso de ineficiencia para evitar que se repitan.

Analizar, avalar y registrar los cambios de ingeniería mediante la comparación del proceso establecido contra los cambios solicitados por éste documento, determinando el efecto en cuanto a la labor directa e indirecta, materiales, herramienta y/o equipo.

3.5.4.

Elaboración de los requerimientos de personal de labor directa por especialidades, atendiendo a los cambios de mezcla y/o volúmenes para los meses que indique la programación anual de -- producción para determinar las cargas de trabajo por operario y en base a estas elaborar los requerimientos correspondientes a fin de contratar o reducir el personal de cada uno de los - departamentos productivos y de ésta manera mantenerse a nivel de presupuesto.

Elaborar presupuestos para inversión de capital determinando las necesidades de la planta con el objeto de obtener mejoras y ahorros y mejorar - metodos que traigan beneficios así como actuali- zar sistemas de trabajo.

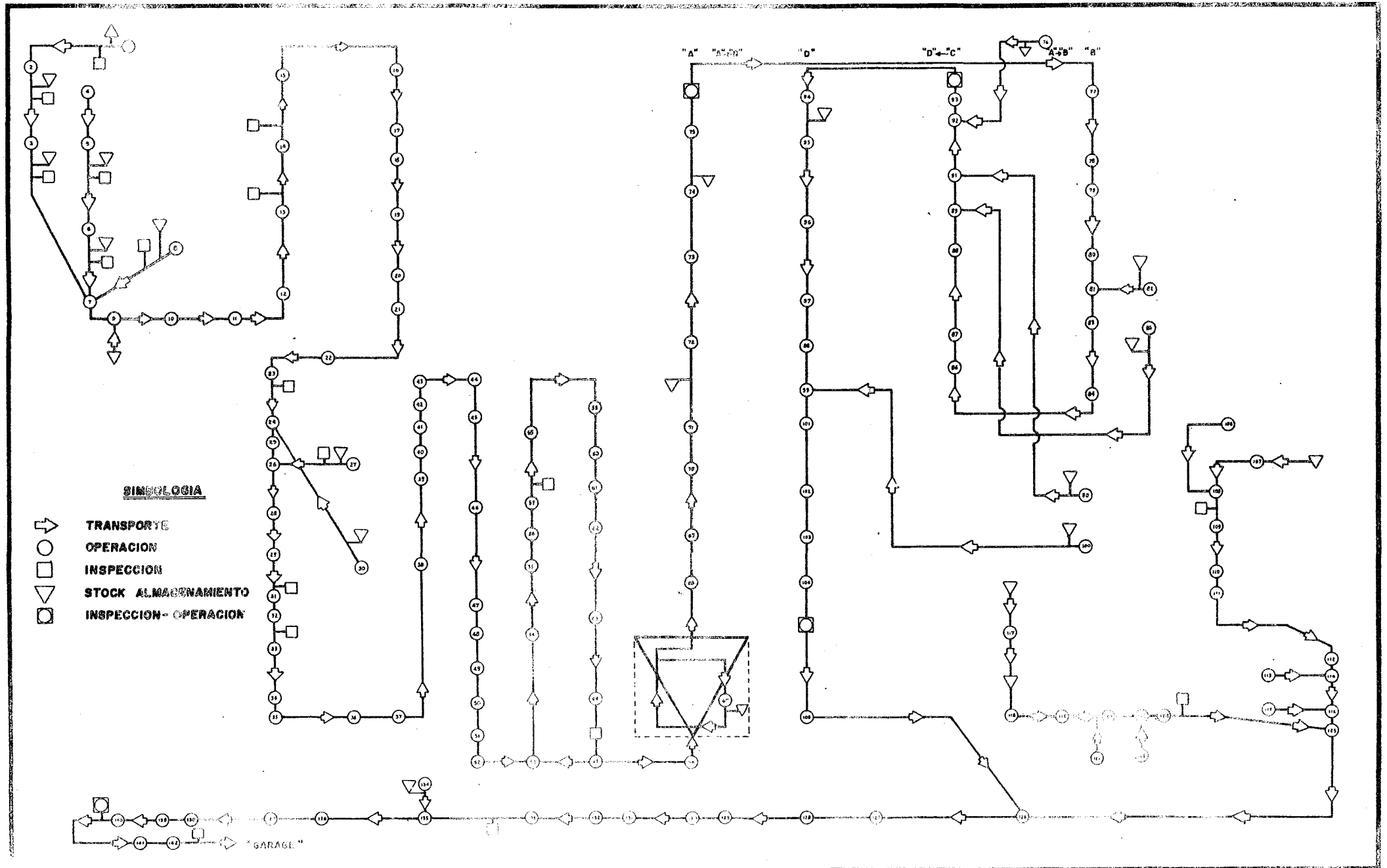
Estudios para la asignación de cargas de trabajo por hoja de proceso, estableciendo el proceso - nacional, evaluando cada una de las hojas de proceso en base a la técnica de tiempos estandares- para balancear la línea.

3.6. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
 INGENIERIA INDUSTRIAL

En este diagrama se muestra la secuencia operacional de un proceso productivo utilizando las actividades básicas para definir un diagrama de flujo desde el punto de vista de Ingeniería -- Industrial.

Posterior al diagrama se encuentra la descripción numérica de cada una de las operaciones - del proceso.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO -- INGENIERIA INDUSTRIAL



3.7 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES DEL DIAGRAMA
DE FLEJO DEL PROCESO.

CARROCERTAS.-

- 1 Sub-ensamble de conchas
- 2 Sub-ensamble cuartos traseros
- 3 Sub-ensamble costados
- 4 Sub-ensamble compartimiento motor
- 5 Ensamble compartimiento motor
- 6 Ensamble pisos
- 7 Prensa principal
- 8 Sub-ensamble panel superior trasero
- 9 Empatinado stock de patines
transporte de patines
- 10 Marcado de carrocerías
- 11 Repunteo antes de fosa
- 12 Repunteo de fosa
- 13 Soldadura arco y bronce
- 14 Carda y esmeril
- 15 Rebajo de cejas
- 16 Aplicación estaño
- 17 Aplicación estaño, cimientos y rebajos
- 18 Acabado de medallones
- 19 Acabado cimientos y rebajos

- 20 Acabado y limpieza
- 21 Lavadora automática de estaño
- 22 Aplicación primer y sello
- 23 Barrenado y verificación de salpicaderas
- 24 Ensamble para cajuela
- 25 Ensamble de puertas
- 26 Ensamble frente
- 27 Sub-ensamble de frentes
- 28 Acabado metálico puertas
- 29 Acabado metálico cofres
- 30 Acabado metálico tapa cajuela
- 31 Acabado metálico salpicaderas
- 32 Acabado metálico cuartos traseros y reparaciones finales
- 33 Barrenado y pernos

PINTURA.-

- 34 Colgado de unidad (cambio transportador) aplicación plaste
- 35 Prelimpieza con solvente
- 36 Limpieza de unidad
- 37 Colgado de partes miscelaneas
- 38 Proceso de fosfatizado
- 39 Horno secado -proceso fosfatizado
- 40 Aplicación sello negro y plastilina
- 41 Aplicación sello blanco

- 42 Aplicación de plaste
- 43 Aplicación de trapo de barniz
- 44 Primer rojo a la unidad y piso
- 45 Aplicación de primer gris y color interior
- 46 Horno secado primer
- 47 Aplicación de antirruido
- 48 Descolgado de partes niscelaneas
- 49 Limpieza y colocación de complementos
- 50 Aplicación plaste y lijado medallon
- 51 Reparaciones hojalatería
- 52 Aplicación plaste a estaños
- 53 Colgado de unidad (cambio de transportador)
- 54 Lijado en humedo
- 55 Horno secado unidad
- 56 Empapelado y colocación de antirruidos
- 57 Lijado de rebajos
- 58 Sopleteado de unidad
- 59 Aplicación primer
- 60 Descolgado de unidad (cambio de transportador)
- 61 Limpieza con nafta y trapo de barniz
- 62 Aplicación colo exterior
- 63 Horno secado esmalte exterior
- 64 Desempapelado exterior
- 65 Desempapelado interior
- 66 Caseta de retoques

VESTIDURA.-

(LINEA A)

- 67 Instalación toldos vinilo
- 68 Complementos
- 69 Guatas y retenes
- 70 Molduras
- 71 Cables
- 72 Toldo interior
- 73 Instalación chapas y manijas
- 74 Chapa cajuela
- 75 Pre-ensamble cristales
- 76 Sub-ensamble tableros

(LINEA B)

- 77 Botaguas y calaveras
- 78 Gomas de puerta y cajuela
- 79 Ajuste de puertas y cajuela
- 80 Frentes miscelaneos
- 81 Pared de fuego
- 82 Sub-ensamble pedales freno
- 83 Corazones traseros
- 84 Motor limpiadores
- 85 Sub-ensamble cartones de puerta

