

00168

## **EL DISEÑO COMO INSTRUMENTO EN LA INNOVACION TECNOLOGICA INDUSTRIAL**

**ESTUDIO DE UN CASO:** procesos y maquinaria  
para formación de tapetes  
de mosaicos.

**Tesis que para obtener  
el grado de Maestro en Diseño Industrial  
presenta:**

**JOSE JAIME SALAZAR GONZALEZ**



**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL  
FACULTAD DE ARQUITECTURA, U.N.A.M.  
1991**



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 está 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.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

El diseño de la portada integra dos elementos:

El mosaico bizantino de la Virgen de Guadalupe, trabajo artístico -de reconocido valor- realizado con técnicas tradicionales, desde el inicio de la producción de mosaicos en México, y el de la máquina que conforma los tapetes de mosaico en una forma industrial. El primer elemento marca la cultura de un pueblo como el de México y el segundo, en cambio, marca las posibilidades de esa cultura para superar vía tecnología sus condiciones productivas.

Diseño editorial y de portada: DG. María Isabel Castro.

Corrección de estilo: María Josefina Andino V.

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MARCO TEORICO CONCEPTUAL</b>	<b>13</b>
2.1	ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS	13
2.2	TECNOLOGIA Y DEPENDENCIA	15
2.3	PROCESO TECNOLOGICO	17
2.4	EXPERIENCIA LATINOAMERICANA	20
2.5	BREVE DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA EN MEXICO	22
2.5.1	Diagnóstico tecnológico nacional	22
2.5.2	Respuestas al cambio tecnológico	24
2.5.3	Actividad y características de la investigación tecnológica	26
2.6	LOS BIENES DE CAPITAL EN LA ECONOMIA DE UN PAIS	31
2.7	LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA	34
2.7.1	Definición e Importancia	34
2.7.2	Políticas, estrategias, instrumentos de apoyo	38
2.7.3	La pequeña y mediana industria en Italia	41
2.7.4	Tecnología, los bienes de capital en la PMI	43
2.8	HIPOTESIS Y PROPOSICIONES	46
<b>3</b>	<b>ESTUDIO DE CASO</b>	<b>47</b>
3.1	INTRODUCCION	47
3.2	CONCEPTOS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MAQUINAS	50
3.3	ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y ESTUDIO	55
3.4	DEFINICION, OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO	60
3.5	CARACTERISTICAS Y NECESIDADES DEL PROYECTO	62
3.5.1	Descripción del producto y material de trabajo	62
3.5.2	Descripción del de fabricación de mosaicos	65
3.5.3	Proceso manual del formado del tapete	66
3.5.4	Análisis de requerimientos	72
3.5.5	Diagnóstico del problema	75
3.6	PROCESO DE DISEÑO. INVENCIÓN DE LA MAQUINA	79
3.6.1	Evolución del proyecto	79
3.6.2	Conceptualización, simulación y pruebas	80
3.6.3	Alternativas para el formado de tapetes en prototipos	89
3.6.3.1	Alternativa basada en cargadores	90
3.6.3.2	Alternativa de bandas secuenciales	92
3.6.3.3	Alternativa de cilindro con tabillas	94
3.6.3.4	Alternativa de banda con tabillas	98
3.6.4	Prototipo que mostró ser la mejor alternativa	101
3.6.5	Módulo de empapelado	108
3.6.6	Módulo de secado	111
3.7	ANÁLISIS Y EVALUACION DEL PROYECTO	114
3.8	SINTESIS DEL ESTUDIO DE CASO: ALGUNAS CONCLUSIONES	121
3.8.1	El proyecto	121
3.8.2	La innovación tecnológica en la PMI	124
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>127</b>
<b>5</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>131</b>

## R E S U M E N

El desarrollo de este trabajo intenta dar una visión de los alcances y la problemática por la que atraviesa la pequeña y mediana industria mexicana cuando tratan de integrar entre sus procesos el diseño y la innovación tecnológica, así como su posible viabilidad dentro de las condiciones particulares existentes en el medio.

Vincula aspectos de la Ingeniería Mecánica con el enfoque del Diseño Industrial, en una experiencia en donde se ha tratado de intersectar la parte teórica y práctica en forma a un problema específico real: el Diseño, el Desarrollo y la Implantación del proyecto "máquina para formar tapetes de mosaicos tipo veneciano". El proyecto se desarrolla dentro del programa de riesgos compartidos EMPRESA-CONACYT-UNAM.

La primera parte del estudio enmarca teórica y conceptualmente el problema de la tecnología como ideología e instrumento en el sentido más amplio. La segunda parte, estudio de un caso: "Procesos y maquinaria para formación de tapetes de mosaicos", relaciona la parte teórica y práctica específicamente en el diseño y desarrollo del mismo. El problema y objetivo principal consistió en crear (inventar) y desarrollar en México, un sistema que fuera capaz de sustituir varias tareas manuales (proceso artesanal) por una o varias etapas automatizadas, superando en esta forma un "cuello de botella" y, mejorando a la vez la productividad de la empresa.

Terminado el proyecto se hace un análisis y seguimiento del proceso en la planta para observar los resultados del prototipo en la producción, para así poder evaluar el grado de aplicación (innovación) en la empresa industrial.

# 1 INTRODUCCION

La crisis tecnológica y económica por la que atraviesan la mayoría de países Latinoamericanos muestra con claridad la necesidad de generar cambios que se adapten de mejor manera a las condiciones de producción y competencia actuales. Existen grandes diferencias culturales, sociales, económicas, políticas e ideológicas respecto a otros países. No es posible ni conveniente copiar los modelos de desarrollo tecnológico-económico sin tomar en cuenta nuestra realidad. Por ello creemos necesario ir formando bases para adecuar y generar el tipo de tecnología que mejor se adapte al contexto y a las necesidades nacionales.

En México el desarrollo industrial se ha importado, somos compradores y usuarios mas no generadores de tecnología. Problema este que abarca desde el Estado hasta la gran industria, la pequeña y la mediana. Estos sectores están habituados a que todo llegue del exterior y, su aporte es hacer pequeños ajustes de la maquinaria para seguir produciendo bajo mejores condiciones técnicas.

La compra de tecnología en general sin una adecuada planeación, nos ha traído como consecuencia una gran dependencia de otros países. No ha sido una experiencia favorable, sino por el contrario, ha limitado nuestro desarrollo. En esa medida actualmente debemos buscar opciones viables, aplicables y favorables al entorno y así forjar un desarrollo sano del país.

Creemos que para el futuro es indispensable el uso adecuado y eficiente de tecnologías propias y externas, de acuerdo a su rentabilidad y conveniencia, en suma: mejor calidad y productividad tecnológica que repercute en la economía y bienestar de México.

Entre los grandes retos que enfrenta México hoy, quizás el de mayor importancia, es el de la revolución científica y tecnológica que deberá de emprender a pesar de su retraso y la

crisis actual. Nos encontramos ante una disyuntiva: seguir pagando tecnología extranjera, incluso mal seleccionada y dependiendo en gran medida de transnacionales, permitiendo que otros países exploten nuestros recursos naturales y humanos, o intentar disminuir la dependencia tecnológica iniciando un proceso de desarrollo sólido.

México cuenta con muchas posibilidades en cuestión de despegue tecnológico en ciertas áreas de la producción industrial donde hay capacidad de diseño. Es innegable la necesidad de generar nuestros medios de producción (bienes de capital) y el diseño de los productos o al menos su adecuación a nuestras necesidades y realidades para poder competir.

El desarrollo industrial nacional no se puede ni debe lograr únicamente en base a las grandes empresas y menos si son extranjeras. La pequeña y mediana industria parecen ser la opción aunque atraviesan por momentos difíciles, sin embargo, se observan grandes posibilidades para impulsar estos sectores que reforzarían la economía del país explotando adecuadamente sus ventajas. En la pequeña y mediana industria por falta de una tradición en el aprovechamiento del desarrollo tecnológico, hay un avance lento y costoso. En muchos niveles su funcionamiento se realiza en forma empírica y con muchos esfuerzos que resultan inadecuados e insuficientes. Consecuentemente las empresas pequeña y mediana tendrán pocas posibilidad de competir si no modernizan sus plantas productivas.

La modernización, esto es, la adecuación de la producción a las condiciones de cambio del mundo actual, que integren la producción con el beneficio del futuro usuario, ello requiere de un gran esfuerzo de los empresarios hacia una cultura innovadora y de apoyo a sus afanes. Por la importancia de este sector entendemos que debe haber preocupación sobre la necesidad de crear tecnología nacional, y que deben trabajar conjuntamente el Gobierno, los Centros de investigación y la Empresa. Con una vinculación adecuada de esos tres niveles será posible impulsar la modernización requerida.

En México pasamos por un momento en el que se están generando posibilidades para el desarrollo tecnológico, a semejanza con los países desarrollados, se está intentando una correlación entre el Estado, las Instituciones de Investigación y la Industria, a fin de estimular y promover la capacitación de recursos humanos, materiales y económicos para impulsar la tecnología nacional.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha iniciado desde hace algunos años programas para realizar investigaciones y proyectos tecnológicos relacionadas con la industria, en la búsqueda de tener una mejor conexión con dicho sector, empezando así a fortalecer la nueva práctica en la generación de tecnología nacional.

Uno de los objetivos del presente estudio es demostrar la importancia que tiene para el país el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica en el área de bienes de capital y específicamente máquinas de producción. Otro es el deseo de formar criterios útiles en los proyectos de diseño de maquinaria y equipo para la industria nacional, así como la transmisión de la experiencia en proyectos de riesgo compartido, misión fundamental de varias instituciones, ámbito donde la Universidad cumple un papel rector.

El desarrollo de este trabajo intenta dar una visión de los alcances y la problemática por la que atraviesa la pequeña y mediana industria cuando tratan de integrar entre

sus procesos el diseño y la innovación tecnológica, así como su posible viabilidad dentro de las condiciones particulares existentes en el medio.

## DISEÑO Y OTRAS DISCIPLINAS

En los países desarrollados han ocurrido cambios en lo referente a la tecnología. Pasó el tiempo en que una persona realizaba varias funciones. Ahora los problemas se analizan y se solucionan en forma diferente, a través de grupos interdisciplinarios con una marcada división social del trabajo. En México se empieza a dar esta práctica sin embargo, se puede decir que la investigación y el desarrollo tecnológico siguen asumiendo una forma rudimentaria. Se están dando algunos intentos por superarnos, planteando prácticas multidisciplinarias que empiezan a tener aceptables resultados cuando, aunque de modo informal, se combinan diferentes experiencias.

La vinculación entre disciplinas podrá generar mejores soluciones a los proyectos, en las condiciones actuales no es suficiente producir objetos o cumplir con las necesidades mínimas, ya que el competir entre naciones requiere como mínimo igualar y, ¿por qué no?, superar en algún aspecto ya sea calidad, costo, diseño o funcionalidad del producto. Es decir, competitividad para entrar al mercado.

El Diseño Industrial es una disciplina relativamente nueva en México, ayudará a obtener mejores soluciones a los problemas de desarrollo tecnológico, tal como ha ocurrido en los países desarrollados. Su actividad es la proyección de objetos fabricados industrialmente, con los cuales el ser humano entra en relación directa, consecuentemente se vincula con los procesos industriales o máquinas de producción o con las mismas máquinas como objetos en sí. Una de las tareas del diseño industrial es la concepción y creación de objetos basándose en una metodología, estudia muy detenidamente el contexto de los objetos y la relación hombre objeto con su uso, esto es fundamental para que un proyecto cumpla su función. Es entonces una actividad multidisciplinaria muy funcional cuando se combina con otras disciplinas, incluyendo la ingeniería.

El Diseño Industrial tiene intersección con la Ingeniería Mecánica para generar e innovar procesos y maquinaria como parte de su actividad. Una máquina es un objeto complejo que afecta o beneficia tanto al hombre como a su contexto al igual que a los objetos resultantes del proceso de producción, pues repercute en la sociedad según su enfoque, beneficios y usos. Un proyecto para armonizar en el contexto tecnológico real, requiere de una solución que tome en cuenta factores ideológicos, culturales, económicos, políticos, estéticos, ergonómicos etc... Todo ello implica un trabajo interdisciplinario.

### ESTUDIO DE UN CASO: "Procesos y maquinaria para formación de tapetes de mosaicos"

Se parte del convencimiento de crear **una tecnología más humana y a la vez productivista**. La producción actual si bien necesita mayor cantidad de tapetes de mosaicos, requeriría un mejor acondicionamiento para los obreros. Para su estudio se ha tratado de integrar la calidad del producto y las condiciones del trabajo.



Entendemos en este trabajo por calidad del producto no sólo lo referente a control máximo de la producción o eficiencia del sistema a diseñar, sino también el análisis de las condiciones ambientales, de uso de la producción y utilización del objeto. Se consideran que la calidad y las condiciones de trabajo deben ser planeadas desde su inicio. El diseño de procesos y máquinas va unido a la calidad de la función, es decir, no es suficiente que realice la tarea, sino que cumpla con las condiciones que requiere el producto resultado de la máquina y, de igual manera, en todo proceso a pesar de su nivel de automatización es necesario considerar aspectos ergonómicos, en base al análisis de las tareas y del bienestar de los trabajadores en su centro de trabajo para con ello aportar una solución que satisfaga la relación hombre-máquina.

Este estudio es un intento por explicar la problemática técnica-práctica a la que nos enfrentamos en la realización del proyecto y, por otra parte, analizar su contexto. El contexto del proyecto se refiere a las diferentes etapas y circunstancias vinculadas a su desarrollo. Pensamos que los dos niveles son de suma importancia para conseguir el éxito posterior en su aplicación (innovación) industrial. Se trata a la vez, en un sentido amplio, de detectar los problemas por los que pasa la industria mexicana en el intento de innovar tecnología y; de esta forma, entender un poco más las dificultades que parecen ser comunes en el proceso de innovación en la industria nacional, principalmente en la mediana y pequeña.

El proyecto se ubicó dentro de la industria mediana, si se considera su tamaño, pero con características propiamente artesanales en algunas partes del proceso de producción.