(LINEA C)

- 86 Calaveras

- 87 Polietilenos y espejos
- 88 Pre-ensamble parrillas y moldras
- 89 Montaje cartones puerta
- 90 Sub-ensamble A/C y calefacción
- 91 Montaje A/C y calefacción
- 92 Montaje de tableros
- 93 Corazones delanteros
(LINEA D)
- 94 Forro tablero
- 95 Parabrisas y medallon
- 96 Conchas, visceras y espejos
- 97 Frentes tuberías
- 98 Frentes cables
- 99 Instalación parrillas
- 100 Sub-ensamble columna dirección
- 101 Montaje columna dirección
- 102 Varilla columna dirección
- 103 Ensamble gomas
- 104 Montaje tanque gas
- 105 Desempatinado (cambio de transportador)

CHASISES.-

- 106 Sub-ensamble eje trasero
- 107 Enlaminado
- 108 Suspensión trasera
Amortiguadores

- 109 Suspension delantera
Alineación
- 110 Rotor y barra estabilizadora
Amortiguadores delanteros
- 111 Ensamble varillas de dirección y sin fin
- 112 Tuberías - gas
Chicote freno auxiliar
- 113 Sub-ensamble defensa trasera
- 114 Mangueras de dirección
Montaje defensa trasera
- 115 Sub-ensamble defensa delantera
- 116 Montaje defensa delantera

MOTORES.-

- 117 Sub-ensamble A/C y calefacción
- 118 Ensamble transmisión automática
- 119 Ventilador, instalación A/C
- 120 Alternador
- 121 Sub-ensamble alternador
- 122 Montaje bomba dirección hidráulica
- 123 Sub-ensamble bomba dirección hidráulica
- 124 Control de velocidades
- 125 Montaje motor

LINEA FINAL.-

- 126 Montaje carrocería
Apretar chasis

- 127 Alfombras - surtido
Primer areas empatinado
Manguera - canister
Sujección columna dirección
- 128 Chicote velocimetro
Tension cable
Freno auxiliar
- 129 Bateria y conexiones norte y sur
- 130 Alfombras instalación
Reparaciones fosa
- 131 Purgado de frenos
- 132 Frentes - radiador
Molduras - engrapado
Molduras - cimientto
- 133 Conexiones A/C y calefacción
Ajuste cofre
Ajuste caja
- 134 Sub-ensamble montaje y balanceo de ruedas
- 135 Montaje de llantas norte y sur
Defensas
- 136 Montaje asientos traseros y delanteros
- 137 Llenado de: Radiador
Bomba dirección hidráulica
Gas freon
- 138 Purificador
Calcomanias
- 139 Reparaciones finales
- 140 Alineación luces
Verificar niveles
- 141 Alineación dinámica
- 142 Prueba de Rodillos y A/C

3.8

DEFINICION DE UN TIEMPO ESTANDARD DE PRODUCCION Y SU APLICACION EN EL CALCULO DE EFICIENCIAS Y CARGAS DE TRABAJO.

El tiempo standard de producción es el tiempo requerido para obtener el tiempo de fabricación de cualquier producto en un proceso de manufactura; por lo cual, es un parámetro necesario para medir la eficiencia y/o ineficiencia para dicho proceso.

A continuación se explica el método usado en Ingeniería Industrial para obtener un tiempo standard:

3.8.1

Establecer la comunicación directa del Ingeniero Industrial con la supervisión involucrada en las operaciones, de donde se desprenderá la información para obtener los tiempos standard correspondientes.

La supervisión a su vez, hablará con las personas involucradas en la operación afectada, haciéndoles ver que se les va a medir su operación, solicitando

les hacer las preguntas que ellos consideren necesarias con el objeto de obtener su confianza hacia los Ingenieros Industriales para preparar el estudio de tiempos correspondiente.

3.8.2

El Ingeniero Industrial observará directamente la operación correspondiente, haciendo el desglose de elementos que forman la operación.

Se observarán varios ciclos de producción -- anotando, los tiempos de producción observados, en la hoja de estudios correspondiente.

3.8.3

Una vez completada la información del punto anterior, se procederá a obtener un tiempo promedio de ciclos observados.

Este tiempo promedio se multiplica por un factor de "actuaciones" del operario, el cuál será calificado, en base a la habilidad y el esfuerzo para desarrollar los movimientos de trabajo del operario bajo estudio; resultando un tiempo llamado "tiempo normalizado" el cuál es aplicable a

cualquier operario primeramente entrenado que desarrolle dicha operación.

3.8.4

Este tiempo normalizado deberá ser modificado por las "conseciones" inherentes a la operación que desarrolla (fatiga, medio ambiente, esfuerzo físico, mental, monotonía, etc.). Esta conseción está dada en un porcentaje el cuál debe ser como minimo 5%; y a éste tiempo obtenido se le denomina tiempo estandard de producción.

Este tiempo estandard se usará para obtener la - capacidad máxima de producción de cualquier proceso de manufactura; ésta capacidad está definida como el cociente del tiempo disponible de trabajo entre el tiempo estandard de producción.

El nivel de productividad de cualquier proceso de manufactura, estará dado por el uso optimo de los equipos, mano de obra y recursos inherentes a éste; siempre y cuando sean medidos por su capacidad de - producción o por su tiempo estandard.

En el diagrama de flujo del proceso se muestra claramente la operación específica , los movimientos de transporte, demora e inspección - inherentes al proceso de ensamble de un auto - móvil; el cuál permite hacer una distribución- óptima del equipo, mano de obra, recursos nece sarios para lograr un nivel óptimo de productivi dad, entendiendose por productividad la uti- lización eficiente de los elementos que compo- nen cualquier proceso de manufactura.

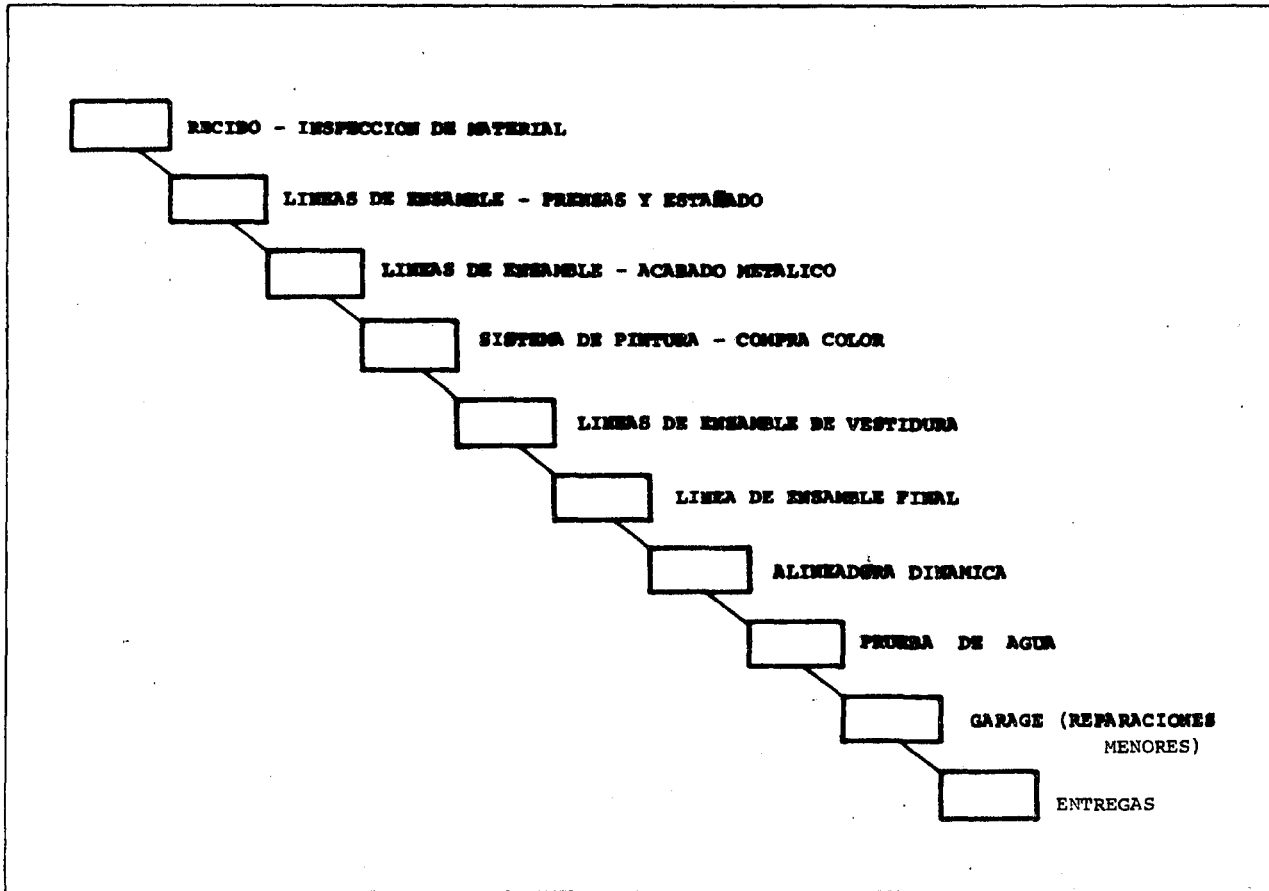
La utilización óptima de los recursos humanos- de cualquier compañía, es una de las preocupa- ciones de hoy en día, ya que ésto reduce los - costos de labor, logrando un notable incremento en las utilidades, las cuales pueden ser usadas en futuros programas de expansión.