El problema y objetivo principal consistió en crear (inventar) y desarrollar en México, un sistema que fuera capaz de sustituir varias tareas manuales (proceso artesanal) por una o varias etapas automatizadas, superando en esta forma un "cuello de botella" y, mejorando a la vez la productividad de la empresa. El equipo no existía en el mercado, motivo por lo cual se decidió acudir a la UNAM para compartir la investigación del proyecto.

El estudio de caso cronológicamente se dividió en dos etapas: la primera dentro de un contrato de riesgos compartidos que se caracterizó por ser una investigación compleja (el diseño del equipo) donde intervenirían diferentes enfoques difíciles de conjuntar como son: el de la industria, el de la universidad y el de los instrumentos del Estado. La segunda etapa, la implantación en la industria (fuera del contrato), en donde se detectó la influencia de otro tipo de factores no sólo técnicos, sino también ideológicos, de tipo organizacional, políticos, económicos y culturales. Característicos de la pequeña y mediana industria nacional.

Dentro de los objetivos específicos de este estudio estuvo la Investigación, el Diseño, el Desarrollo y la Implantación del proyecto "máquina para formar tapetes de mosaicos tipo veneciano", usando como medio el programa de riesgos compartidos EMPRESA-CONACYT-UNAM.

Uno de los objetivos en este estudio fue vincular la Ingeniería Mecánica con el enfoque del Diseño Industrial en una experiencia práctica, y poder así analizar las diferentes etapas de desarrollo de una máquina específica tomando en cuenta: La problemática de su diseño y las bondades que ofreciera para llegar a entender el diseño mecánico desde su origen hasta su posible innovación en la industria a fin de tratar de plantear y cuestionar criterios para determinar las posibilidades que ofrece el desarrollo tecnológico local, en particular

el destinado a la pequeña y mediana industria, intentando aportar y retroalimentar las experiencias del desarrollo tecnológico.

El proyecto o "diseño" se distinguió por la carencia de antecedentes técnicos en este tipo de equipos. La investigación se inició desde la observación del proceso artesanal, hasta proponer un prototipo de máquina que lograra el mismo proceso con mayor productividad. El problema principal y su limitación radicó en la medida de manejar, dosificar, orientar y posicionar el material irregular (mosaico) en forma y tamaño con un alto grado de automatización. Asunto que es de fácil solución cuando se trata de piezas regulares por existir en el mercado equipos que hacen parte de las operaciones.

El resultado no fue el deseado "una máquina automática". Si llegó a un diseño óptimo cercano a un sistema automático (sistema de flujo continuo), requiere una combinación hombre-máquina y cuya productividad es aceptable. La producción fue equivalente a la estipulada por el contrato y con grandes posibilidades de mejorarse gracias al concepto de solución seleccionado.

Posteriormente, una vez terminado el proyecto y fuera del contrato de riesgos compartidos, se inició una segunda etapa, como parte del interés e investigación personal. Impulsado por la necesidad de ir más allá de lo contratado, continué la evaluación del proyecto al tomar parte en su implantación en la industria. En esta etapa se manifestó la importancia del dar seguimiento a un proyecto en la empresa como parte del proceso de desarrollo tecnológico. Es este el momento donde se manifiestan realmente la influencia de los factores culturales, económicos, tecnológicas, políticas, ideológicas y de organización. Problemas que influyen y atraviesan el proyecto antes de ser innovado, es decir, para que sea posible la implementación y aceptación en su contexto de trabajo, aspecto que es el objetivo esencial del proyecto. Por último, hay que señalar una evaluación general del proyecto, hasta este momento, respecto al contexto tecnológico de la empresa, llegando así, a observaciones y conclusiones personales como parte de la experiencia adquirida durante los 5 años de participación y seguimiento del proyecto.

Como resultado en la implantación, después de una evaluación investigador-empresa, se llegó a la conclusión de que a pesar de no llegar al nivel de automatización estimado, la investigación sí aportó bases para su rediseño. Otro aspecto que confirmó su aporte fue la comparación de información de tecnología italiana que consiguió la empresa (ya terminado el proyecto), la cual suponía que tal máquina era automática; no lo era, la productividad era equivalente a la tecnología mexicana en cuanto a los operarios y adquirir la italiana sería más costoso, con ello quedó justificado el éxito de la investigación. Después de un proceso de evaluación y revalorización de la tecnología creada se decidió dar comienzo a la implementación en la planta.

Se considera que la investigación realizada ha logrado crear cimientos sólidos en lo referente al diseño de bienes de capital en el área, combinando la teoría y la práctica, además se ha participado en su implantación e innovación en esta PMI complementando así el estudio que servirá como aporte al desarrollo tecnológico y económico del país.

La experiencia en este caso fue muy provechosa, no sólo en el resultado final sino en las etapas de investigación y desarrollo en la UNAM y, de igual manera en la etapa final al iniciar la implementación concreta.

Se espera que con este estudio-proyecto en la solución de un problema específico de desarrollo tecnológico local, se demuestre y comprenda con claridad que el desarrollo tecnológico es un proceso en donde intervienen diferentes factores y etapas.

## ESTRUCTURA DE LA TESIS

El estudio está dividido en las siguientes partes:

La primera parte enmarca teórica y conceptualmente el problema de la tecnología como ideología e instrumento en el sentido más amplio. Esto nos ayudará a entender lo que es la tecnología, cómo se produce, cómo se comercializa (explota) y cómo se controla por parte de los países desarrollados. Se trata de entender el por qué de la dependencia tecnológica, y cómo reforzar nuestras políticas y estrategias para apoyar de mejor forma el desarrollo tecnológico y económico del país. Se señalará la importancia que tienen los bienes de capital como base de la industria de cualquier nación siendo parte medular del estudio, la posición de la pequeña y mediana industria nacional y sus posibilidades de fortalecimiento tecnológico e industrial. Todo ello ayudará a conocer las necesidades y características nacionales respecto al tema en estudio.

La segunda parte, el "estudio de caso", se vincula a la parte teórica y práctica específicamente en el diseño y desarrollo del proyecto. La solución técnica del diseño se limitará a las primeras alternativas como parte del proceso de diseño elaborado y la alternativa entregada. Posteriormente se hace un análisis y seguimiento del proyecto en la planta para observar los resultados del prototipo ya en la producción, para así poder evaluar el grado de innovación real.

Por último se hace un pequeño análisis sobre la empresa por sus características netamente innovadoras como una mediana industria con grandes posibilidades en desarrollo tecnológico y sus limitaciones. Concluye el estudio con algunas observaciones y recomendaciones.

Esperamos que este pequeño trabajo sea de utilidad y motivación para instituciones, diseñadores, profesionales y empresarios. No se ha tratado de juzgar, sino de analizar una problemática real con manifiestas fallas, pero también los frutos conseguidos. Es un estudio en donde se ha tratado de intersectar la parte teórica y práctica en forma de un problema específico real, que refleja las dificultades de la industria nacional característica de la realidad mexicana. Ojalá se logre motivar e integrar a un mayor número de personas a la tarea de generar tecnología, misión vital en el desarrollo del país, para así comprobar que dentro de la pequeña y mediana industria hay amplias posibilidades de perfeccionamiento a pesar de sus tropiezos y limitaciones.

## 2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

### 2.1 ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS

En la jerga tecnológica se usan términos que no son de fácil comprensión y muchas veces no hay un acuerdo común para interpretar sus significados, por tal motivo, se incluyen algunos términos que ayudarán a entender y complementar este trabajo.

**TECNOLOGIA:** El significado de tecnología varía mucho dependiendo del enfoque, contexto o ideología. Aquí, más que dar una definición trataremos de entender el concepto y su actividad. Al diferenciarla con la ciencia entendemos:

La actividad puramente científica está orientada a satisfacer una curiosidad, a resolver las dudas acerca de cuáles son y cómo están organizadas las leyes de la naturaleza. El cuerpo de ideas llamado ciencia consiste en un conocimiento racional sistemático, exacto y verificable. **La ciencia y la tecnología tienen algo en común: son formas organizadas del conocimiento. Sin embargo, son conocimientos organizados para fines distintos:** en el caso de la ciencia, para saber por qué. En el caso de la tecnología, si bien el por qué es útil y muchas veces imprescindible para continuar evolucionando, su característica conceptual consiste en saber cómo.(1)

Sabato y Mackenzie en otros términos proponen un modelo holístico, que puede ayudarnos a entender el concepto, la tecnología como un "paquete" por la falta de precisión que encuentran de los términos invención, innovación y desarrollo, dicen:

La tecnología no es una máquina, ni un diagrama, ni una receta ni un programa de computadora, ni una fórmula, ni un diseño, ni una patente, sino mucho más. Incorporada, como en una planta industrial, desincorporada, como en un

(1) Cadena Gustavo, et al. Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica. Ediciones Guemica, 1986, p. 9.

conjunto de planos o en una mezcla adecuada de ambos tipos, **la tecnología es un paquete de conocimientos organizados de distintas clases (científico, técnico, empírico, etc.), provenientes de diversas fuentes (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc) a través de métodos diferentes (investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, expertos, etc.)**(2)

De esta manera entendemos que:

**La actividad puramente tecnológica está orientada a producir bienes y servicios de utilidad económica, social y, por qué no decirlo, política... servicios en forma confiable y cumpliendo con determinados requisitos sociales y económicos.**(3)

**INNOVACION:** Este término va muy unido al de la tecnología. "La innovación es considerada como el acoplamiento de la posibilidad tecnológica".(4)

En forma más explícita, Nigel Cross (5)

Consideran que **La innovación es la incorporación de un invento al proceso productivo, ya sea como la forma de hacerlo o como un producto o servicio nuevo.** Las innovaciones se realizan para producir nuevos productos, para modificar los productos existentes o para hacer los productos en una forma más eficiente. Las innovaciones abarcan desde las relativamente insignificantes desde el punto de vista de sus consecuencias en la sociedad, hasta las potencialmente revolucionarias. También abarcan desde los cambios poco importantes en los productos o procesos existentes hasta una importante innovación técnica. Estos dos criterios de importancia no siempre se relacionan.

Como se entenderá la innovación se da en diferentes formas y niveles.

**INVENCIÓN y DESCUBRIMIENTO:** Linton Ralph (6) hace una diferenciación que nos ayuda a entender el término:

La invención, a diferencia del descubrimiento, es un elemento activo funcional de la cultura, es decir, produce resultados socialmente útiles. Para él, "el factor importante, desde el punto de vista cultural, no es el simple reconocimiento de un fenómeno hasta entonces desconocido (...), sino la percepción de lo que implica el fenómeno observado y un conocimiento de sus potencialidades de uso. A no ser por esta aplicación de los procesos racionales, el descubrimiento no sería más que un detalle aislado de información...por lo tanto el descubrimiento sería: cualquier cosa que **augmente nuestro conocimiento, y una invención como una nueva aplicación de éste conocimiento.** (...), como la aplicación del conocimiento, es decir, la invención, es funcionalmente lo más importante para la cultura, consideraremos como invenciones todos los nuevos elementos activos que se desarrollan dentro del marco de una cultura y sociedad determinadas.

El término invención es comúnmente usado en patentes para dar a entender que es algo nuevo o no conocido con posibilidades de explotación económica, que pertenece a

(2) Sábato A. Jorge y Mackenzie Michael. La Producción de Tecnología Autónoma a Internacional. Nueva Imagen, 1982, p. 25.

(3) Cadena, et al., op. cit. p.9

(4) Hally-Carrera Máximo. Estrategias de Desarrollo Tecnológico para Países en Desarrollo. Colegio de México, 1986, p. 85.

(5) Cross Nigel, et al. Diseñando el Futuro. Barcelona, Gustavo Gili, 1ra. ed en Inglaterra, 1975, p. 78 y 85.

(6) Linton Ralph. Estudio del Hombre, 1ra. ed. 1936 Fondo de Cultura Económica, 12a ed. 1982. (citado por Assumpció de Masóed Iván, Tesis de grado, Diseño Industrial e Innovación Tecnológica. "En los países en desarrollo de América Latina", UNAM, 1985, p. 47/48).

uno o varios creadores. Con este concepto y punto de vista se aclara parte de la actividad del Diseñador. Para el inventor, sus resultados de conocimiento deben ser socialmente útiles y aplicables.

**DESARROLLO TECNOLÓGICO:** El concepto es muy amplio, veamos un caso:

La idea de desarrollo, referida a una sociedad, comporta como es sabido toda una gama de ambigüedades. Desde un punto de vista descriptivo, se refiere al conjunto de transformaciones en las estructuras sociales y en las formas de comportamiento que acompañan a la acumulación en el sistema de producción. Así se describe el proceso cultural e histórico cuya dinámica se apoya en la innovación técnica (fundada en la experiencia empírica o en conocimientos científicos), puesta al servicio de un sistema de dominación social.(7)

Por su parte, más enfocado a la tecnología y a nuestro tema de estudio, Máximo Carrere, expresó:

Haciendo una analogía con el desarrollo económico, el desarrollo tecnológico puede concebirse como un proceso de producción, distribución, consumo y comercialización de un bien tangible: "la tecnología... **El desarrollo tecnológico puede considerarse un proceso continuo que incluye las etapas de generación (investigación), difusión (transferencia de tecnología) y aplicación (innovación técnica) del conocimiento.** Sólo tiene lugar cuando las tres se desarrollan y vinculan armoniosamente... La característica esencial del desarrollo no consiste tanto en la generación y acumulación de la riqueza como tales, sino en la capacidad interna para producir, distribuir e invertir esa riqueza".(8)

**SUBDESARROLLO:** Para los fines de nuestro estudio entenderemos por subdesarrollo:

Desarticulación económica interna, desigualdades enormes en la productividad y en el ingreso de los diversos sectores de la economía, y así mismo dependencia comercial y tecnológica del exterior.(9)

## 2.2 TECNOLOGÍA Y DEPENDENCIA

La ciencia y tecnología (CyT), son el centro de atención de nuestro tiempo, relacionan el progreso o el atraso; nivel de desarrollo de una industria, un pueblo, un país. Son conocimientos que influyen en la forma de vida. Por la historia sabemos cuán importante ha sido el papel de la ciencia y tecnología, en las diferentes etapas de desarrollo del hombre, de allí el interés de entender, cultivar y usar este saber. Como conocemos hay grandes intereses al respecto, especialmente por la TECNOLOGÍA (T), que es por excelencia el mejor medio de comercio y control de los conocimientos.