4.

SECUENCIA DE ENSAMBLE DE

UNA PLANTA DE AUTOS.

PROCESO DE ENSAMBLE DE UN AUTOMOVIL



4.

SECUENCIA DE ENSAMBLE DE UNA PLANTA DE AUTOS

El ensamblar más de 15,000 partes que componen un automóvil moderno, es como formar un rompecabezas mecánico gigante, y se lleva a cabo en forma diná
mica sobre un transportador terrestre o aéreo, de
pendiendo de la línea de ensamble y a la veloci-
dad requerida para no afectar cargas de trabajo.

Cada automóvil es construido mediante un orden es
pecial de fabricación, una oficina central progra
ma cada automóvil a través de las cuatro áreas --
principales de ensamble: Carrocerías, Pintura, --
Vestidura y Línea Final, a través de una organiza-
ción perfectamente coordinada y sincronizada, las
partes y los subensambles llegan a las líneas ---
exactamente en el momento requerido para su insta-
lación.

El flujo de materiales, el ensamble gradual de la
carrocería, el proceso de pintura, acondicionamien-
to de vestidura y el proceso de línea final se des
criben en la secuencia siguiente:

4.1 Abastecimiento de Materiales a la Planta

Los materiales y partes de cientos de proveedores

son recibidos en los andenes de descarga de ferro
carril y camión en contenedores retornables de di
seño especial, para prevenir daños en tránsito.

Los materiales y partes ya vienen checados por --
personal de Control de Calidad Staff en la Planta
del proveedor, en adición a esto, el personal de
Control de Calidad Planta rechea lo mismo dando
así confiabilidad absoluta. Los materiales se sur
ten a las líneas de ensamble en los mismos conte-
nedores por un sistema de trenes internos.

Generalmente se mantienen existencias para 12 días
de producción y una planeación de abastecimientos-
por varios meses adelantados.

4.2 Carrocerías

Aquí es donde se inicia el proceso de la carrocería,
en lo que se refiere a todos sus componentes metáli
cos hasta que ésta queda lista para ser pintada y -
se divide en tres secciones principales:

- a) Prensas - Ensamble de conchas (escurrideros
de salpicaderas), compartimiento de motor, -
pisos, cuartos traseros, costados y prensa -
principal (unión de todos los subensambles -
mencionados). Estas operaciones son estáticas.

- b) Soldadura y Estaño - Operaciones de soldadura de arco, soldadura de oxiacetileno, - rebajo y enderezado de cejas, aplicación de estaño a uniones, tales como entre-toldo y pilares y acabado de estaño.

Todas las partes de la carrocería que serán unidas por medio de estaño, deberán ser previamente limpiadas con ácido fosfórico para eliminar residuos acumulados y evitar que el estaño se contamine.

Los componentes con recubrimientos galvanizados en las áreas por estañar, se deben remover puliéndose, ya que las soldaduras que contienen antimonio cuando se utilizan sobre superficies que contienen zinc o aleaciones de zinc, forman un compuesto intermetálico de zinc y antimonio, causando que el estaño se vuelva quebradizo.

Una vez que se ha limpiado la parte a estañar, se aplica un fundente a base de polvo de zinc, el cual al calentarse formará un recubrimiento de fosfato de zinc, permitiendo la adherencia del estaño; deberá evitarse el uso en exceso del ácido fosfórico, ya que en áreas cercanas al punto de aplicación del

estaño se podría causar un ataque químico a la lámina, provocando problemas de oxidación y en consecuencia desprendimiento de la pintura.

El herramental con el que se aplica el estaño deberá estar libre de impurezas, ya que al igual que el ácido puede provocar en las áreas estañadas excesos de poros, ocasionando problemas en el horneado de la pintura. Una vez terminado el ensamblado de la carrocería se pasa al área de pintura.

4.3 Pintura.

En esta área es donde la participación del Ingeniero Químico es importante, puesto que a la carrocería se le somete a un tratamiento químico siendo el objetivo principal el de proporcionarle un revestimiento químicamente estable y no reactivo, el cual no solamente retarda la corrosión, sino que provee más adhesión a la pintura aplicada.

Las etapas del proceso dentro de esta área hasta que la unidad pasa al área de Vestidura, son las siguientes:

- a) Prelimpieza
- b) Fosfatizado
- c) Sellado
- d) Aplicación de Primer
- e) Lijado
- f) Empapelado
- g) Aplicación de Pintura

Y a continuación se describen cada una de ellas:

- a) Prelimpieza - La prelimpieza antes del fosfato es de gran importancia, debido a que las más finas películas de grasa y aceite que puedan quedar sobre las piezas sean "aflojadas" para que al inicio del proceso de fosfatizado la acción del primer paso sea más efectiva.
- b) Fosfatizado - Se describe en Capítulo 5.
- c) Sellado - En esta etapa, la unidad es sellada en todas las uniones, que por diseño no pueden ser cerradas 100% en el proceso de soldadura y el objeto de este sellador es evitar que cuando la unidad esté terminada presente pasos de agua.

- d) Aplicación de Primer - Concepto de Primer: Estas pinturas son preparadas con un alto nivel de concentración de sólidos que proporcionarán a la lámina una superficie tersa para usarse como base o fondo para la aplicación de los esmaltes o lacas de acabado. En este proceso se aplican dos tipos de primer (Rojo y Gris, que son compatibles para la operación y tienen como función servir de gufa en las operaciones de lijado para dar el espesor requerido.
- e) Lijado - En esta etapa se lleva el lijado en húmedo con el objeto de devastar las partículas extrañas (suciedad) que se depositaron durante el pintado y horneado del primer.
- f) Empapelado - En esta etapa se empapela la unidad en las áreas donde se diferencian los tonos para las combinaciones de color interior y exterior.
- g) Pintura - En este paso del proceso es donde a la carrocería se le da el acaba-



do exterior (pintura), aplicación de tres manos para cumplir con los requisitos de ornamentación exterior.

Siendo nuestra participación muy activa para estar controlando los problemas de acabado, que son reflejo del estado en que se encuentran las pinturas, -- preparación, viscosidad, etc.

A continuación se expone en forma general la participación de las resinas en la formulación de pinturas:

PRODUCTOS AUTOMOTRICES FORMULADOS CON RESINAS ALQUIDALICAS. (7.7)

Estas resinas reciben también el nombre de ALCIDICAS o ALQUIDICAS, ya que el término es una derivación fonética de las radicales: ALCOHOL Y ACIDO.

Químicamente las resinas alquidálicas son el producto de la ESTERIFICACION de un POLIALCOHOL con un POLIACIDO.

El uso de estas resinas se ha popularizado en todos los medios domésticos e industriales y debido

a ello tienen un lugar preponderante en la industria automotriz.

Los aceites modificantes empleados, dependen del uso de la resina y son usados comunmente aceites de linaza, soya, ricino, pescado, etc. Estos aceites son denominados comunmente aceites secantes y su función principal es formar una película orgánica resistente mediante la polimerización de éstos. (7.8)

Resinas Epoxy

Habiendo sido sintetizadas en 1938 por Pierre Castán en Suiza y S.A. Greenlee en E.U.A, causando una notable evolución en la industria de revestimientos protectores, son estos los materiales más nuevos y versátiles de los plásticos modernos.

Sus aplicaciones prácticas están en los revestimientos superficiales, adhesivos de gran resistencia, laminados de alta duración, etc., en algunos campos no sólo sustituyeron al plástico, sino que entran en áreas en donde no habían podido aplicarse.

Las principales características de las resinas epoxy son:

Adhesión

Por ser sus grupos epoxy e hidróxilos altamente polares; no se alteran en presencia de agentes químicos principalmente ácidos y alcalis. Propiedades físicas satisfactorias. Propiedades humectantes buenas y propiedades eléctricas satisfactorias.

Particularmente hablando de la industria automotriz, los acabados acrílicos son la última palabra en sus dos versiones: Termoestables o Termofijas y Termoplásticas.

Los polímeros acrílicos termo-endurecibles se caracterizan por: Alta resistencia al cambio de color a alta temperatura, gran resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a agentes químicos, muy buen brillo, buena adhesión y baja flexibilidad.

Normalmente estos ésteres acrílicos requieren de un cruzamiento con materiales de polimerización cruzada, tales como resinas melamínicas, urea formaldehído, resina epoxy, resinas fenólicas, etc.

El segundo grupo de resinas aplicadas en la industria automotriz son las RESINAS TERMOPLASTICAS - que tienen también excelente retención de color, buena dureza y buena resistencia al alcohol y agua.

Los acabados automotrices acrílicos tienen ventajas sobre lo hasta hoy conocido, sobre todo en colores metálicos; sin embargo, tienen también sus desventajas, como por ejemplo, menor resistencia al rayado superficial, a pesar de sus altas durezas.

Diferencia con los acabados automotrices originales:

Estos acabados son la combinación de la Nitrocelulosa modificada con una resina alquidálica. Se usó en equipo original por algunos años teniendo la ventaja práctica de usar equipo de baja temperatura, 70°C. Sus deficiencias son conocidas, ya que su "caleo" prematuro y la migración del plastificante hacia la superficie de la película de pintura daban un aspecto lechoso y amarillento al acabado en pocos meses.

En colores metálicos su resistencia era mínima, 3 - 6 4 meses.

Esmaltes Amino-Alquidálicos.

Acabados combinados de una resina alquidálica de alta calidad modificada con aceites no secantes - y una resina de melamina.

Dan magníficos acabados en cuanto a durabilidad, retención de brillo y color, en colores lisos, patel u oscuros.

Deficiente durabilidad en acabados metálicos, más o menos 8 meses.

Su uso requiere equipo de horneado medio 121°C, 30 minutos.

Lacas Acrílicas de Reflujo.

Con resinas termo-plásticas, muy buena durabilidad tanto en colores lisos como metálicos; su empleo - requiere hornear de 135 - 145°C, 30 minutos. Sus desventajas son el empleo de mayor mano de obra y fuertes cantidades de adelgazadores.

Es necesario señalar que también la mayor mano de obra colabora a un acabado de alto brillo y terso.

Esmaltes Acrílicos Termofijos.

Muy buena retención de brillo y color en todos tipos de colores; su empleo requiere equipo de horno medio 121°C a 140°C, 30 minutos.

Una de las ventajas prácticas, está en la línea de producción en donde se puede ejecutar reparaciones con sólo lija de pasta para pulir.

Otra ventaja es la poca posibilidad de rechazo por filos húmedos.

Como todo, también tiene desventajas, una de ellas es que los acabados muestran una fuerte tendencia a la formación de cáscara de naranja y también son susceptibles de incompatibilidad con otros productos acrílicos de diferentes proveedores, ocasionando acabados "picados" o "cazuelas".

Esmalte Acrílico de Reflujo.

Son éstos similares a los anteriormente descritos, su diferencia estriba básicamente en la resina, desde el punto de vista de formulación; en una planta

armadora su uso es un poco distinto al esmalte acrílico normal.

La diferencia consiste en que este esmalte después de la aplicación recibe un ligero horneado a 93°C, 30 minutos, sólo para fijarlo; al salir del horno da la oportunidad de hacer reparaciones o lijado si es necesario, y entonces ya recibe un horneado final a 138°C - 20 minutos.

Esta operación da como resultado un mínimo de rechazos en inspección final y un acabado más terso.

También hay problemas que resolver en este sistema, ya que el control del primer horneado es muy importante; si el tiempo o la temperatura se exceden se corre el riesgo de que no haya buena miscibilidad entre el over-spray de la reparación y el esmalte ya fijado. (7.5)

En la actualidad se utilizan diferentes procesos de aplicación de la pintura dependiendo de las necesidades que son: 1.- Air Less; 2.- Hot Air Less; 3.- Electroestático y 4.- Electroforético.

El método que se utiliza para la aplicación de pintura para esta empresa automotriz es por medio de -

un equipo convencional denominado Air Less el -
cual pulveriza la pintura que es aplicada en tres
etapas para dar el acabado especificado. (7.6)

4.4 Líneas de Vestidura.

Casi 650 operaciones son realizadas en la línea de Vestidura. Aquí las unidades reciben la decoración interior, molduras de metales brillantes, manijas de puerta, espejos, componentes eléctricos y ventanillas. El parabrisas y medallón son instalados con dispositivos neumáticos que se ajustan dimensionalmente y proporcionan la presión correcta para asegurar un buen sellado, el cual no permite los pasos de agua. El tablero de instrumentos es construido como subensamble y llevado a la línea de vestidura, los sistemas eléctricos son probados perfectamente antes de que la unidad sea liberada para la línea final.

En cada línea de vestidura (cuatro en total), se encuentra una estación de Control de Calidad en donde se verifican todas las operaciones correspondientes a cada línea.

4.5 Línea Final.

Antes de que la carrocería vestida y pintada sea colocada en el chasis, el bastidor es cuidadosamente

verificado con dispositivos a fin de asegurar la precisión de toda su construcción.

La carrocería es levantada por una grúa especial y colocada cuidadosa y lentamente sobre el chasis. Partes de hule aíslan el interior del automóvil - contra las irregularidades de los caminos, en unidades compactas, la carrocería es colocada sobre los componentes del eje y la suspensión en lugar de colocarse sobre el chasis. Se incorporan partes complementarias como: radiador, faros, asientos, llantas y gasolina.

Control de Calidad a través de dos estaciones en esta línea comprueba la efectividad de las operaciones realizadas por producción.

Al salir la unidad del ensamble final, entra a la alineación dinámica, siendo este medio exclusivo para brindar una seguridad programada por ésta. Ver diagrama IV. En éste se muestra una secuencia general del proceso de ensamble en una planta automotriz.

4.5.1 Prueba de Agua.

Después del ensamble final, la unidad es llevada a

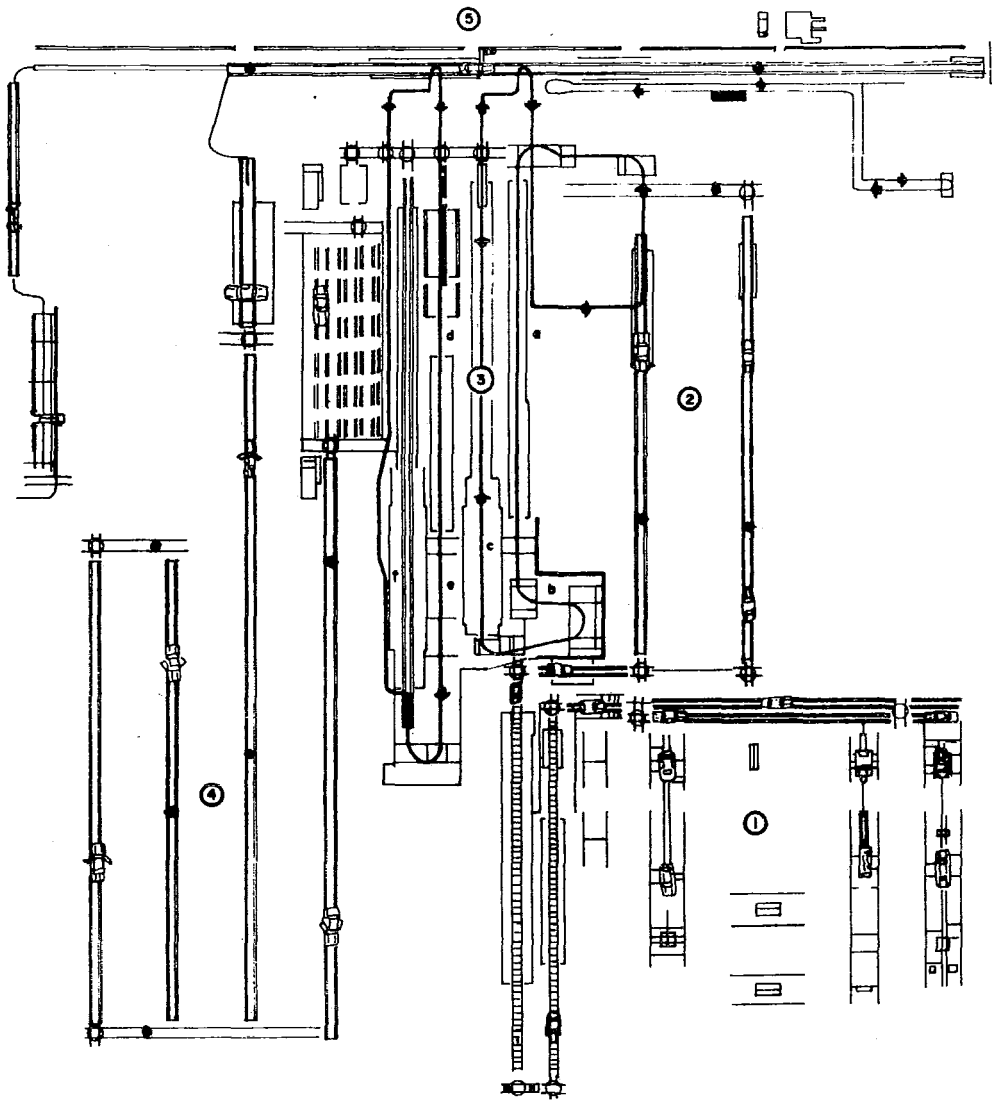


DIAGRAMA GENERAL DE LA PLANTA

- 1- CARROCERIAS
- 2- ACABADO METALICO
- 3- PINTURA
- 4- VESTIDURA
- 5- LINEA FINAL

- a) FOSFATO
- b) SELLADO
- c) PRIMER
- d) LIJADO
- e) EMPAPELADO
- f) PINTURA

DIAGRAMA IV

la regadera de prueba de agua y es introducida por los inspectores de Control de Calidad, el cual ve rifica si existen pasos de agua en el compartimiento de pasajeros. Durante el periodo de prueba -- (cinco minutos a una presión de 22 Lbs./pulg²).