Sobre el tema, el economista Celso Furtado, hace la siguiente reflexión:

¿Cómo desconocer que los pueblos del planeta, prácticamente sin excepción, están hoy empeñados en dominar o preservar el dominio de ese fabuloso acervo de técnicas que surgieron en el marco de la civilización industrial?. ¿Y cómo no percibir que un grupo de países ocupa una posición de vanguardia en el proceso de acumulación, vector principal del adelanto en estas técnicas?. Estas dos frases

(7) Furtado Celso. *Creatividad y Dependencia*. Siglo XXI. 1979, p. 66.

(8) Hally-Carrere, op. cit., p. 32 y 33.

(9) Codeno, et al., op. cit., p. 5.

dejan al desnudo la médula de una realidad histórica que hay que tener en cuenta en cualquier reflexión que se haga sobre el mundo contemporáneo.(10)

Por su parte André Ricard, acerca de la influencia tecnológica dice:

Una sociedad tecnológicamente más avanzada puede, en su imperiosa búsqueda de nuevos mercados, imponer una tecnología impropia a grupos étnicos culturalmente distintos, rompiendo ese lábil equilibrio. Así avasallados por estos "trasplantes tecnológicos", se les asigna un modo de vida que rompe su normal trayectoria evolutiva y la sincronía necesaria entre necesidades y medios. Y es que, al negociar, se está traficando con algo más que con simples mercancías. El equipamiento y/o el **know-how** que se transfiere, contiene, en cienes, un **way of life** implícito, que esas mismas mercancías prohijan y que es, en realidad, lo que se está vendiendo.(11)

De lo anterior deducimos la importancia de procesar el conocimiento tecnológico. También podemos derivar el peligro que implica no ser cuidadosos en la adquisición tecnológica. Entendemos que la compra debe ser analizada y seleccionada racionalmente. Llegamos a similar conclusión que muchos latinoamericanos "es tiempo de producir la nuestra", es tiempo de pugnar porque se reconozca la importancia de proteger los recursos materiales y humanos, que comprendamos y diferenciamos nuestra realidad ante otros países para proteger los valores históricos, sociales y culturales. Debemos ser selectivos en la T de acuerdo a la realidad que nos rodea para así tener la posibilidad de decisión.

Actualmente el comercio entre países y la desarrollada T a la que estamos sujetos por el elevado nivel de la competencia, va a ser global en vez de local, por tal motivo como profesionales y responsables de nuestro futuro surge la necesidad de tener una visión del contexto nacional e internacional y ampliar de esta forma nuestro criterios en cuestión de CyT.

## LA DEPENDENCIA:

La dependencia debe percibirse inicialmente como un conjunto de rasgos estructurales que surgen de la historia: la forma de inserción en el sistema de división internacional del trabajo que genera un atraso relativo en el desarrollo de las fuerzas productivas; la industrialización supeditada por la modernización que refuerza las tendencias a la concentración del ingreso; la necesidad de importar ciertas técnicas que facilitan el control de las actividades económicas por las empresas transnacionales.(12)

¿Cómo se controla la dependencia por parte de los países dominantes?

Dentro de los recursos de poder en los que se asienta el llamado orden económico internacional tienen particular relieve: a) el control de la tecnología, b) el control de las finanzas, c) el control de los mercados, d) el control del acceso a las fuentes de recursos no renovables y, e) el control del acceso a la mano de obra barata. Estos recursos, reunidos en cantidades significativas o combinados en dosis diversas, originan posiciones de fuerza, las cuales ocupan los estados o los grandes grupos económicos en la lucha por la apropiación del excedente generado por la economía internacional.(13)

(10) Celso Furtado, op. cit. p. 111.

(11) Ricard André. *Diseño. ¿Por Qué?* Barcelona, Gustavo Gili, 1ra. ed. en esp. 1982, p. 97 y 98.

(12) Celso Furtado, op. cit. p. 137.

(13) Idem., p. 142.

## DEPENDENCIA TECNOLÓGICA:

Aunque la dependencia tecnológica presupone una importación de tecnología, estos dos conceptos son diferentes: la dependencia consiste, sobre todo, en la imposibilidad de iniciar y mantener un proceso de desarrollo tecnológico que se sostenga por sí mismo. Sólo existe cuando no hay capacidad para tomar decisiones sobre ese proceso, y seleccionar de manera adecuada entre la importación y la producción nacional de tecnología o escoger la combinación adecuada de ambas. En consecuencia, un indicador inicial aproximado de dependencia tecnológica es la proporción entre los gastos por concepto de regalías de tecnología extranjera y costos de licencia, y la inversión interna en fuentes nacionales de tecnología (gasto en investigación y desarrollo experimental). En suma, la dependencia tecnológica debe equipararse a la ineptitud para tomar decisiones en materia de tecnología.(14)

Comprendemos que todos los países son dependientes entre sí (en diferentes formas), pero unos más que otros: por ello que lo importante en cuestión de dependencia tecnológica es poder reducir su nivel y sobre todo poder tener la capacidad de tomar decisiones en lo que se puede producir y de lo que se importa de otros países, entender en qué áreas es conveniente hacer lo uno y en qué sectores lo otro. Para ello hay que generar opciones.

Para reducir la dependencia tecnológica Halty-Carrère propone:

Para disminuir la dependencia técnica no es necesario reducir al mínimo las importaciones de tecnología, lo mismo que para reducir la dependencia económica no necesita limitar a priori las importaciones. Como la tecnología es un bien intermedio que se importa, se procesa y se reexporta, no es necesario restringir su importación para alcanzar niveles más altos de desarrollo tecnológico. Lo que sí hace falta es incrementar el "valor tecnológico agregado" del proceso de transformación localizado entre las importaciones y las exportaciones de tecnología.(15)

## 2.3 PROCESO TECNOLÓGICO

### LA PRODUCCION DE TECNOLOGIA

En el pasado fue invento tras invento lo que paso a paso dio origen al gran acervo científico, tecnológico y cultural, base de nuestra sociedad actual. Antiguamente el proceso de producción tecnológica era de "tipo artesanal", es decir: individual e informal, este proceso fue lento y dificultoso, a pesar de ello, los inventos (innovados) aplicados y exitosos lograron manifestar su potencialidad. Iniciándose así, un proceso evolutivo.

Durante el siglo XX es la producción de tecnología la que está sufriendo una transformación similar de la artesanía a una actividad industrial, constituyendo así la característica de una revolución científica y tecnológica. Esta transformación histórica está lejos de haberse aún completado, y la producción artesanal de tecnología tiene todavía importante significación económica, pero en el centro el nuevo modo de

(14) Halty Carrere, op. cit. p. 40 y 41.

(15) Idem., p. 40



**producción predomina y continúa expandiéndose a través de** nuevos sectores de la estructura productiva. Esto es prácticamente cierto para la empresa transnacional moderna, que ha sido capaz de incorporar plenamente a su estructura institucional el nuevo modo de producción de tecnología, y que ha convertido a ésta en uno de sus principales instrumentos de crecimiento y poder. (16)

Mientras que durante milenios el hombre produjo tecnología de manera espontánea, asistemática y casi amateur (en forma artesanal) en las últimas décadas este modelo de producción de la tecnología ha cambiado drásticamente y se ha transformado en una actividad específica, organizada, diferenciada y continua, con su propia identidad, su propia legitimidad y sus propias características económicas. Y así como las mercancías corrientes se producen en establecimientos corrientemente denominados fábricas, lo mismo ocurre ahora con la tecnología, con la diferencia de que a las fábricas de tecnología se les designa con nombres tales como "laboratorios de investigación y desarrollo", "departamentos de R-D", "centros de R-D" y similares. (17)

### **Las empresas de tecnología:**

...la fábrica de tecnología tiene por objeto producir la tecnología que su empresa madre necesita para sus negocios.

Así lo ha dicho un hombre de negocios: las empresas no crean tecnología para venderla o transferirla; la crean para tener una base que les permita explotar un negocio". "En cambio, el objetivo fundamental de las empresas independientes de tecnología es la producción de tecnología para comercializarla como tal, es decir, como una mercancía independiente. Para la empresa de tecnología, el producto final es justamente tecnología: procesa conocimiento para producir paquetes y venderlos en el mercado. (18)

Se ha definido la empresa de tecnología como una organización que tiene por objeto procesar conocimiento para producir y comercializar tecnología. La empresa de tecnología es un centro para concentrar y procesar ideas, información y conocimiento de diversas fuentes.

Dentro del proceso del desarrollo tecnológico debemos considerar cómo ha cambiado en muy poco tiempo la forma de obtenerlo y procesarlo en centros de investigación especializados, así como el papel de las empresas de tecnología.

## **COMERCIALIZACION, IMPLANTACION Y CONTROL DE LA TECNOLOGIA**

Como señalamos anteriormente los países desarrollados producen, comercializan y controlan la tecnología de la mejor forma, esto lo logran por medio de las empresas transnacionales (ET), las que se apoyan en acuerdos internacionales, patentes, negociaciones, etc. Al respecto David Dickson (1977:149), confirma la postura comercial y de control de las ET:

La tecnología puede transferirse de dos maneras, bien directamente a través de una empresa radicada en un país subdesarrollado, o indirectamente a través de las sucursales

(16) Sóbato y Mackenzie, op. cit., p. 15

(17) Kilm., p. 25 y 26.

(18) Kilm., p. 70.

de las compañías multinacionales. En ambos casos, la naturaleza de la tecnología transferida queda determinada, casi por completo, por aquellos cuyos intereses es improbable que coincidan con los intereses de la mayoría de los habitantes del país subdesarrollado en cuestión... La situación no es mucho mejor en el caso de los cambios indirectos, ya que las patentes y licencias que cubren la innovación tecnológica acarrean, muy a menudo, pesadas cláusulas restrictivas. (19)

Celso Furtado explica:

La expansión de la empresa al otro lado de las fronteras alcanza su forma más compleja cuando la actividad está descentralizada geográficamente, especializándose las unidades localizadas en los diversos países en uno o varios de los procesos que integran una misma actividad productiva. Los procesos intensivos de mano de obra se localizan donde existe acceso fácil a una mano de obra semicalificada con bajo nivel de salarios, los procesos de montaje y acabado cerca de los mercados de consumo, los procesos contaminantes donde la legislación es menos restrictiva, etc. A este tipo de estructura empresarial es al que con rigor cabe el calificativo de transnacional. En el la organización del grupo en el espacio plurinacional tiene como eje principal la actividad industrial. En los demás grupos considerados transnacionales, el predominio es comercial o financiero. (20)

De igual manera Bernal S. expresa para el caso de México:

Por otro lado, los procesos técnicos y tecnológicos monopolizados por los países capitalistas avanzados y por las ETN, han sido un instrumento importante a través del cual el capital extranjero controla las industrias más dinámicas. De esta manera han provocado que la industria nacional sea dependiente, subordinada y deformada, con graves desequilibrios y grandes diferencias en el nivel de desarrollo en su interior. Es una industria dedicada básicamente a la manufactura de bienes de consumo e intermedios y muy poco a la fabricación de bienes de capital, en lo que encontramos una buena parte de la explicación de la crisis actual. (21)

Se entenderá que hay amplio acuerdo en señalar que la (ET) es uno de los actores principales en la economía mundial y en que la tecnología es uno de sus principales instrumentos de poder. También hay acuerdo en que la ET es uno de los principales proveedores de tecnología directa e indirecta a los países subdesarrollados.

La tecnología es el instrumento de control de los demás recursos, como son los financieros, de mercado, recursos naturales no renovables y de mano de obra barata.

De lo anterior podemos extraer algunas conclusiones: Entendemos la importancia de la tecnología, cómo es procesada (producida), instrumentada, comercializada, implantada y controlada por los países desarrollados y empresas extranjeras, por lo que debemos valorar la necesidad de actuar para la negociación, ser selectivos críticamente, y a la vez, tratar de producir en el país. Para la selección y negociación se requiere capacitar y formar expertos nacionales. En la producción de la T será necesario mejorar nuestros procesos de producción (investigación) tecnológica a semejanza de los países más avanzados, es decir, que sea en forma metodológica y sistemática, de esta manera México podrá generar una base tecnológica competitiva. No olvidamos que para ello se requieren grandes recursos materiales y humanos.

(19) Dickson David *Tecnología Alternativa* Madrid, H. Blume, tra. ed. en esp. 1980, p. 149.

(20) Celso Furtado, op. cit. p. 27.

(21) Bernal S.V.M. "et al." *Inversión Extranjera Directa e Industrialización en México* México, UNAM Instituto de Investigaciones Económicas, tra. ed. en México, 1986, p. 10.

## 2.4 EXPERIENCIA LATINOAMERICANA

El relativo atraso científico y la dependencia tecnológica de los países latinoamericanos ha traído un retraso en su desarrollo socioeconómico. Como se vió, la tecnología es el principal instrumento con el que los países poseedores manejan todo tipo de intereses, olvidándose de los demás valores humanos. De ahí la importancia que tiene para los países subdesarrollados el disminuir su dependencia.

Los países desarrollados (empresas transnacionales) tienen perfectamente definidas sus políticas y estrategias para conseguir la comercialización y control sobre los países menos desarrollados.

En la lucha por tratar de cambiar el futuro, los países subdesarrollados han trabajado igualmente sobre políticas y estrategias que ayuden a frenar y controlar el nivel de dependencia. Entendamos algunos conceptos:

**Política de desarrollo tecnológico** es la doctrina y los principios que guían y promueven un proceso capaz de sostenerse por sí mismo, de acumulación, distribución e inversión de conocimiento tecnológico.(22)

**Estrategia** es el conjunto de propiedades globales, la orientación y la secuencia de medidas y acciones destinadas a alcanzar los objetivos fijados por las políticas. La estrategia consiste en definir y seleccionar las principales opciones para alcanzar objetivos de política. Estrategia para el desarrollo tecnológico es la selección de directrices y prioridades para alcanzar los objetivos de política de desarrollo tecnológico.(23)

Sobre la situación de políticas y estrategias en los países latinoamericanos, Máximo Carrère nos proporciona una perfecta idea de las experiencias. Para mayor información es válido consultar su obra "Estrategias de desarrollo para países en desarrollo", donde hace un estudio muy amplio del tema, nos concretamos a citar algunas partes para fines del presente estudio, dice:

Encontramos muchos logros en las "luces y sombras" de experiencia latinoamericana; pero también cierto fracaso, debido a la falta de estrategias adecuadas al desarrollo tecnológico. (24)

Sin duda pueden señalarse logros positivos. América Latina ha estado en la vanguardia de los adelantos en el campo de la política tecnológica, especialmente en relación con lo sucedido en el mundo desarrollado. Ha habido mucha más "política científica" que "ciencia", según lo han señalado algunos críticos. Sin embargo, en cualquier campo, siempre que se dispone de pocos recursos, sobreviene la necesidad de orientar el esfuerzo por medio de una política pertinente, una planificación adecuada y decisiones estratégicas idóneas. Por lo tanto, es mucho más apremiante para los países en vía de desarrollo que para los desarrollados

---

(22) Hally Carrere, op. cit., p. 61.

(23) Idem., p. 61.

(24) Idem., p. 61.

hacer un buen esfuerzo en el campo de la política y estrategias tecnológicas. No debería extrañarnos demasiado que América Latina pudiera ir a la cabeza en materia de elaboración de conceptos, y estar muy atrasada en la práctica. Cualquiera que sea la razón de ello, el hecho es que los adelantos de América Latina en este campo han sido muy reconocidos. Los resultados de la investigación y la experimentación que se hicieron han tenido gran difusión y han sido citados en foros especializados en todo el mundo.(25)

La evolución del pensamiento latinoamericano abarcó un cambio gradual en cuanto al énfasis que se diera a los distintos componentes del proceso de desarrollo tecnológico:

- 1) la Infraestructura de ciencia y tecnología.
- 2) la transferencia internacional de tecnología y
- 3) la aplicación de tecnología local. Pero no había ninguna definición previa de una orientación estratégica global para el desarrollo tecnológico. De los enfoques anteriores sólo se podían derivar algunas estrategias implícitas parciales, pero no una estrategia global explícita.(26)

Estos elementos de la investigación sobre política tecnológica demuestran que la formulación de estrategias fue descuidada. Debemos recalcar que estos enfoques, orientados a lo tecnocrático, se ocuparon tanto de diagnosticar la situación que olvidaron que su finalidad era generar medidas de política. Les interesó más una metodología rigurosa que la acción; se ocuparon más del diseño del enfoque que de dirigir a los "actores en el drama", los agentes del proceso del desarrollo tecnológico.(27)

Concordamos con Máximo Carrère, sobre el grado de dependencia tecnológica, y la experiencia latinoamericana, también estamos de acuerdo con sus planteamientos sobre cómo disminuirla y controlarla en función de las decisiones políticas y estratégicas. Sobre las decisiones en la adquisición y selección de tecnología externa e interna, este autor es muy claro, nos sugiere:

**El progreso socioeconómico de las naciones tiene una relación estrecha con la selección de tecnologías externas y de estrategias adecuadas para el desarrollo tecnológico interno. Al examinar las opciones, los países en desarrollo pueden escoger las tecnologías y estrategias más adecuadas, de acuerdo con sus necesidades y aspiraciones, sin adoptar necesariamente los sistemas políticos y sociales que les han incubado, esto es, "separar los ideales de las ideologías". Los países en desarrollo no sólo deben formular estrategias para seleccionar, comprar y aplicar tecnologías extranjeras; también deben iniciar un proceso interno de adiestramiento y desarrollo tecnológico y promover la acumulación tecnológica con un enfoque nacional".(28)**

(25) Idem., p. 22 y 23.

(26) Idem., p. 26.

(27) Idem., p. 27.

(28) Idem., p. 9.

## 2.5 BREVE DESCRIPCION DE LA TECNOLOGIA EN MEXICO

### 2.5.1 DIAGNOSTICO TECNOLOGICO NACIONAL

Las proporciones relativas de tecnología nacional e importada varían notoriamente de un país a otro y, dentro de cada país, de un sector a otro y aún de una empresa a otra. La mayoría de países latinoamericanos carecen de la experiencia, el conocimiento y el poder económico para obtener la tecnología importada más conveniente en términos favorables, por lo que normalmente han realizando la llamada "importación ciega" de tecnología. Este es el caso de México.

Para el diagnóstico tomaremos parte de la síntesis de Jaime Alvarez S. (29)

El crecimiento industrial del país ha sido muy irregular; se ha caracterizado por periodos de relativo estancamiento, seguidos por fases de auge de corta duración. México adoptó el modelo de sustitución de importaciones, y la industria, sobreprotegida de la competencia externa, se dirigió exclusivamente al mercado local. Se crearon plantas reducidas de baja productividad, que han operado con tecnologías obsoletas lo cual ha limitado seriamente su capacidad para competir en los mercados internacionales. El propósito de incrementar la producción de bienes de consumo manufacturados localmente se ha alcanzado sólo en parte, porque el país ha dependido y continúa dependiendo del exterior en lo que se refiere a la importación de bienes de capital y tecnología.

El relativo atraso científico y la dependencia tecnológica del país son parte de una larga historia y están presentes desde el periodo colonial. A partir de la Segunda Guerra Mundial, se buscó la industrialización mediante la sustitución de importaciones y se dejó la iniciativa del desarrollo al sector privado. Se abrieron las puertas, en forma poco selectiva, a la inversión y a la tecnología extranjera, lo que desembocó en el esquema de la dependencia tecnológica.

Debido a la escasa capacidad tecnológica nacional, en el pasado ni siquiera se planteó la posibilidad de adaptar o modificar el equipo y la maquinaria extranjera, por lo que en algunos sectores, la tecnología prevaleciente resultó y sigue resultando intensiva en bienes de capital, que necesariamente se importaban y se continúan importando, puesto que esta rama -esencial para la industrialización del país- no se ha desarrollado localmente. La tecnología adquirida en el exterior no está diseñada para la explotación de una gran variedad de recursos renovables existentes en México, y su utilización ha provocado desperdicios.

En general, la investigación científica y tecnológica ha sido fomentada y sostenida por el Estado, ya que salvo casos excepcionales, la industria no concibe la investigación como una de sus actividades regulares y necesarias. Sólo algunas empresas grandes, tanto públicas como privadas, han creado

(29) Alvarez Jaime, lineamientos para una nueva política de desarrollo tecnológico industrial, incluido en: Pérez L. Marisol et al, compiladores. *Articulación tecnológica y productiva*. México, UNAM Lecturas sobre desarrollo tecnológico. 1ra. ed. en México, 1985, p.99 a 101.

centros de investigación para resolver problemas técnicos concretos; sin embargo, su nivel de innovación tecnológica es limitado. Los servicios técnicos de difusión y extensión están escasamente desarrollados. El extensionismo técnico para la industria apenas se ha iniciado. En servicios de ingeniería, sólo unas cuantas empresas tienen capacidad para resolver el conjunto de problemas técnicos asociados a la formulación y ejecución de proyectos industriales.

**La escasa difusión tecnológica y el limitado contacto de la investigación con la industria, no ha propiciado la formación de una sólida cultura científica y tecnológica nacional, que es esencial para la industrialización del país.**

México depende tecnológicamente del exterior en la fabricación de bienes de capital, intermedios y de consumo duradero. En estas actividades se mantienen altas proporciones de gasto por la tecnología en el valor agregado, por una fuerte intensidad tecnológica y por la participación de capital extranjero.

**¿Qué pasa en la práctica tecnológica actual en el sector productivo?**, de acuerdo con Manuel Bollvinik (30), quien sintetiza con precisión:

Inclusive las grandes empresas estatales, ante la urgencia de echar a andar sus proyectos de inversión y de cumplir con sus objetivos de satisfacción de la demanda interna o de exportación, utilizan, en la mayoría de los casos, la vía más expedita, es decir la adquisición de tecnología del exterior. Las empresas multinacionales no perciben aún las ventajas de realizar parte de sus labores de investigación y desarrollo en el país, y recurren sistemáticamente a sus casas matrices o a otras filiales para que los provean de la tecnología requerida. La gran empresa privada nacional ha desarrollado, en algunos casos, una capacidad de adaptación tecnológica; pero, normalmente, la adquiere del exterior y rara vez utiliza el potencial de las universidades e institutos de investigación. La pequeña y mediana empresa (PME) se encuentra aún, en la mayoría de los casos, con la preocupación de sobrevivir y de adaptarse a los cambios comerciales y financieros de su entorno. El Estado ha tratado de ayudar a este sector tanto técnica como financieramente a través del Programa de Apoyo Integral a la PME, el cual aún tropieza con diversas dificultades operacionales. A pesar de que varias instituciones sectoriales de investigación del Estado, Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA), han logrado establecer una interacción fructífera en sus respectivos sectores, se detecta en ellas una colaboración aún muy limitada con las universidades o institutos tecnológicos. Inclusive los Centros de Investigación y Asistencia Tecnológica (CRIATS), promovidos, en un principio, por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para apoyar determinados sectores y regiones, manifiestan, también, una insuficiente colaboración con los institutos tecnológicos locales.

Al respecto Sábato y Mackerzie (31), nos describen con gran precisión el caso del sector industrial latinoamericano. Nuestro país se asemeja a la situación delineada cuando dicen:

En la actualidad, una de las fuentes más importantes de la tecnología nacional es la modificación y adaptación de los paquetes tecnológicos importados, operación

(30) Bollvinik Manuel, Mecanismos de vinculación universidad-empresa: la experiencia europea, incluido en Pérez L.Martel et al, compiladores, op. cit., p. 196.

(31) Sábato y Mackerzie, op. cit., p. 223 y 24

que en general no se realiza en instituciones de investigación especializadas sino directamente en las propias empresas. En la mayoría de los casos, éstas no realizan esas operaciones de adaptación y mejora en forma sistemática (aunque hay ejemplos de empresas que instalan sus propias fábricas de tecnología), sino a medida que así lo exigen las circunstancias. Es una especie de "R-D informal", que suele denominarse también "R-D implícito", muy semejante a la que nosotros hemos llamado "producción artesanal de tecnología", no porque en ella no se utilicen conocimientos científicos y técnicos (que en verdad se utilizan abundantemente), sino porque se trata de una actividad no organizada formalmente ni netamente diferenciada de otras que se realizan en la empresa y que tampoco se planifican con anticipación. Es fundamentalmente una respuesta a una necesidad, la necesidad de adaptar un paquete a las cambiantes circunstancias que imperan en el mundo de la realidad. No se le suele ver como una actividad autónoma, y por eso mismo no llega a alcanzar un status autónomo; más bien depende, generalmente, de la dirección de producción.

De lo anterior sobresalen algunos aspectos, como son:

- Falta de determinación de políticas y estrategias tecnológicas bien definidas, instrumentadas y aprovechadas.
- La falta de capacidad para solucionar nuestros problemas tecnológicos. Falta de una cultura y solidez C y T de los sectores.
- La gran importancia y dependencia tecnológica de bienes de capital.
- Falta de oportunidades de una práctica tecnológica
- Generación de la tecnología en forma artesanal.

Esta es una realidad que debe admitirse como la situación concreta de México en lo que a desarrollo tecnológico se refiere.

## 2.5.2 RESPUESTAS AL CAMBIO TECNOLÓGICO: POLÍTICAS, ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS.

No hay duda que la situación nacional requiere de cambios. Una razón del retraso es que México empezó el proceso de industrialización mucho después que los países desarrollados, a ello se suma las grandes diferencias históricas y culturales que nos han impedido dar el salto, pero siendo realistas sabemos que el desarrollo tecnológico se debe acelerar. Tenemos la desventaja creada por los países desarrollados, no va a ser fácil que nos liberemos de la dependencia ya que existen grandes intereses de por medio. A pesar de ello, debemos ir ganando autonomía. El cambio que se debe dar no va a ser sencillo de conseguir pues:

La principal conclusión a la que debemos llegar es que en la medida en que la tecnología se convierte no sólo en una función de los intereses políticos dominantes, sino en parte integrante de los mismos, es imposible pensar en términos de cambio tecnológico, a menos que estemos simultáneamente preparados para tomar en consideración la necesidad de un cambio político y social. Es más, sólo por medio de un cambio político, y sobre todo liberándose de las trabas políticas y económicas de la clase dominante, podrá surgir un cambio tecnológico importante. (32)

México en las últimas décadas como parte de su esfuerzo para la creación de su propio desarrollo y la disminución de la dependencia extranjera, ha elaborado políticas y estrategias. Tales políticas y estrategias se han basado en el "Plan Nacional de Desarrollo", y han sido instrumentadas por diferentes instituciones del gobierno.

Dentro de los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, se han elaborado dos programas fundamentales: el Programa de Fomento Industrial y Comercio Exterior y el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, con el fin de superar la dependencia tecnológica y asentar las bases para un desarrollo autónomo. Los objetivos fundamentales de estos programas tienden a reorientar las actividades tecnológicas actuales, por medio de su integración al sistema productivo y de acuerdo con las necesidades nacionales, y a fomentar las actividades de investigación, desarrollo y asimilación de tecnología.

Sin embargo, sus políticas, estrategias e instrumentos no han fructificado conforme las necesidades actuales, se encuentran rezagados a las condiciones reales actuales de intercambio comercial.

De acuerdo con Jaime Alvarez (33), en México se han tenido aciertos positivos, en su práctica de crear mecanismos e instrumentos para el desarrollo tecnológico industrial tales como:

- A) El establecimiento del Consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACYT), como órgano responsable de formular y administrar la política científica y tecnológica.
- B) La creación de centros de investigación y desarrollo tecnológico, o destinados a recopilar información técnica (el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el INFOTEC, etc).
- C) La formulación de planes y programas en materia de ciencia y tecnología.
- D) La puesta en operación de los instrumentos legales destinados a regular la importación de tecnología, las invenciones y marcas.
- E) El establecimiento de apoyos financieros y fiscales a las actividades de investigación y desarrollo.
- F) La reciente creación de la Dirección de Desarrollo Tecnológico Industrial en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

Y recientemente el apoyo en institutos y centros de investigación en universidades.

No cabe duda que se ha hecho un verdadero esfuerzo por parte del Estado, pero no ha sido suficiente, falta integración con la industria y los centros de investigación como lo veremos más adelante.