Terminado el proceso de prueba, el inspector revisa cuidadosamente el compartimiento de equipaje y si existen pasos de agua, los anota en el esquema de la tarjeta viajera y se le entrega al personal de producción para su reparación. Ya reparada la unidad, el inspector verifica durante 60 segundos con una manguera a la misma presión, si la reparación estuvo correcta o no.

4.5.2 Garage de Reparaciones Menores.

El garage de reparaciones menores es denominado así por ser el sitio de reparación de pequeñas fallas en la Planta de Ensamble. Es aquí donde algunas unidades se les reparan rayones (ocasionados posteriormente al pintado de la unidad en el proceso de ensamble, fallas eléctricas y mecánicas).

Control de Calidad tiene una estación para verificar y aceptar las reparaciones efectuadas y ahí --

mismo se coloca el sello de aceptación final y la unidad es conducida a los almacenes para su entrega.

4.5.3 Entregas.

Después de que Control de Calidad le dio aceptación final a la unidad, ésta es conducida al Túnel de Entregas, donde para finalizar se tiene la última estación de Control de Calidad.

5.

POSFATIZADO

Cuando se somete una superficie metálica a la acción de un medio corrosivo, se produce cierta disolución del metal que da origen a la formación de productos de corrosión, la naturaleza de los cuales tiene a su vez notable influencia sobre la continuación del ataque. Si los productos formados son ligeramente solubles y quedan depositados sobre la superficie, formando una película no adherente y discontinua, la corrosión prosigue, pudiendo llegar a la total disgregación del material.

Ahora bien, si los productos de corrosión precipitan sobre la superficie del metal formando una película insoluble compacta y adherente, pueden retrasar el ataque, llegando inclusive a inhibirlo totalmente.

Un ejemplo del primer caso lo ofrece la corrosión del hierro y del acero, mientras que del segundo se obtiene uno magnífico en el aluminio, cuyo óxido protege con eficacia el metal adyacente de la acción de gran cantidad de medios corrosivos.

Durante muchos años se ha intentado hallar procedimientos industriales con los que se pudieran obtener

películas protectoras similares a las formadas naturalmente sobre los metales. En algunos casos, tales como el aluminio y el manganeso, ha sido posible reforzar y aumentar el espesor, dureza y valor protector de la película de óxido natural mediante el empleo de procedimientos químicos o electroquímicos.

La formación de las películas fosfáticas es en principio un procedimiento del cual es posible obtener una película protectora sobre las superficies de hierro o acero. Consiste en tratar las piezas con una solución compuesta por ácido fosfórico y algunas de sus sales, de la que se precipita una fina película cristalina compuesta por fosfatos metálicos que queda perfectamente adherida al metal base y posee un elevado poder protector, el cual puede ser incrementado mediante tratamientos complementarios.

En el curso del proceso se verifica a grandes rasgos las siguientes reacciones: (7.2)

- Disolución del metal
- El metal disuelto se combina con uno o más de los componentes de la solución.
- Cristalización sobre la superficie

del metal de una película de fos
fatos, la cual se produce al so-
brepasarse el producto de solubi-
lidad de aquéllos en la fina pelfi
cula líquida en contacto con el me
tal. La disolución de éste produce
un desequilibrio en la acidez, en
este caso con una elevación en el
P.H.

5.2.

PROCEDIMIENTOS DE LUCHA
CONTRA LA CORROSION (7.3)

Debido a las diferentes formas en que puede produ-
cirse la corrosión, el industrial interesado podrá
combatirla según los tres procedimientos siguien-
tes:

1. Empleando materiales de reconocida resis
tencia a la corrosión.
2. Tomando precauciones especiales en los -
montajes mecánicos.
3. Utilizando tratamientos protectores capa
ces de impedir el deterioro de las pie-
zas.

La primera de las soluciones citadas es indudablemente la que da mejores resultados, si bien presenta el inconveniente de requerir materiales especiales de precio elevado y no siempre de fácil adquisición y utilización, lo que corrientemente le hace inadmisible y sólo válida cuando los elementos a fabricar han de trabajar en condiciones corrosivas extremas o admitiendo precios de venta elevados.

El segundo de los sistemas queda reducido en la práctica, a evitar el montaje directo de piezas fabricadas en metales muy distantes entre sí en la serie - de tensiones y, por lo tanto, capaces de formar una pila local, foco de corrosión electroquímica, capaz de deteriorar rápidamente uno de ellos.

Finalmente, el tercer sistema, es el más utilizado debido a la gran variedad de posibilidades que encierra; consiste a grandes rasgos en aislar del medio corrosivo el metal base mediante un recubrimiento metálico u orgánico poco poroso. Los diferentes procedimientos protectores pueden clasificarse como sigue:

a) Recubrimientos metálicos:

- Recubrimientos aplicados electrolíticamente.

- Recubrimientos aplicados por proyección a pistola.
 - Recubrimientos aplicados por inmersión en metal fundido.
- b) Tratamientos químicos o electroquímicos que no forman película metálica:
- Fosfatado, Anodizado, Acodizado y Pasivado
- c) Pinturas en sus diferentes variantes
- d) Recubrimientos no metálicos en general, constituidos por plásticos aplicados por inmersión, proyección de pistola.

De acuerdo con el fin previsto para la protección -- aplicada, los grupos antes mencionados podrian ser -- divididos en tratamientos protectores no decorativos y tratamientos protectores decorativos, si bien puede decirse en la actualidad que los sistemas aplicados -- sean al mismo tiempo decorativos.

Los procedimientos citados, los más económicos son -- los de los grupos a) y c), los cuales, utilizados -- conjuntamente, ofrecen la ventaja de reunir una protección casi inmejorable en cuanto a resultados y eco nomía, con un destacado efecto decorativo.

El fosfatizado es un tratamiento químico que se realiza por contacto de las piezas de hierro, acero, aluminio, etc. (desengrasadas), en una solución de fosfatos ácidos de zinc, hierro o manganeso. - En el caso del mismo, la superficie de las piezas se recubre de una película de fosfatos de los metales citados, que posee una muy elevada resistencia a la corrosión y ofrece una base adherente para las pinturas y aceites prácticamente inigualables.

La película cristalina formada está perfectamente - anclada en el metal base, lo que impide su desconchamiento posterior. Además de las aplicaciones - que la fosfatación posee en el terreno anticorrosivo, debido a que la naturaleza y composición de la película formada tiene así mismo un gran campo de - aplicaciones mecánicas, que hace de este tratamiento uno de los más adecuados para mejorar las condiciones de obtención de estampados profundos, estirado, trefilado, etc.

La fosfatación se emplea también extensamente para facilitar el engrase de engranajes, ejes y demás - piezas mecánicas que operan a presiones elevadas.

5.3

PROPIEDADES DE LAS CAPAS DE FOSFATOS

Para dar una impresión más exacta sobre las cualidada

des generales de una capa de fosfato, mencionaremos las más importantes, tanto de ejecución de proceso como de la misma capa, las cuales son:

- a) El fosfatizado es un proceso simple y su operación no requiere conocimientos especializados.
- b) Bajos costos para proceso continuo
- c) Capa uniforme cualquiera que sea la forma del objeto
- d) Un exceso de tiempo en el proceso por descuido no influye en el resultado
- e) El espesor es de 1 a 10 micras, nunca superior.
- f) No hay alteración en el peso del metal, siendo el peso de la capa compensado por la pérdida del metal que entra en solución.
- g) No hay alteración de las propiedades magnéticas.
- h) No hay deformación causada por el calor y que el proceso es siempre a temperaturas -- abajo de 100°C.