(32) David Dickson, op. cit., p. 150.

(33) Perez L. Marisol et al, compiladores, op. cit., p. 101.



### 2.5.3 ACTIVIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACION TECNOLÓGICA RESPUESTA DE INVESTIGACIONES Y SUS LIMITACIONES

Es lamentable ver que el esfuerzo de muchos investigadores se desaprovecha por la deficiencia de nuestro sistema, hay excelentes inventos, pero que quedan en eso, a veces son utilizados por las transnacionales. **Existe notable desvinculación entre el invento y su aplicación.** Al respecto Amado Santiago profundiza en el tema. Expone que:

Existen en el país instituciones que si bien realizan investigaciones sistemáticas y obtienen notables resultados, no las aprovechan para que se transformen en innovaciones. Muchos de estos resultados son ideas que podrían ser novedades y que a su vez podrían convertirse en "productos o bienes" de consumo. Estas instituciones son la fuente mayor de las posibilidades tecnológicas que podrían crear el cambio hacia el desarrollo tecnológico. Es verdaderamente asombrosa la cantidad de recursos que se emplean para crear la novedad y que una vez obtenida "muere" por la falta de atención de aquellos mismos que la promocionaron. Es una regla general ignorar lo que viene después del descubrimiento. Parece que lo importante es inventar para que exista la novedad "en estado bruto" y que otros la copien, plagien o imiten. Este grupo "inventor" es grande, nos referimos a las universidades autónomas, el Instituto Politécnico Nacional, los Institutos Nacionales de Cardiología, Enfermedades Pulmonares, Nutrición, Salud Mental, el Seguro Social de la Seguridad de los Trabajadores del Estado, etc. Son más de 50 grandes productores de ideas; y como cuentan con un considerable apoyo institucional, la calidad de sus ideas, es también elevado.(34)

Lo anterior nos da un panorama de lo que pasa en el más alto nivel de investigación en México; aunque es poca la investigación si se toman en cuenta los requerimientos, tiene excelente calidad y es una lástima la falta de innovación, pues con ello se obstruye el proceso del desarrollo tecnológico del país.

#### EL INVENTOR MEXICANO

¿Qué pasa con el investigador individual?.

Los investigadores en los principales centros de investigación buscan el prestigio personal más que la aplicación, sus trabajos son de frontera en la medida que el aparato productivo local no está en capacidad de utilizar, pues no expresan la captación de realidad, de necesidades sociales concretas, por eso se dice que muchos están en su torre de marfil.

Por otro lado, se ha observado que **la investigación básica donde cada tecnología singular es una de las respuestas posibles a una demanda determinada tiene poco apoyo y sí, obstáculos burocráticos**, ya que los que toman decisiones se inclinan hacia grandes investigadores que dan prestigio, dándole poca importancia a la investigación aplicada (no hacen ni dejan hacer). **Hay una deficiencia muy grande por falta de espacios donde los investigadores interesados en investigaciones aplicadas puedan desarrollar y aportar directamente beneficios a la sociedad.**

(34) Santiago Bachellet Amado. *Innovación*. México, UNAM Coord. de Humanidades, Centro de estudios Sobre la Universidad, 1981, p. 95.

Se observa también que la poca investigación aplicada se hace con la gran industria, misma que sí aprovecha todo tipo de apoyo y multiplica recursos. Con la pequeña y mediana industria se impulsa uno que otro proyecto para proyectar imagen.

Subsiste otra realidad, los investigadores independientes (los soñadores) que no son aprovechables. Amado Santiago nos describe la situación en consonancia a nuestra experiencia, estamos de acuerdo:

Mientras el inventor mexicano "esta inventando" es "feliz". Su creatividad y el deseo de "sacar" su invención lo mantienen en un estado de esperanza y positivo ánimo. A pesar de que generalmente no tiene ni quién le ayude, ni lo oriente, ni siquiera examine seriamente su creación, su labor creativa es un aliciente que le permite perseverar.(35)

Uno de los problemas que atraviesa el inventor independiente es que:

Todos los servicios de apoyo que requiere el inventor y el descubrimiento existen y están disponibles, pero recurrir a ellos es prácticamente imposible por su dispersión, alejamiento físico, costo, y el tiempo de espera es tal que esta primera fase no se puede utilizar.(36)

La realidad es muy triste a pesar del gran esfuerzo de muchos mexicanos, y creemos que algo se debe hacer para aprovechar este valioso recurso creativo a fin de elevar el nivel artesanal en materia de generación de tecnología asumiendo formas más sistematizadas, pero:

Lograr reunir las personas que tengan los conocimientos, la experiencia, la habilidad y los deseos de crear la innovación es extremadamente difícil. Se requieren especialistas que no sólo tengan estas características, sino el "sentido de la innovación" para pensar en la novedad. Estos especialistas existen en número reducido, pero ni suelen trabajar en equipo ni están generalmente reunidos en una misma institución. Tienen una característica común: la independencia. Factor extremadamente importante cuando es imperativo crear un espíritu y ambiente de grupo.(37)

Este último punto nos aclara el por qué se considera que en México rige la forma artesanal de producir tecnología, anteriormente puntualizado.

## FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

En acuerdo a nuestra experiencia, en lo que respecta a la formación de recursos humanos compartimos con Pérez L.M.(38)

A pesar de los esfuerzos realizados por el Estado y los recursos crecientes que éste ha canalizado al sector de educación superior en los últimos años, con el propósito tanto de formar los profesionales que el desarrollo del país requiere, como de fortalecer la capacidad de investigación en las instituciones de educación superior, se detectan aún serias lagunas que hay que superar:

(35) Idem., p. 92.

(36) Idem., p. 92.

(37) Idem., p. 100.

(38) Pérez L.Mansol et al. copiladores, op. cit., p. 195.

A) Los contrastes de recursos y de capacidad científica y técnica entre las grandes instituciones de la zona metropolitana del Valle de México y las del resto de la República, en estas últimas, apenas se inicia el proceso de integración de una población estable de investigadores.

B) Los valores predominantes en las grandes instituciones refuerzan entre los científicos una actitud favorable a la investigación de carácter básico, que les permite figurar en las publicaciones internacionales y en los intercambios de experiencias con sus colegas de los países avanzados, sobre temas en boga en esos países.

C) A pesar de que existen grupos de investigación motivados a orientar sus proyectos a la solución de problemas del país, su labor no ha fructificado al grado de que estos conocimientos sean debidamente acaudatados y utilizados.

Ello obedece, en gran medida, a la ausencia de mecanismos adecuados de promoción de desarrollo e innovación universitarios y a la poca experiencia que se posee en el país para pasar de la escala de laboratorio, o semipiloto, a la producción industrial.

Desde otro enfoque Arechiga resalta la falta de oportunidades, dice: "Finalmente para qué va a producir tecnólogos el sistema educativo si el mercado de trabajo demanda casi exclusivamente técnicos con la capacidad mínima suficiente para operar con tecnologías ya desarrolladas y probadas en el exterior y bajo la supervisión y la asistencia técnica del extranjero." (39)

La necesidad de formar los recursos humanos en áreas tecnológicas se mantiene latente y hay interés al respecto, mismo que se debería reforzar. Para citar un ejemplo, nos basaremos en algunos extractos de la conferencia que sustentó el Dr. Daniel Reséndiz Nuñez (40), acerca de "los ingenieros que el país necesita" cuyos criterios se pueden extender a otras áreas del conocimiento pues que nos da una clara idea de las necesidades del México de hoy.

... El ingeniero mexicano deberá reconocer y pugnar, porque se reconozca la importancia de la innovación. El que ésta no haya sido valorada en el pasado ni por empleadores ni por los empleados, ha producido la debilidad de nuestra industria actual. Es natural que los empresarios se preocupen por el costo de ella y que los trabajadores no vean con buenos ojos el riesgo del desempleo. Pero unos y otros, aconsejados por los ingenieros, deben comprender que en el ambiente mundial del futuro, globalizado y competitivo, los riesgos de pérdidas para los empresarios y desempleo para los obreros son mucho mayores si las empresas soslayan la necesidad de innovar, pues en este caso, el castigo es la quiebra de las empresas. La competitividad de nuestro sector exportador tendrá que buscarse mediante la especialización industrial y de servicios cuidadosamente escogidos, no concentrando mano de obra en ocupaciones basadas en la tecnología ineficiente, sino buscando en todas las ramas una combinación óptima entre la tecnología comprada y la producida endógenamente.

(39) Arechiga José Uriel. La Transferencia de Tecnología y el Atraso Tecnológico Universidad Autónoma Metropolitana, 1988 p.38

(40) conferencia "Fernando Espinoza" que sustentó el Dr. Daniel Reséndiz Nuñez el 10 de marzo de 1989 en el colegio de Ingenieros civiles de México. Acerca de "Los Ingenieros que el país necesita".

Ahora nuestra necesidad central como país está en la formación de grandes cuadros de ingenieros de todas las ramas y otros profesionales altamente capacitados para las funciones gubernamentales, industriales y académicas. La capacitación de estos cuadros no puede ser inferior a la de los mejores del mundo. Estamos obligados a vivir en un mundo abierto en el que el castigo a la incompetencia es el desequilibrio nacional. **Los retos de realizar investigación y aplicar sus resultados para innovar nuestros métodos de producción y consumo, así como desarrollar las complejas habilidades profesionales que se requieren para producir, vender y comprar en una economía mundial también compleja y altamente integrada, exige grandes números de ingenieros y otros profesionales competentes con los más altos estándares internacionales.** Muchos de ellos, como dijimos, deben poseer educación de posgrado. A la mayor parte habremos de formarlos en México, pero deberán conocer el mundo y tener una visión cosmopolita. otros deberán obtener su posgrado en el extranjero...

Por su parte el Dr. Raúl Olmedo(41) expuso:

Una política que quiera impulsar la ciencia y la tecnología en forma masiva, como lo requiere México en su actual etapa de crecimiento económico, no puede continuar con las estructuras actuales de la educación media y superior, así como con los sistemas que reprimen la libre expresión de las capacidades creativas y de innovación tecnológica de los estudiantes, de los profesores, de los obreros, de los empleados, de los empresarios.

El vertiginoso crecimiento de la educación media y superior es algo que debe causarnos optimismo. Sin embargo, **los sistemas de enseñanza y los contenidos de la educación se han quedado rezagados provocando un divorcio cada vez más acentuado respecto a las necesidades sociales...**

Con este tema podemos darnos cuenta de la importancia y situación de la educación respecto a la investigación y desarrollo tecnológico se aprecia deficiencias, pero a la vez preocupaciones por mejorar.

## EL PROBLEMA DE VINCULACION

Este punto no se puede pasar por alto, la falta de vinculación entre instituciones es una necesidad a superar en los países subdesarrollados, como ya hemos visto.

Para explicar la situación del problema nos apoyaremos con los diagramas de Venn. El planteamiento es el siguiente:

En el sistema de un país intervienen principalmente 3 conjuntos de elementos en la generación de desarrollo tecnológico y económico:

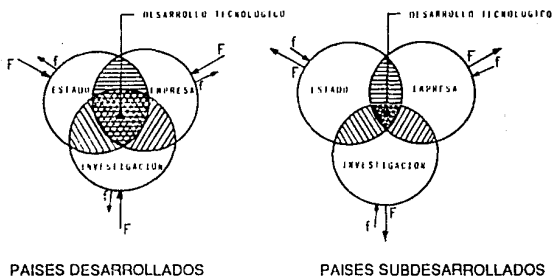
- Investigación (I)** - Es donde se genera el conocimiento. El conjunto de elementos formado por: Sistema educacional, investigadores, personal de apoyo, laboratorios, institutos, centros especializados, etc.
- Empresa (E)** - Es donde se aplica, e innova. El conjunto de elementos formado por: Conjunto de sectores productivos de bienes y servicios (empresas).

(41) Raúl Olmedo, Primer simposio sobre diseño y fabricación de bienes de capital en México, Facultad de Ingeniería, UNAM, febrero 27 a marzo 2, 1984.

- **Estado (G)** - Es el gestor, promotor, coordinador. El conjunto de elementos formado por: Gobierno, leyes, decretos, e instituciones que formulan políticas y asignan recursos hacia I y E. Sistema de planeación, promoción, coordinación y estímulo (CONACyT).

El diagrama será el siguiente:

**VINCULACION: ESTADO-INVESTIGACION-EMPRESA**



Donde: F significa- Grandes recursos, intereses de grupo.

f significa- Bajos recursos, intereses individual.

La parte sombreada sería el nivel de vinculación y como consecuencia, esta ligado al desarrollo tecnológico y económico. Esto lo podemos apreciar en países de gran desarrollo tecnológico como Japón donde el porcentaje para inversión en ciencia, tecnología, desarrollo y educación son muy altos, con apoyo del estado, empresa y centros de investigación, a diferencia de países como México que no ha podido lograr esos niveles por múltiples razones, entre las que sobresalen, por una parte, la falta de madurez de los conjuntos y recursos mal enfocados. Además como no posee un sistema cerrado, influye el medio externo.

Así, el problema actual no parece darse en México, dentro de la cuestión de prioridades, sino más bien en la carencia de una relación entre los centros capaces de producir conocimientos tanto científicos como tecnológicos y el aparato productivo capaz de utilizarlos. Esta carencia se explicaría en gran medida por la inexistencia de tecnólogos, principalmente porque tanto el sistema de ciencia y tecnología como el propio sistema productivo, que podría demandar tecnología, tienen la vista puesta en el exterior. Los científicos sólo publicando en revistas internacionales pueden conseguir el prestigio que tanto el Sistema Nacional de Investigadores y las instituciones

universitarias exigen y en esos campos se aceptan exclusivamente los trabajos de frontera que el aparato productivo local no está en capacidad de utilizar.(42)

Compartimos con Arechiga (43) y en forma de síntesis anotamos que entre los principales determinantes del atraso en el desarrollo tecnológico se encuentran:

- La inexistencia de una infraestructura científica tecnológica sólida.
- Insuficiencia del número de investigadores.
- Insuficiencia del gasto social dedicado a la investigación y desarrollo (% del PIB).
- Deficiencias del sistema educativo e inexistencia de tecnólogos.
- Relación inadecuada entre la producción, la ciencia y la tecnología, esferas interactuantes.
- Inexistencia de demanda interna de tecnología.
- La tecnología y el monopolio de la producción de tecnología que determinan una división internacional del trabajo.
- La carencia de una política clara de ciencia y tecnología.