- i) La capa tiene buenas propiedades aislantes.
- j) Por ser absorbente, la capa aumenta su adherencia a barnices, pinturas, aceites, etc.
- k) En caso de destrucción parcial de la capa, no permite el progreso del óxido abajo de la capa.
- l) Resiste temperaturas de 500°C, aunque su calor de protección disminuye arriba de los 150°C.
- m) Fallas eventuales pueden ser fácilmente eliminadas.
- n) Los baños de fosfato son generalmente inofensivos y no tóxicos.
- o) Los costos de instalación son pequeños comparados con otros procesos.
- p) Las propiedades protectoras de la capa por sí sola, son reducidas; sin embargo, con un acabado adecuado son de las mejores.
- q) La apariencia de la capa esconde el brillo metálico.

Como resultado de las cualidades arriba mencionadas, podemos resumir las principales finalidades para las cuales las capas de fosfatos pueden ser usadas.

- a) Como base para pintura, aumentando la adherencia de la misma y simultáneamente su valor de protección en fierro, cadmio, zinc, etc.
- b) Como lubricante en la deformación y en el estirado en frío.
- c) Como anticorrosivo combinado con aceites y parafinas.
- d) Como autolubricante para disminuir el desgaste en piezas móviles.
- e) Como aislante eléctrico en transformadores eléctricos.
- f) Para eliminar el brillo metálico en piezas bélicas.

5.4

CATALIZADORES EN LA FOSFATIZACION

✓ HATA
AQUI.

Después de conocer más a fondo las soluciones que sirven para obtener una capa de fosfato, volveremos a aclarar las causas responsables para la obtención de esas cualidades a veces sorprendentes y aún no totalmente exploradas.

==
A

Hay dos tipos de baños de fosfato:

1. Baños con catalizador
2. Baños sin catalizador

El segundo grupo no tiene ninguna importancia industrial, por lo que no hablaremos de él, ya que implica un costo elevado para su operación.

El primero, o sea, los baños con catalizador, son los que actualmente se encuentran en uso. Se pueden dividir en tres casos:

1. Catálisis química
2. Aceleración electroquímica
3. Aceleración mecánica

En el primer caso, y el de mayor importancia, se encuentra el grupo de catalizadores a base de productos químicos oxidantes, tales como nitritos, nitratos y cloratos, los cuales tienen la gran ventaja de oxidar las sales ferrosas a férrica, éstas últimas siendo menos solubles, se precipitan garantizando así una concentración baja y constante en la capa de fosfato.

Otros oxidantes como permanganato de potasio y - agua oxigenada, también fueron experimentados, dando buenos resultados, pero no alcanzaron importancia industrial debido a su alto costo.

Los nitritos muestran resultados satisfactorios, son los más usados actualmente, con la única desventaja de su fácil descomposición a temperaturas de 60°C - o más.

Los baños de cloratos son también de interés industrial, produciendo capas de fosfatos finas, además que facilitan la fosfatización de aleaciones de fierro de baja reactividad, pero exigen un lavado muy - estricto para no dejar residuos corrosivos.

La aceleración electroquímica incluye la aplicación de la energía eléctrica en la solución de fosfato.

Coslett, en sus primeras experiencias con fosfatos de fierro, observó que la aplicación de una corriente catódica facilita la formación de una capa protectora. Más tarde, fue aplicada en soluciones de zinc, una corriente alterna de 250 a 500 amperes - por metro cuadrado; sin embargo, este método no tuvo gran aplicación porque las capas obtenidas por

este proceso no ofrecían ninguna ventaja y sin embargo el costo del proceso era más elevado.

La aceleración mecánica es una práctica obtenida por la pulverización de una solución fosfatizante sobre el metal. La presión aplicada es generalmente de 0.5 atmósferas. Este método se aplica para el tratamiento de fuertes cantidades de producción, las cuales pueden ser de la misma forma como autos, tambores, etc.

La acción de los catalizadores fue aclarada por medio de un trabajo profundo de W. Machu en 1941, mostrando el siguiente mecanismo:

Sabemos que la primera reacción entre la solución fosfatizante y el metal es la neutralización del ácido fosfórico libre con el hierro, el cual entra en solución y como consecuencia de una hidrólisis del fosfato primario soluble obtenemos las formas secundaria y terciaria insolubles, siendo la disolución del hierro en ácido un proceso anódico. La formación de la capa de fosfato será en esfera catódica.

Por tal motivo, todos los medios que favorecen un

proceso catódico o aumentan la superficie catódica producen una acción catalítica. Los agentes oxidantes tienen así la acción explicada ya que depolarizan el hidrógeno, aumentando la velocidad de la reacción catódica o sea la formación de recubrimiento de fosfato.

5.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FOSFATIZADO (7.4)

A continuación se describen los cinco pasos en los cuales se lleva el tratamiento químico de la carrocería:

5.5.1 PRIMER PASO - DESENGRASE

Se emplea un detergente con soluciones alcalinas - que suelen ser de composición muy sencilla, teniendo como componentes mezclas de productos alcalinos fácilmente hidrolizables, tales como: sosa cáustica, carbonato de sodio, fosfatos de sodio y silicato o metasilicato de sodio, a la que se le adiciona un agente tenso-activo para disminuir la tensión superficial y poder emplear agua corriente.

El desengrase con soluciones alcalinas se realiza siempre en caliente y a la temperatura comprendida entre 60 y 90°C con el objeto de acelerar el desengrase.

En el caso de grandes problemas en éste, se pueden adicionar productos emulsionados a base de solventes clorados, los cuales dan un mayor poder desengrasante.

5.5.2 SEGUNDO PASO - ENJUAGUE

Debido a que algunos de los productos químicos que se emplean para la preparación de los desengrasantes tienden a formar sobre las piezas una película que no es eliminada, es necesario enjuagar la carrocería para eliminar dicha película, es necesario proceder a un enjuague con agua corriente.

5.5.3 TERCER PASO - APLICACION DEL BAÑO DE FOSFATO

La aplicación del fosfato sobre piezas metálicas, se puede hacer por medio de dos métodos: inmersión y aspersion.

El equipo para el fosfatado por aspersion lo constituye los túneles de fosfato, que son los comunmente utilizados en la industria automotriz. Por la continuidad del proceso la aplicación de la solución fosfatante, debe mantener ciertas variables, tales

como temperatura, presión y tiempo para que el revestimiento de fosfato sea resistente a la corrosión y ofrezca una base adherente para las pinturas.

5.5.4 CUARTO PASO - ENJUAGUE

En este paso, se requiere un nuevo enjuague con agua corriente para eliminar todas las sales férricas y nítricas formadas y la acidez de la lámina debida a la solución fosfatante.

5.5.5 QUINTO PASO - ENJUAGUE CON AGUA DESMINERALIZADA.

El agua desmineralizada utilizada en este quinto y último paso proviene de una unidad desmineralizadora aniónica y catiónica.

El objeto de utilizar este tipo de agua es para pasivar la lámina. Esta pasivación provoca una disminución de la porosidad del recubrimiento, lo que hace que aumente su resistencia a la corrosión. Ver Diagrama V - VI.

En el diagrama V se muestra un diagrama de blo-

ques del proceso de fosfato. En el diagrama VI se muestra el diagrama del flujo en vistas elevación y planta del túnel de fosfato.

5.6 REACCIONES QUIMICAS QUE SE PRODUCEN DURANTE LA FOSFATACION (7.1)

Se ha mencionado la secuencia de los principales procesos que se producen en el curso de los tratamientos fosfáticos y en la película interfacial líquido-metal, entendiéndose por ésta la fina película de solución fosfatante en íntimo contacto con la superficie metálica y en la que se verifican las principales reacciones químicas de la fosfatación.

Como ya se ha señalado, en todos los baños de fosfatar existe cierta cantidad de ácido fosfórico libre, que a la temperatura de trabajo del baño reacciona con la superficie del metal de acuerdo con la siguiente ecuación:



Dando origen a la formación de fosfato ácido, ferroso, soluble y al desprendimiento de hidrógeno además de la naturalización de parte del ácido fosfórico libre existente en la interfase líquido-metal.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE FOSFATO

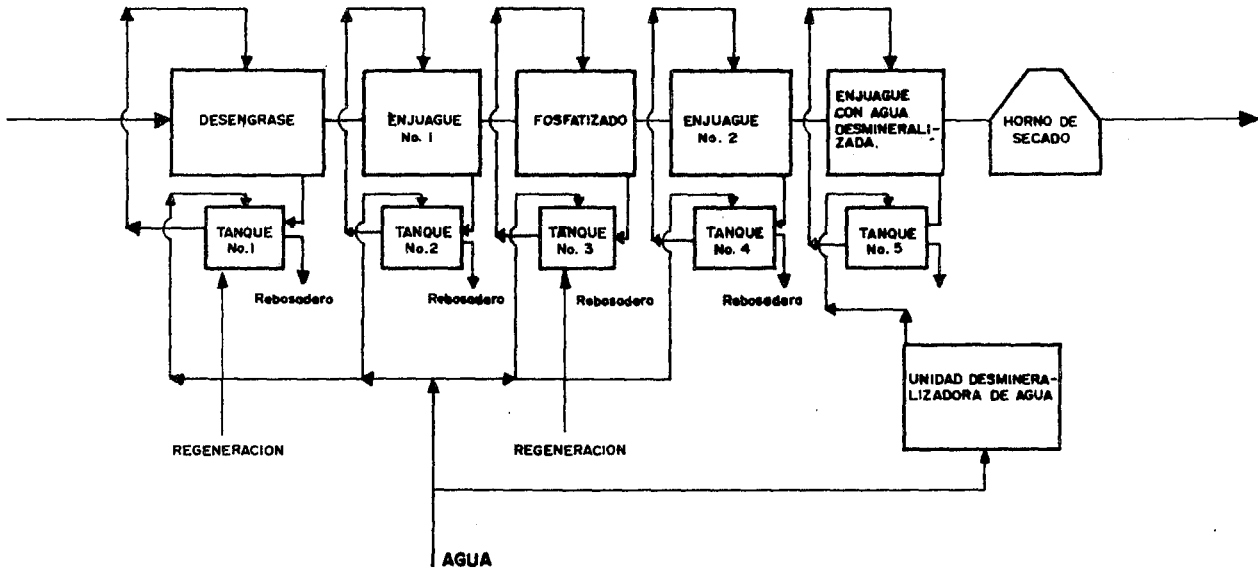
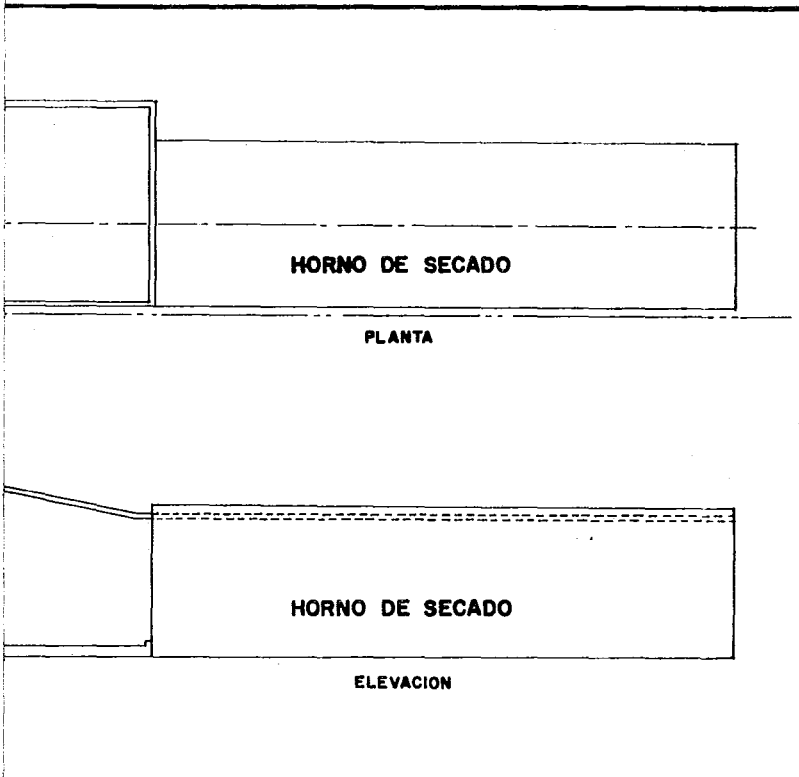


DIAGRAMA V



BOQUILLAS	BOQUILLAS		CANTIDAD ARILLOS	BOMBAS		CAPACIDAD TANQUES
	CANTIDAD	G. P. M.		G. P. M.	P.P.SI	
	68	1.7	4	120	12	332
	68	1.7	4	120	12	330
	50	3.6	5	180	7	600
	44	2.7	3	120	6	330
	20	2.7	2	50	6	330

Como puede verse en este primer paso, el ácido - fosfórico se comporta de forma análoga a como lo haría cualquier ácido en un baño de decapar, actuando únicamente como disolvente del metal.

Ahora bien, los fosfatos blácidos de hierro, zinc y manganeso se hidrolizan fácilmente en sus soluciones acuosas, según las siguientes ecuaciones - en las que "x" representa un metal divalente:



La neutralización en la ecuación (1) del ácido fosfórico libre, produce la realización de las reacciones (2), (3) y (4), en las que como se observa, se libera ácido fosfórico, el cual a su vez reacciona rápidamente con la superficie del metal, según la ecuación (1).

El equilibrio de éstas tres últimas ecuaciones, se desplaza hacia la derecha al consumirse el ácido - fosfórico, en el ataque y los fosfatos neutros in-

solubles precipitan sobre la superficie del metal una vez sobrepasado un producto de solubilidad en la película interfacial.

Debe recordarse que la disociación de los fosfatos metálicos ácidos puede producirse por un aumento - excesivo de la temperatura, ya que poseen la propiedad poco corriente de que su solubilidad está - en razón inversa a la temperatura y también por una disminución en la acidez libre, lo que ocasiona la formación de barros.

Por dicho motivo, debe existir en la solución cierta cantidad de ácido fosfórico libre capaz de desplazar a la izquierda el equilibrio de las reacciones dadas y evitar la disociación de los fosfatos - ácidos a temperatura inferior a la de trabajo y, -- por lo tanto, la formación de barros.

En una solución fosfatante, casi neutra, se produce la disociación de los fosfatos diácidos en toda la masa del baño y no sólo en la película interfacial.

Un baño de fosfatar bien formulado deberá tener un contenido tal en iones metálicos, hidrógeno y ácido fosfórico, que no se sobrepase el producto de solu-

bilidad de los fosfatos metálicos neutros y monoácidos ni aún a temperaturas de ebullición en la masa de la solución.

De lo dicho, se deduce que para el buen funcionamiento de un baño de fosfatar tiene fundamental importancia la concentración en ácido fosfórico combinado y en ácido fosfórico libre, así como la relación en que se hallen en la solución.

Además de la relación entre acidez total y acidez libre, tiene también importancia el mantenimiento de la concentración absoluta de estos elementos, ya que si el baño estuviera demasiado diluido a pesar de mantenerse la relación citada en límites cercanos a los originales, se comprometería notablemente el buen funcionamiento del mismo.

Las constantes de equilibrio de la reacción (4) han sido calculadas por Roesner, Schuster y Kraose para los fosfatos de hierro, zinc y manganeso, siendo sus valores los siguientes:



Estos mismos autores calcularon la constante de equilibrio a 25°C y 37°C para el fosfato de zinc, obteniendo para "K" los valores 0.0013 y 0.029 -- respectivamente, lo cual indica que la cantidad de ácido fosfórico libre necesaria en dicho equilibrio a 98°C es mayor que a 25°C, o sea que para que tenga lugar la precipitación del fosfato neutro a temperatura baja se requiere menor concentración en ácido libre y por lo tanto, que el PH sea más alto que al operar a 98°C.

Un estudio teórico experimental del proceso químico que se verifica en las soluciones fosfatantes, puede realizarse mediante la interpretación y análisis de las curvas de variación del P.H., mismas que se muestran en el diagrama VII.

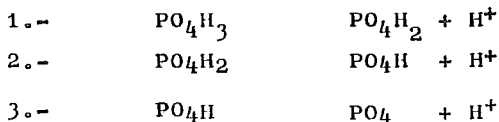
Este procedimiento fue utilizado inicialmente por L.O. Gilbert. La interpretación de los puntos de inflección de las curvas de valorización del P.H. y en especial de uno de ellos llamado por Gilbert "punto de iniciación de la precipitación" (P.I.P), facilita notablemente la comprensión de las reacciones fundamentales que se producen durante el fosfatado.

Como ya se ha señalado, para que se inicie la pre-

cipitación y la cristalización de los fosfatos metálicos, es necesario sobrepasar su producto de - solubilidad; esto como es sabido, dependerá del - P.H. de la solución.

A continuación se expondrá la marcha seguida por - la variación del P.H. y su influencia en la formación del recubrimiento.

El P.H. de una solución viene dado por la mayor o menor concentración de iones hidrógeno libres existentes en la misma. Debido a que el ácido fosfórico en un ácido de naturaleza triprótica se disocia ionicamente de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



de las cuales las únicas que se verifican en grado apreciable son las dos primeras.

De acuerdo con lo dicho, no extrañará que al obtener la curva de valoración potenciométrica del P.H. de - una solución de ácido fosfórico mediante una solución

estándar de hidróxido sódico, se obtengan dos puntos de inflexión en la misma. El primero de los cuales corresponde al punto final de la valoración de los iones hidrógeno liberados, de acuerdo con la solución primera y es igual a la mitad de la acidez valorable normalmente por alcalimetría.