Todo esto se complementa en forma general con el diagrama propuesto.

## 2.6 LOS BIENES DE CAPITAL EN LA ECONOMIA DE UN PAIS

Para el concepto de bienes de capital existen diversidad de definiciones del término sin embargo, nos dará una idea bastante amplia la definición que propone Bernal S.

Incluyendo los productos que se incorporan a lo que en la contabilidad nacional se denomina "formación bruta de capital fijo", es decir, **la maquinaria y equipo útiles para la producción y generación de bienes y servicios, incluyendo sus partes y componentes, así como las herramientas especiales, aditamentos, matrices y moldes.** La definición anterior incluye básicamente los subsectores metal-mecánico, de maquinaria eléctrica y no eléctrica y el equipo de transporte.(44)

Para este estudio nos referimos con mayor precisión a lo que son equipos, maquinaria, herramientas, de las que depende en gran parte la producción de bienes de consumo. Como se vio en el tema anterior (tema 2.5), en México uno de los principales problemas respecto a los bienes de capital ha sido que el modo de industrialización que siguió el país se basó en la sustitución de importaciones. Para ello se fomentó la producción de bienes de consumo e intermedios facilitando la importación de bienes de capital y tecnología. Consecuentemente se creó un grado de dependencia tecnológica que recientemente se

(42) Arechiga José Uriol, op. cit. p. 34 y 35.

(43) Idem., p. 35.

(44) Bernal S.V.M. "et al.", op. cit. p. 50.

ha revelado como uno de los más graves problemas estructurales del sector productivo nacional: **no se fabrican en México los bienes de capital que requiere la continuación del proceso de industrialización, no se tiene la costumbre de competir internacionalmente, se carece de tecnología propia que sea competitiva y ya no es viable seguir comprando todo lo que necesitamos.**

## IMPORTANCIA

**Es indudable la importancia que tienen los bienes de capital para el desarrollo tecnológico, económico, y de autonomía para cualquier país.**

Muchas de las mayores innovaciones de la tecnología occidental han surgido en el sector de bienes de capital de la economía. Pero los países subdesarrollados con sector doméstico de bienes de capital pequeño o sin organizar no han tenido la oportunidad de hacer innovaciones de ahorro de capital ya que no han tenido la industria de bienes de capital necesaria para ellas. En estas circunstancias, tales países han importado sus bienes de capital del extranjero, pero esto ha significado que no han desarrollado la base tecnológica de especializaciones, conocimientos, medios y organización de la que depende en gran medida el progreso técnico amplio.(45)

Para entender la importancia de los bienes de capital desde un enfoque nacional nos basaremos en parte de la ponencia de Arturo García:(46)

...La industria de bienes de capital es clave para el desarrollo económico de un país. Su existencia permite y condiciona: la utilización de los recursos naturales del país; el procesamiento de sus materias primas; la generación de energía; la manufactura de todo tipo de bienes: la salud, vivienda, comunicaciones, transporte y educación. **En toda cadena productiva intervienen máquinas y equipos que afectan directamente la calidad, seguridad y costos de los satisfactores generados por el aparato productivo. Se puede afirmar que la verdadera autodeterminación de un país está relacionada a la capacidad de diseñar y producir los bienes de capital que las industrias prioritarias, básicas y estratégicas demandan.** Sin una industria de bienes de capital, el aparato productivo simplemente no tiene la capacidad de reproducirse. Adicionalmente, sin un desarrollo tecnológico en esta industria, el aparato productivo usuario de los bienes de capital vería limitada su capacidad competitiva.

Por su parte el Dr. Olmedo (47) expresó:

La estructura industrial se ha caracterizado por estar centrada en la producción de bienes de consumo y no en la producción de bienes de capital (o medios de producción). **Para multiplicar la riqueza se requiere la producción de bienes destinados, justamente, a multiplicar la riqueza.** Valga la metáfora tan socorrida: vale más una caña de pescar que un pescado. En efecto, un pescado es un bien de consumo, mientras que una caña de pescar es un bien de producción (un medio de producción). Entendida en esta simpleza, la industria de bienes de consumo no multiplica la riqueza en la misma forma abundante que la industria de bienes de

---

(45) Rosenberg Nathan. *Tecnología y Economía*, Barcelona, Gustavo Gili, 1979, p. 163.

(46) García Torres Arturo. Primer simposio sobre diseño y fabricación de bienes de capital en México. Facultad de Ingeniería, UNAM, febrero 27 a marzo 2, 1984.

(47) Raúl Olmedo, op. cit.

producción. Ello explica de manera esquemática, la razón por la cual una estructura industrial centrada en la producción de medios de consumo no ayuda a multiplicar la riqueza en la medida en que lo requiere la población, sobre todo en un país donde el crecimiento demográfico es tan elevado como en México.

**Debemos aprovechar la experiencia, y no repetir los errores**, como sabemos "Hoy en día son muchas las facilidades que los países desarrollados ofrecen a países como el nuestro para venderles bienes de capital y tecnología, incluso fábricas enteras en paquete y "llaves en mano", con intereses y plazos atractivos. En ocasiones, los paquetes incluyen a los técnicos y hasta la comercialización. Cuentan con especialistas que saben con precisión y eficiencia aprovechar al máximo las facilidades, créditos y estímulos fiscales que otorga el gobierno mexicano a la industria. Mejor oportunidad no puede haber, aparentemente. Y si la depresión mundial continúa, estas ofertas serán más abundantes y atractivas, pues los países desarrollados estarán más necesitados de vender sus productos en un mercado que tiende a contraerse. Pero no hay peor camino que éste. **La dependencia externa así planteada liquida la iniciativa y creatividad de empresarios y trabajadores, anula las posibilidades de crear empleos, aumenta la deuda y el déficit externo y pone a la industria mexicana bajo el control del exterior.**

Son varios los factores que han obstaculizado el desarrollo tecnológico en bienes de capital:

además de las limitaciones de carácter financiero, existen otros problemas que han impedido el desarrollo de la industria de bienes de capital. Entre ellos se puede destacar la falta de mano de obra calificada, la falta de mecanismos de apoyo técnico, la incertidumbre respecto a la demanda futura y la falta de una organización del mercado de consumo a través de las compras que realiza el sector público, y la necesidad de una armonización más adecuada de las políticas monetarias y fiscales por parte de las autoridades del país.(48)

Ninguna sociedad actual es totalmente autónoma, las condiciones políticas y económicas actuales en el entorno mundial apuntan hacia un incremento en la interdependencia de los bloques económicos. Sin embargo, **no podrá existir en verdad una posibilidad real de negociación en muchos órdenes, mientras el país sea vulnerable en el diseño y fabricación de la maquinaria y equipo que necesita.** El intercambio de materias primas por productos tecnológicos simplemente no permite crear las condiciones que faciliten el desarrollo económico y social.(49)

De los temas anteriores se puede percibir y concluir que **la nueva modernización deberá buscar: sustitución de bienes de capital importados, introducción de una cultura innovadora, generación creciente de tecnología endógena y la creación de una industria con normas de calidad y eficiencia aptas para la competencia internacional.**

Dentro de esta nueva modernización se encuentra la respuesta práctica del "proyecto" y "estudio de caso" que se analizará en los temas subsiguientes. Fase en la que se señala el esfuerzo y las limitaciones de los diferentes participantes en el proceso, quienes concientes de los requerimientos actuales se integran y participan en el proyecto de una empresa que se caracteriza por ser innovadora a pesar de corresponder a la PMI.

(48) Bernal S.V.M. "et al.", op. cit., p. 56.

(49) García Torres Arturo, op. cit.



## 2.7 LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA

### 2.7.1 DEFINICION E IMPORTANCIA

La ubicación del estudio y proyecto nos ayudará a entender la problemática y posibilidades en el desarrollo tecnológico de la PMI nacional.

#### DEFINICION

No compartimos los criterios tradicionales de clasificación o definición de escalas industriales, pues se guían por criterios acordes al número de personas o por el valor de ventas y no se toman en cuenta factores como por ejemplo nivel o características tecnológicas, productividad, procesos de producción (artesanal, industrial), formas de organización, etc.,. Por ello se percibe la necesidad de hacer un estudio amplio, a nivel nacional, de la PMI y así conocer más acerca de nuestras posibilidades y debilidades tecnológicas.

Para la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) el apoyo del gobierno a la IMP se plasma en el Programa para el Desarrollo Integral de la Industria Mediana y Pequeña (PRODIMP) expedido en 1985, el cual contempla de manera global los instrumentos para promover el desarrollo del subsector. El programa establece, por primera vez en el país, una definición única de la IMP (cuadro 1) para efectos de la aplicación de la política de fomento.

CUADRO 1

Tamaño	Valor de Ventas Netas Anuales (Millones de Pesos)	Personal Ocupado
Microindustria	hasta 200	hasta 15
Pequeña Industria	hasta 2.300	hasta 100
Mediana Industria	hasta 4.500	hasta 250

Indicadores que cambian conforme la SECOFI ajuste la definición y la estratificación anterior a los requerimientos de la economía nacional.

Fuente: Serie temática IMP # 3, Políticas de fomento a la IMP, 1987, pag 9, SECOFI.

Nacional Financiera, S.N.C (NAFINSA) al relacionar los programas de apoyo para la modernización de la IMP realiza una clasificación en base a criterios de elegibilidad, a través de sociedades nacionales de crédito. Así, podrán ser atendidas por el Fogain (Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña), las personas físicas o morales, y las sociedades cooperativas que se dediquen a actividades industriales de transformación y se consideran como micro, pequeña o mediana empresa, de conformidad con el contenido del Cuadro 2. En caso de rebasar el número de personal ocupado o el monto de las ventas netas anuales, la planta se clasificará en el estrato inmediato superior correspondiente.

CUADRO 2

Tamaño	Valor de Ventas Anuales (Millones de pesos)	Personal Ocupado
Micraindustria	hasta 300	hasta 15
Pequeña Industria	hasta 3,400	hasta 100
Mediana Industria	hasta 6,500	hasta 250

Fuente: Revista pequeña y mediana industria, ene-feb 1989, pag.2.

Observamos que para Nacional Financiera el valor de ventas netas anuales es mayor que el asignado por la SECOFI, es decir no hay acuerdo. Objetamos estos criterios porque para clasificar una industria se requiere contemplar más elementos. Por ejemplo: la empresa del estudio de caso no es fácil de clasificar si se siguen las pautas esquemáticas señaladas por SECOFI o NAFINSA.

## IMPORTANCIA

Para tener una idea de la importancia de la IMP en algunos países, veamos el siguiente cuadro.

IMPORTANCIA DE LA IMP EN ALGUNOS PAISES (a)

País	Año	Participación en el Empleo %
Estados Unidos	1954	50
	1963	52
	1967	49
	1972	52
Japón	1972	69
	1975	71
	1978	73
	1981	74
Canadá	1982	42
Gran Bretaña	1978	38
Bélgica	1978	71
Suecia	1982	35
Chile	1981	71
China	1981	81
Finlandia	1981	40
Filipinas	1975	74
India	1983	78

(a) La definición de IMP varía de país a país. En términos concretos comprende a todos los establecimientos industriales con 300 empleados o menos.

Fuente: Serie temática IMP # 2, Diagnóstico de la IMP en México, 1987, pag 10, SECOFI). Observación: La gráfica refleja que en algunos países desarrollados la PMI es la de mayor participación del empleo, y en otros el empleo depende de la gran industria. Por lo tanto, las dos formas funcionan según sus características propias de cada país.

## NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS

La mayoría abrumadora de las empresas en México son pequeñas y medianas: La pequeña y mediana industria, definida cualitativamente, incluye desde el pequeño taller familiar hasta industrias bien organizadas y no pertenecen a grandes grupos financieros o a empresas transnacionales.

De acuerdo al Censo Industrial de 1960 existían 101 mil establecimientos en el sector industrial. Con el alto crecimiento económico que se da en el siguiente lustro, aumentan hasta 136 mil. En 1970 baja el nivel a 119,963 empresas y disminuye aún ligeramente a 119,212 en 1975. Sin embargo, a pesar del fuerte ajuste económico de 1982 a 1983, vuelve a subir su número a aumentar y se registran 127 mil centros productivos de acuerdo a las cifras preliminares del Censo Económico 1985.\*

**Es importante destacar el lugar que ocupa la industria mediana y pequeña en México. En 1985 agrupa casi el 99% del total de establecimientos, un poco más del 50% del empleo en el sector industrial, y produce y renumera casi el 40%. Sin embargo, ha perdido presencia conforme pasa el tiempo en relación con la industria grande.\*\***

La IMP desarrolla un elevado nivel de productividad. Tiene aproximadamente un 40% más de rendimiento del capital que la gran empresa. Se debe considerar este indicador como muy satisfactorio, teniendo presente la diversidad de obstáculos con que ésta se topa para conseguir recursos necesarios para invertir en maquinaria y equipo.\*\*\*

## CARACTERISTICAS

Dentro de los factores que caracterizan a la industria mediana y pequeña y le dotan de importancia estratégica en el desarrollo del país, destacan:

- Su flexibilidad operativa y capacidad de adaptación a nuevas tecnologías; igualmente, es apta para integrarse en procesos productivos de grandes unidades y requiere de menor tiempo de maduración en sus proyectos, todo lo cual es particularmente importante en la presente coyuntura.
- Aprovecha materias primas locales y promueve el desarrollo regional, especialmente en ciudades de tamaño reducido y medio.
- Es una instancia para la formación de empresarios así como para la canalización del ahorro familiar y de los excedentes generados a nivel regional.
- Capacita mano de obra de escaso o nulo nivel de calificación previa.
- Genera mayor ocupación por unidad de capital invertido.
- Presenta una menor dependencia relativa del exterior, ya que aprovecha en mayor grado recursos, maquinaria, equipo y ahorro domésticos.

\* Fuente: Encuesta 1987, pag 170, SECOFI.

\*\* Idem, p. 172.

\*\*\* Idem, p. 174.