El segundo punto indica el final de la valoración de los hidrogeniones liberados según la suma de la primera y de la segunda, o sea el total de la acidez efectiva en la solución.

A la acidez valorada hasta llegar al primer punto de inflexión, se le denomina "Acidez Libre" (A.L.), mientras que a la calculada mediante el segundo punto de inflexión se le denomina "Acidez Total" (A.T.).

En la figura 2 del diagrama VII se representa la curva de valoración del P.H. de una solución de ácido fosfórico de 30 puntos de concentración.

Si a la solución de ácido fosfórico del ejemplo anterior se le añade una pequeña cantidad de hierro, de forma que se obtenga una solución de fosfato --

biácido ferroso, y ajustamos su acidez total, por adición de ácido fosfórico a 30 puntos, se obtendrá, al valorar su acidez, la curva de la figura 2.

Comparando ambas gráficas, se ve que a pesar de su analogía presentan notables diferencias:

- a) El P.H. inicial de la primera es 1, 2, etc., -- mientras que el de la segunda es 2.38 (debido al -- hidrógeno desplazado por el hierro.

- b) El primer punto de inflexión, entendiéndose por tal interrupción brusca en el crecimiento de la -- curva da el contenido en ácido libre y se produce -- en la primera a 15 puntos de concentración, mien-- tras que en la segunda se verifica en forma menos acusada a 6.06 puntos y a P.H. prácticamente idén-- tico.

- c) En el segundo punto de inflexión, que indica la acidez total, se produce en las 2 curvas para los mismos valores.

Hay un punto señalado en la curva de la figura 2 - del diagrama VII como (P.I.P.), en el que al valo-

rar la solución-problema con hidróxido sódico, se produce la primera precipitación de fosfato monoácido ferroso insoluble (PO_4HFe) o del fosfato metálico que contenga la solución.

El P.H. correspondiente a dicho punto en que se empieza a formar el precipitado es característico de los iones presentes en la solución y varía con la concentración de metal en la misma.

Podemos comparar lo que ocurre al valorar la solución fosfatante de esta forma con el proceso químico ya citado anteriormente que se verifica en las películas interfaciales durante el fosfatado, en el cual se consume únicamente el ácido fosfórico libre existente en dicha zona (vease la reacción 2), esto produce una rápida elevación del P.H. hasta llegar a un punto donde se inicia la precipitación de los fosfatos metálicos como en el caso anterior (P.I.P.)

En la valoración con alcalis, que consume por neutralización ácido fosfórico libre, se eleva, por lo tanto, el P.H. y llega a un punto de iniciación de la precipitación.

En un baño de fosfatar, mientras el P.H. de la película interfacial no llega a ser el P.I.P. no se puede formar recubrimiento fosfático alguno y por lo tanto, cuando se trata una superficie de un metal ferroso en una solución fosfatante a temperatura elevada, la reacción del ácido fosfórico libre con la superficie metálica reduce la concentración en iones, hidrógeno e incrementa el contenido en fosfato metálico, elevando por consiguiente el P.H. de la película interfacial.

Si la velocidad de aumento del P.H. es suficiente para llevarlo al P.H. del (P.I.P.) o más alto, se producirá la precipitación del fosfato metálico existente en el baño, formándose una película fosfática sobre las piezas.

Gilbert demostró la analogía entre los dos procesos descritos, introduciendo los electrodos de un potenciómetro en una solución fosfatante calentada a temperatura de trabajo (el electrodo de cristal lo había recubierto con 5 a 10 mm de lana de hierro fuertemente amperizada) y observó las variaciones del P.H., mientras se fosfataba la lana de hierro.

Las lecturas del P.H. realizadas por este procedi-

miento diferían sólo en 0.1 de las obtenidas al va
lorar potenciométricamente la solución y esta dife-
rencia fue debida probablemente a la incapacidad -
del operador para controlar la formación de los --
cristales al valorar la solución o a la mayor can-
tidad de hierro que se produce al fosfatar alrede-
dor del electrodo.

Existen diversos factores, además de la composición
y concentración de la solución que determinan si se
sobrepasara el P.I.P. y se formara, por lo tanto, -
el recubrimiento fosfático, el más importante de --
ellos, es probablemente la reactividad de la super-
ficie a tratar. Si la velocidad de reacción es muy
lenta, la difusión, la turbulencia producida por el
desprendimiento del hidrógeno es contenido en metal
del baño, llegará a alcanzar el P.I.P. en la pelícu-
la interfacial y se excederá el punto en que la con-
centración en iones metálicos de la solución está -
por encima de la solubilidad de dicha sal metálica.

La variación de la reactividad de un mismo baño y -
material puede verse aplicado a probetas del mismo
material que hayan sufrido igual tratamiento térmi-
co, diferentes pre-tratamientos químicos y fosfatán-
dolas simultáneamente en un mismo baño. Ver diagra-
ma VII.

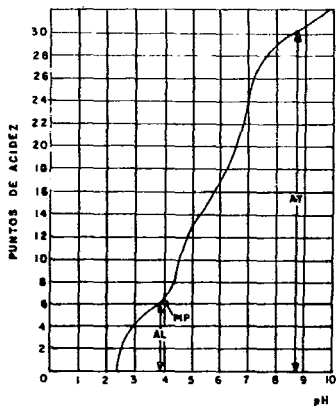


FIG. 2.- CURVA DE VALORACION DEL pH DE UNA SOLUCION DE FOSFATO FERROSO DE 30,16 PUNTOS TOTALES.

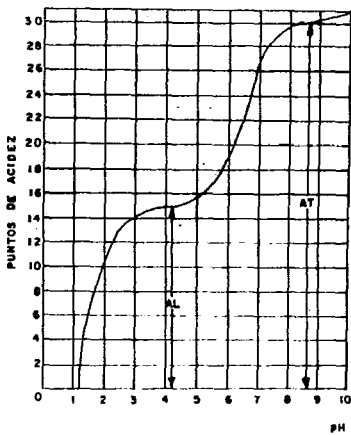


FIG. 1.- CURVA DE VALORACION DEL pH DE UNA SOLUCION DE ACIDO FOSFORICO DE 29,96 PUNTOS TOTALES.

DIAGRAMA VII

6. CONCLUSIONES

- 6.1 La importancia, auge y expansión que en la actualidad está teniendo la industria automotriz en el país, incrementa la necesidad de tener y contar con la ayuda del ingeniero químico para atender y satisfacer los requerimientos y necesidades para proveer de protección y recubrimiento decorativo a las carrocerías.

A pesar de la proliferación de nuevos materiales de fabricación (fibra de vidrio, plásticos), el metal continúa siendo la superficie industrial más necesitada a protegerse y evitar que el medio ambiente la destruya.

En el caso particular del hierro y el acero, podemos observar que la corrosión está influenciada no solo fenómenos químicos y electroquímicos, sino también por los esfuerzos mecánicos a los que está sometido el metal.

Como podemos observar la corrosión química se produce meramente por la acción del medio corrosivo

sobre el metal, mientras que en la corrosión electroquímica los diferentes puntos del metal poseen potencial diferente, y el medio corrosivo que los pone en contacto hace el papel de electrolito, ya que, corrientemente está formado por una solución acuosa de una sal o compuesto químico.

Por lo anteriormente expuesto, la corrosión solo - podrá evitarse en una atmosfera perfectamente seca y neutra, lo que prácticamente es imposible de con seguir, o bien aislando la superficie metálica mediante un recubrimiento (fosfato) que impida su - contacto con el medio corrosivo.

Es por esto que decidimos efectuar nuestras practi cas profesionales en una empresa automotriz donde el consumo del hierro y del acero es sumamente ele vado.

En esta industria se presentan los procesos de fos fatizado y pintura en los cuales la ingeniería qui mica está presente y proporciona los medios de pro tección adecuados para evitar los altos costos que éste fenómeno produce en la industria.

7. BIBLIOGRAFIA

7. BIBLIOGRAFIA

- 7.1 La Fosfatación.- A.Castellot Fernández 1962
- 7.2 Metal Finishing.- J.B.Mohler, Seattle,Wash.1975
- 7.3 Preparación de Superficies de Acero para ser -
Pintadas.- Noticias Técnicas (CONACYT) 1973.
- 7.4 Formation And Application of Phosphate Coating-
V.M. Darsey, W.R. Cavanagh 1962.
- 7.5 Tecnología de Pinturas y Recubrimientos Orgáni -
cos.- A. Blanco, L.I. Villegas 1966.
- 7.6 Industrial Paint Application, W.H. Tatton, E.W.
Drew 1964.
- 7.7 Duracron "B" IPR Acrylic Enamel, apuntes de -
desarrollo de Pittsburgh Plate Glass Company -
(P.P.G. Industries) 1966.
- 7.8 Organic Chemistry Second Edition, Morryson And-
Boyd 1967.
- 7.9. Motion And Time Study.- Benjamin W. Niebel.