- Constituye un elemento de equilibrio en los mercados al alentar la competencia, lo que beneficia al aparato productivo y al consumidor.
- Significa una alternativa para el desarrollo de empresas del sector social.\*

### PROBLEMAS ESTRUCTURALES Y COYUNTURALES

Frente a la tendencia de crecimiento del aparato industrial del país en las últimas décadas, la industria mediana y pequeña ha venido acumulando problemas que limitan su desarrollo, generación de excedente económico y su óptima contribución a los fines del proyecto nacional. Por lo que se refiere a este aspecto, cabe destacar principalmente la concurrencia de los siguientes factores:

- Inestable y oneroso acopio de insumos, derivado de la necesidad de acudir a detallistas en virtud de los escasos e irregulares volúmenes de demanda, así como dificultad para la adquisición de maquinaria, equipo y refacciones.
- Subutilización de la capacidad instalada, causada por la obsolescencia de las tecnologías aplicadas, la escasa posibilidad de programar la producción y el acceso limitado a los servicios de ingeniería y consultoría.
- Bajo nivel de desarrollo tecnológico.
- Administración poco actualizada y sistematizada, que conduzca dificultades para evaluar resultados y aplicar métodos modernos de costos, producción y mercadeo.
- Carencia de personal técnico y administrativo suficientemente calificado para asimilar nuevos procesos de producción.
- Limitado uso de los apoyos e incentivos que ofrece el sector público, originado por insuficiente información, complicada tramitación y centralización administrativa de los mismos.

Adicionalmente, el funcionamiento del mercado ha restringido paulatinamente la participación de la industria mediana y pequeña en la demanda interna y ha impedido su incorporación regular a la exportación, algunos de los principales problemas que enfrenta son:

- Dificultad en el acceso a recursos crediticios, resultante de una estructura generalmente débil, que obstaculiza asumir las garantías requeridas.
- La tendencia a la concentración de la oferta, en diversas ramas industriales, hacia un número reducido de empresas, lo que se traduce, en condiciones difíciles para los productores pequeños.
- La insuficiente articulación entre la gran industria y las pequeñas y medianas, pues hay preferencia de las grandes unidades a integrarse verticalmente lo cual conduce, por una parte, a un escaso grado de integración industrial y, por otra, a que aquellas canalicen sus compras al mercado externo, limitando el desarrollo de las empresas del subsector, por el desconocimiento de sus posibilidades para la producción.

\* Fuente: Folleto, programa para el desarrollo integral de la IMP, pag. 12, SECOFI.

- Imposibilidad de negociar y cumplir las condiciones de las cadenas de distribución y mayoristas, debido a sus pequeños volúmenes de producción.
- Débil estructura promocional y publicitaria.
- Limitada capacidad para concurrir a los mercados de exportación, debido a la irregularidad en volumen y calidad de sus productos, así como a su débil estructura de comercialización y la complejidad de los trámites.
- Por otra parte, la difícil situación económica que vive el país, ha afectado a la industria mediana y pequeña en renglones fundamentales. Principalmente, se ha manifestado en el abatimiento de la demanda, escasez de materias primas, falta de divisas, descenso de la capacidad de pago y limitaciones del mercado financiero. Adicionalmente, la inseguridad generalizada por los altos niveles inflacionarios y la inestabilidad de los mercados, ha provocado una brusca disminución de la capacidad utilizada, especialmente en ramas como la metal-mecánica y bienes de consumo duradero, poniendo en peligro la permanencia de muchas fuentes de trabajo.
- Aún cuando las acciones contenidas en el Programa para la Defensa de la Planta Productiva y el Empleo han permitido enfrentar esta situación, es necesario enfatizar el esfuerzo que se lleva a cabo en el ámbito de la industria mediana y pequeña, con el propósito de asegurar su funcionamiento y su contribución a la recuperación del aparato productivo nacional.\*

## 2.7.2 POLITICAS, ESTRATEGIAS, INSTRUMENTOS DE APOYO

### POLITICAS Y ESTRATEGIAS

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) está encargada de coordinar en forma integral las actividades que permitan apoyar y fomentar de manera eficiente la instalación y operación de las industrias pequeñas y medianas (IMP).

**Se entiende que la posición tecnológica de la IMP en México puede mejorar considerablemente. La flexibilidad y potencialidad productiva de estas empresas debe ser aprovechada, utilizando instrumentos adecuados, fortaleciendo la vinculación entre las diferentes escalas productivas, y a través del uso de tecnologías apropiadas.** De este modo será posible apoyar los esfuerzos que las empresas realicen para introducir nuevos productos o procesos. Para mejorar la calidad y presentación de los mismos, tanto para el mercado interno como para exportación o subcontratación. **Todo ello contribuirá a reducir la brecha tecnológica que nos separa de los países industrializados y evitar el fracaso de muchas pequeñas empresas por falta de conocimiento y previsión tecnológica.**

\* Fuente: Folleto programa para el desarrollo integral de la IMP, pag. 14 SECOFI.

## INSTRUMENTOS DE APOYO SECOFI

a) Adquisición y contratación de bienes y servicios en común: cooperativas de producción industrial, uniones de crédito.

b) Estímulos fiscales, apoyo para obtención de financiamiento preferencial, adquisiciones del gobierno federal. Subcontratación de procesos industriales. Bolsa de residuos industriales.

c) Apoyo tecnológico, capacitación empresarial y de mano de obra, centro de documentación.

En referencia al estudio de caso (capítulo siguiente) ampliamos algunos conceptos que tienen relación con el apoyo para la realización de proyectos de desarrollo tecnológico para la PMI.

**ESTIMULOS FISCALES:** Son instrumentos de fomento industrial respaldados por un conjunto de disposiciones legales tendientes a favorecer la creación de empleos, la inversión, el aprovechamiento de la capacidad instalada y el desarrollo regional equilibrado.

Los criterios básicos para su otorgamiento son los siguientes:

- Para actividades industriales prioritarias a nivel regional y nacional.
- Por ubicación o reubicación en zonas prioritarias.

Apoyo para la obtención de financiamiento preferencial: El financiamiento es otorgado a través de los fondos de fomento federal (FOGAIN, FOMEX, FONEI, etc), y es un instrumento fundamental para impulsar el desarrollo de la IMP, pues se otorga en condiciones favorables para el empresario y con tasas de interés ventajosas.

La SECOFI brinda orientación y asesoría a los industriales para obtener financiamiento, ya que cuenta con información autorizada de los programas que llevan a cabo los fideicomisos de fomento, sus características, requisitos y procedimientos específicos, todo ello permite relacionar al industrial con las opciones financieras adecuadas.

Observación: Al comentar este tipo de financiamiento con un industrial, según su opinión no es atractivo, manifestó que la tasa era más alta que la que ofrecían los bancos internacionales. Opinión con la que concordamos pues si se cumple en forma internacional los apoyos deberían tener similares niveles.

**APOYO TECNOLÓGICO:** Con el propósito de fortalecer las actividades productivas de la IMP, se propone su vinculación con el Sistema Científico y Tecnológico del país.

Los principales actividades del programa son:

- Fomentar la creación y desarrollo de bolsas de tecnologías transferibles y de maquinaria usada.

- Realizar diagnósticos en núcleos industriales para generar procesos de desarrollo tecnológico.
- Apoyo para que la IMP utilice los servicios que ofrecen las firmas de Ingeniería y consultoría nacionales.\*

## PROGRAMA DE RIESGO COMPARTIDO

En nuestro país la industria, mediana y pequeña, ha estado generalmente rezagada en cuanto a los avances tecnológicos, y marginada de las mejoras que se reflejan en una optimización de los medios de producción, que la tornarían más eficiente y competitiva.

**El Programa Riesgo Compartido es un instrumento de fomento al desarrollo tecnológico nacional, que el CONACYT opera estimulando con recursos económicos la inversión en tecnología endógena que genere el sector productivo.**

El propósito del Convenio es financiar, a partes iguales, con industrias medianas y pequeñas, proyectos de adaptación, adopción, optimización o innovación tecnológica para: **Procesos, Productos y Equipos.**

Cubre proyectos desde su etapa de concepción hasta que la tecnología desarrollada se valide por medio de un prototipo o unidad piloto y, que la información obtenida permita el escalamiento de la solución a nivel industrial, para que de esta manera el proyecto una vez concretado pueda reproducirse.

### ¿Quiénes participan?

- Las industrias de transformación mediana y pequeñas, mexicanas en términos de la ley, con necesidades tecnológicas para atacar una oportunidad de mercado, sustituir importaciones o aprovechar su capacidad instalada.
- Los centros de investigación con capacidad para ejecutar proyectos de investigación o desarrollo tecnológico. Es decir, instituciones de investigación privadas, públicas o autónomas, incluyendo firmas de ingeniería y empresas productivas con capacidad tecnológica.

### ¿De qué apoyo se dispone?

El apoyo financiero se otorga para cubrir dos aspectos fundamentales:

1. Estudios tendientes al diseño de proyectos. SECOFI-CONACYT ponen a disposición de los industriales el 50% del costo total de los servicios técnicos necesarios, para la realización de estudios encaminados al diseño de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

2. Proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

CONACYT proporciona financiamiento por el 50% del costo total del proyecto; de conformidad con las bases de operación del Programa de Riesgo Compartido de CONACYT, el resto aporta la empresa solicitante.

\* Fuente: catálogo de servicios y apoyo para la IMP, pag. 7 y 10 SECOFI.

Si las ventajas del proyecto de investigación o desarrollo tecnológico no cumplen con lo acordado, CONACYT condona la obligación de reintegrar el financiamiento.

En caso de que los resultados del proyecto sí responden a lo convenido, de acuerdo con las necesidades del sujeto de apoyo, éste reintegra a CONACYT el financiamiento en condiciones preferenciales.\*

### 2.7.3 LA PEQUEÑA Y MEDIANA INDUSTRIA EN ITALIA

Hemos incluido este tema, pues tiene relación tecnológica con el proyecto y estudio de caso. Como proyecto, por ser la mejor referencia de comparación, y como PMI por coincidir con una trayectoria de desarrollo tecnológico.

Hasta la fecha el sistema de desarrollo en Italia ha evolucionado en forma adecuada, manifestándose el papel de la PMI como base de la tecnología y economía de ese país.

Como sabemos Italia y México tienen realidades diferentes, sin embargo se considera que hay elementos valiosos de posible aplicación en la PMI mexicana y, particularmente para la empresa, estudio de caso. Veamos:

Nota: para este tema, PME significa pequeña y mediana empresa, es equivalente a PMI.

**En particular en los años setenta, la PME experimentó en Italia un rápido desarrollo económico en el cual reestructuración, innovación tecnológica, crecimiento de la inversión, capacidad de comercialización y modernización administrativa fueron los rasgos principales.** La reducción de las diferencias de productividad entre estratos constituyó uno de los indicadores de esta evolución.\*\*

### EXPLICACION DEL DESARROLLO DE LA PMI EN ITALIA

Entre las múltiples interpretaciones que se han formulado para explicar el papel de la PME en Italia, se destaca aquella que considera que Italia no tuvo un desarrollo dual, sino que éste se produjo de acuerdo con tres modelos diferentes:

- a) El de las regiones más industrializadas del norte, con una estructura constituida por grandes empresas. Sin embargo, para sobrevivir, esta estructura tuvo que crear una red de PME, descentralizando gran parte de la producción con el propósito de mantener la flexibilidad.
- b) El de las regiones subdesarrolladas del sur, donde junto a polos de industrialización existe una estructura muy tradicional en microempresas, que sobreviven gracias a la asistencia del Estado y a la evasión de las obligaciones fiscales.

\* Fuente: folleto: convenio SECOFI-CONACYT para apoyar el desarrollo tecnológico de la IMP, págs. 1, 3 y 4, SECOFI.

\*\* Fuente: Serie temática IMP # 3, Políticas de fomento a la IMP, 1987, pag 27, SECOFI.



c) El de la llamada "Tercera Italia", representada por las regiones centrales y del noreste, donde la PME es la estructura industrial más importante, con características dinámicas y presencia en los mercados nacionales e internacionales.

Es posible afirmar que el desarrollo de la PME es el resultado de la combinación de factores de orden social, político y económico. Entre éstos, los más importantes en relación con el desarrollo de la Tercera Italia son:

a) La elección del producto y del tipo de actividad industrial se realizó tras la consideración de los conocimientos técnicos y tradicionales de cada área, aprovechando las especializaciones artesanales, las posibilidades de utilizar el bajo costo de la mano de obra y de subdividir el proceso productivo entre empresas.

b) La división del trabajo entre empresas (administración, exportaciones, créditos, etc).

c) En algunos casos, un sistema de empresas se desarrolló bajo el liderazgo de una empresa capofila (situada a la cabeza de un grupo de empresas).

d) Otro factor muy importante para el desarrollo de la PME es la productividad y el volumen de las inversiones.\*

## LA "MODERNIZACION" DE LA PME

En la década de los años setenta, la PME italiana experimentó importantes cambios que le permitieron salir adelante, superando situaciones asistenciales y enfrentando una nueva y elevada competencia en los mercados. Se produce una transformación en la figura del empresario, quien pertenece ya a una segunda o tercera generación y se caracteriza por un gran profesionalismo, logrado con la experiencia y con un elevado nivel de instrucción. Se producen cambios en la organización de la empresa, en las tecnologías de gestión y de producción. En particular, se asiste a una evolución de la PME, la que pasa de un desarrollo extensivo -basado en una oferta elástica de la fuerza de trabajo- a un desarrollo intensivo, donde el elemento de dinamización está constituido por la tecnología y la innovación. \*\*

## EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

La experiencia de la PME puede dividirse en dos fases. La primera corresponde aproximadamente al decenio de 1970. En ella se han utilizado las nuevas tecnologías aprovechando sólo los aspectos directamente productivos (como ejecución de trabajos), sin realizar otras adaptaciones. Sin embargo, al final de la década este modelo demostró carecer de nuevas potencialidades. Empezó entonces una segunda fase en la cual la PME busca otras estrategias. Esta fase del desarrollo tecnológico se realizó bajo la forma de organizaciones inéditas, tanto a nivel de las empresas como de las áreas-sistema. Este proceso condujo al establecimiento de estrategias industriales

\* Fuente: Serie temática IMP #3, Políticas de fomento a la IMP, 1987, pag 32, 33 y 34, SECOFI.

\*\* Fuente: Serie temática IMP #3, Políticas de fomento a la IMP, 1987, pag 35, SECOFI.

colectivas en los sistemas de empresas donde antes sólo existía una integración productiva.\*

Sobre este tema tenemos algunas opiniones:

Algunas PMI de México tienen posibilidades de seguir el modelo italiano para su desarrollo, basado en una continua innovación tecnológica, que puede partir desde procesos artesanales y evolucionar sus sistemas de organización y tecnología.

A manera de ejemplo se verá la empresa, estudio de caso, que tiene todas las características señaladas y como ésta hay muchas otras (en diferentes áreas) en el país.

## 2.7.4 TECNOLOGIA, LOS BIENES DE CAPITAL EN IMP

¿Será posible y conveniente el desarrollo de tecnología en bienes de capital en la IMP?

Ha ocurrido con frecuencia que cuando se habla de impulso a la tecnología se piensa de inmediato en "alta tecnología" que poseen los países más industrializados, sin detenerse a reflexionar que la tecnología es tanto más válida y útil cuando se le relaciona con el momento histórico, con el grado de desarrollo alcanzado por la región y por la rama productiva y con las necesidades sociales que se pretende satisfacer... Un concepto erróneo de lo que es la tecnología, o una simple imitación de la tecnología de otros países, puede conducir a fracasos económicos. Por ejemplo, si la necesidad social y económica de nuestro país es crear empleo, una política tecnológica tendiente a desplazar fuerza de trabajo y a suprimir empleo tendrá evidentemente efectos negativos. La tecnología debe tener como objetivo satisfacer en mayor medida las necesidades sociales. En cuanto la tecnología se divorcia de las necesidades sociales comienza a generar más efectos negativos que positivos.(50) una falla del sistema industrial es el haberse centrado en la industria productora de bienes de consumo, dejando en el rezago a la industria productora de bienes de capital.

También hemos destacado el hecho de que la industria de bienes de capital no es necesariamente (aunque en algunos casos lo sea), la gran industria. Bienes de capital sobre todo para niveles de desarrollo como los que existen en 90% de los municipios mexicanos, que son municipios rurales, pueden y deben, ser producidos por la pequeña y la mediana industria.(51)

Es decir, se requiere tener mejores oportunidades en tecnología de bienes de capital importados o endógenos y de acuerdo a un análisis específico para cada caso, sin olvidar el momento histórico.

Debemos romper con el prejuicio de creer que la industria de bienes de capital necesariamente tiene que ser gran industria y de creer que la pequeña y mediana industria está destinada totalmente a ser industria de bienes de consumo. Este prejuicio proviene del hecho de que históricamente hemos tratado de copiar el estilo industrial de los países desarrollados y de que los propios países desarrollados han monopolizado la industria de bienes de capital dejando a los países subdesarrollados la tarea de producir bienes de consumo.(52)

\* Fuente: Serie temática IMP # 3, Políticas de fomento a la IMP, 1987, pag 36, SECOFI.

(50) Raúl Olmedo, op. cit.

(51) Idem., p. 35.

(52) Idem., p. 22.

Tengamos presente que desarrollo de tecnología, va desde una herramienta manual, un equipo para producir X producto, alguna mejora o adecuación hasta un robot: depende de las necesidades a que se enfrente la solución.

Ahora bien, la pequeña y mediana industria es la más apta para desarrollar tecnología nacional y producir bienes de capital, pues no requiere de grandes capitales ni de procesos productivos demasiado complicados o sofisticados. (53)

Estamos de acuerdo con la aseveración de líneas anteriores pero es necesario hacer estudios previos (de factibilidad) para evaluar y determinar con precisión el tipo del proyecto, y si su tamaño es idóneo a la PMI.

Como hemos visto los bienes de capital se pueden desarrollar a todo nivel.

El desarrollo industrial no se puede lograr únicamente en base a las grandes empresas. Existen ramas de actividad en las que por características de proceso y competitividad se requieren solamente plantas de gran escala; frente a estos casos aislados encontramos que en los sectores industriales es factible y deseable la presencia de pequeñas y medianas empresas, ya que constituyen la columna vertebral de nuestra economía. Estas industrias pueden atender con mayor eficacia campos que requieren reducidos volúmenes de producción en los que, en vez de aprovechar economías de gran escala, se requiere precisamente la manufactura en pequeña escala de artículos que pueden ser incluso de alta tecnología. (54)

Tal ha sido el caso de Italia.

Las empresas grandes, junto con las medianas y pequeñas, forman una especie de sistema ecológico en equilibrio donde todas las especies se complementan entre sí. En el caso de México, donde abunda la mano de obra y escasea el capital, la pequeña y mediana industria es todavía más importante, pues sabemos que la gran industria es el resultado de un elevado grado de concentración y centralización de fuertes sumas de capital. (55)

Tal vez nos hallamos en el umbral de una nueva época para México. Y como en todo lo que pretende ser nuevo, existe el necesario ajuste de cuentas con lo viejo y caduco. Nos resistimos a pensar que la actual crisis sea el signo definitivo de un largo período de decadencia. Mas bien, se advierte en el ambiente político la voluntad de corregir el rumbo y entrar en la nueva época. (56)

Impulsar a la pequeña y mediana industria significa desencadenar una serie de transformaciones en el orden de la economía y de la cultura. Existen las condiciones favorables para ello. No sólo porque la situación económica lo amerita, sino también porque la voluntad política parece desearlo. (57)

La MPI es expresión del desarrollo de México, en un clima de democracia y libertad. Ha generado una cultura de trabajo, de tecnología y de distribución social que es ya un patrimonio valioso que debe preservarse y desarrollarse. (58)

(53) *Idem.*, p. 36.

(54) *Idem.*, p. 10 y 12.

(55) *Idem.*, p. 10.

(56) *Idem.*, p. 52.

(57) *Idem.*, p. 54.

(58) *Idem.*, p. 10.

**Algunas conclusiones:**

Existe apoyo del Estado y Centros de Investigación que se pueden aprovechar. Es prioritario que la PMI mejore la organización interna, la productividad en base a innovación tecnológica, para mejorar calidad, ser más competitivo en costos y tratar de manejar mayores volúmenes de producción. Es deseable optimizar la participación con la gran industria y la integración entre las empresas que conforman la PMI. Se entiende que la tecnología debe ser adquirida convenientemente, mejorada cuando sea posible y sobre todo debemos tratar de desarrollarla. Es necesario entender la importancia del papel que juegan los bienes de capital como inversión en el país, la PMI y cada empresa en particular.

La PMI debe evolucionar y responder a las necesidades de producción nacionales e internacionales, innovando sus sistemas productivos y de organización, camino que puede conducir al milagro mexicano como ha sido el caso italiano.

## 2.8 HIPOTESIS Y PROPOSICIONES

Dentro de las hipótesis y proposiciones podemos mencionar algunas como base de nuestro trabajo.

**Generales:** Es posible y más fácil el desarrollo e innovación tecnológica en la pequeña y mediana industria si se especifica y determinan las características y el contexto (interno y externo a la empresa) tecnológico con claridad. Características y contexto que muchas veces se desconocen o se descuidan, haciendo esto fracasar el proyecto.

Las formas de producción en México pueden ser claramente analizadas en la IMP, por ser representativa de nuestra cultura. Sin embargo es allí donde se da la problemática más compleja para solventar productos de bienes de capital y de consumo nacional por falta de una tradición tecnológica-cultural. Debemos entender la problemática que no es únicamente técnica sino que tiene una relación con el contexto económico, ideológico y social del país. Serán bases para su análisis los aportes tecnológicos pues la potencialidad y autonomía de la IMP puede ser el soporte que México requiere para su futuro crecimiento y desarrollo.

La generación local de tecnología en bienes de capital y nuevos productos, será la más valiosa estrategia de cambio en la IMP, paralelamente una mejor organización de empresarios y trabajadores, a fin de mejorar productividad y calidad. Se cuenta con la experiencia de muchos años y una cultura industrial natural por el crecimiento paulatino de este sector. El tipo de tecnología podrá adaptarse más fácilmente por ser diseñada acorde a sus condiciones. Por no ser tecnología de punta, es posible aprovechar la capacidad nacional y no requiere de gran inversión. Este cambio sólo será posible si el empresario se convence de su innegable potencialidad y se decide a invertir arriesgando su capital. El empresario deberá estar dispuesto a cambiar los sistemas obsoletos enfrentándose a la inercia tradicional. Este será el empresario del futuro.

Creemos (por nuestra experiencia) que hay un gran rezago metodológico y práctico en el proceso del desarrollo tecnológico, es decir, en investigación e innovación tecnológica (maquinaria) por falta de una práctica nacional.

**Las hipótesis específicas para el proyecto y estudio de caso:** Es posible diseñar, desarrollar e innovar tecnología en México para el proceso de formado de tapetes de mosaicos tipo veneciano de manera productiva y de acuerdo a la realidad y características nacionales.

La solución del equipo a diseñar estará limitado por la calidad del material y de esto dependerá su nivel de automatización y eficiencia.

## 3 ESTUDIO DE CASO

### 3.1 INTRODUCCION

En los capítulos anteriores tratamos los temas referentes a la tecnología y su contexto. Temas que no pueden pasar desapercibidos en nuestro tiempo, pues si los comprendemos y nos involucramos podremos tomar mejores decisiones y dar adecuadas soluciones a problemas particulares.

Tratamos el contexto latinoamericano y de México describiendo su experiencia pasada así como sus perspectivas en el desarrollo tecnológico. Se relevó la importancia de la generación de tecnología y, específicamente los bienes de capital como una base tecnológica sólida para el desarrollo nacional.

En el sector de la PMI "eje de este estudio", se mostró la importancia, debilidades, características, así como sus ventajas presentes y futuras. Fortaleza que puede ser la clave para el desarrollo económico, político, social y cultural de nuestro país. La PMI ha sido desfavorecida y muy mal aprovechada durante mucho tiempo, su situación es luchar por sobrevivir.

El desarrollo de este estudio intenta dar una visión de los alcances y la problemática por la que atraviesa la pequeña y mediana industria, cuando intenta integrar entre sus procesos el diseño y la innovación tecnológica. Se exponen y analizan hechos que evalúan una práctica dentro del diseño de bienes de capital centrándonos específicamente en su problemática, a la vez que se puntualizan algunos resultados y perspectivas del diseño de máquinas de producción en la PMI.

Los objetivos específicos de este estudio son: Exponer la Investigación, Diseño, Desarrollo e Implantación del proyecto "máquina para formar tapetes de mosaicos tipo veneclanos."

El estudio de caso surge como una inquietud de exponer y analizar el proyecto como parte de una realidad del desarrollo de tecnología en la PMI, un intento de analizar (aparte de la participación técnica-práctica del proyecto) su contexto que es sumamente importante para el éxito posterior de implantación en la empresa industrial y en un sentido más amplio, detectar problemas por los que pasa la industria mexicana en su intento de innovar tecnología para así, entender un poco más la problemática que parece ser común en el proceso de innovación en la industria, sobre todo en la PMI.

Uno de los objetivos en este estudio es vincular la Ingeniería Mecánica con el enfoque del Diseño Industrial (teoría en combinación con la metodología) en una experiencia práctica y llegar a plantear y/o cuestionar criterios para determinar las posibilidades que ofrece el desarrollo tecnológico local, para la pequeña y mediana industria, intentando así aportar y retroalimentar las experiencias del desarrollo tecnológico.

Se manifiesta la necesidad de un cambio en el enfoque tradicional del diseño mecánico, pues se han observado fracasos en la etapa de innovación. Creemos que se requiere de mayor análisis y/o conocimiento para entender la dificultades de diseño, aprovechar sus bondades, trabajar adecuadamente con el contexto del proyecto en las diferentes etapas de su desarrollo, entender el contexto tecnológico, cultural y su entorno en la planta. Y finalmente llegar a entender el diseño mecánico desde su origen hasta su posible innovación en la industria.

Pretendemos cuestionar si realmente se podría hacer T en la PMI así como las ventajas que ésto comportaría y señalar algunas perspectivas de la PMI innovadora tecnológicamente.

Otro objetivo es el deseo de plantear criterios útiles en los proyectos de diseño de maquinaria y equipo para la industria nacional, así como la transmisión de la experiencia en proyectos de riesgo compartido.

El estudio de caso cronológicamente se dividió en dos etapas: La primera dentro de un contrato de riesgos compartidos que se caracterizó por ser una investigación compleja "el diseño del equipo" donde intervendrían diferentes enfoques difíciles de hacer coincidir: El de la Industria, el de la Universidad y el de los Instrumentos del Estado.

La segunda etapa, fuera del contrato, forma parte de la investigación personal por la necesidad de ir más allá: "Evaluar el producto de diseño" como parte un desarrollo tecnológico. En esta etapa se demostró la importancia del seguimiento de un proyecto como parte del proceso de desarrollo tecnológico. Se manifiestan otro tipo de factores no sólo técnicos, sino también ideológicos, de organización, políticos, económicos y culturales. Problemas por los que atraviesa el proyecto antes de ser innovado, es decir, para que sea posible su implantación y aceptación en su contexto de trabajo, que realmente es el objetivo final.

El estudio termina con una evaluación general del proyecto hasta este momento respecto al contexto tecnológico de la empresa. Llegando así, a ciertas observaciones y conclusiones personales como parte de la experiencia adquirida durante la participación y seguimiento del proyecto. También se hace un pequeño estudio sobre la empresa por sus características innovadoras como una IMP con grandes posibilidades en desarrollo tecnológico y sus limitaciones. Concluye con algunas observaciones y recomendaciones.

Como se ve, se trata de todo el ciclo de un problema desde su inicio, los intentos por darle solución y, los resultados hasta este momento.

El estudio trata de puntualizar "lo que fue el proyecto" y lo que continúa con la siguiente etapa. "¿Qué es del proyecto?". La problemática a la que se enfrenta por la suma de intereses que se combinan en estas tentativas por crear tecnología propia y, que nos objetiva parte de una realidad donde se manifiestan las fallas, pero también los frutos de una naciente tecnología nacional. El estudio se enriquece al relacionar su contexto con el de la PMI que es donde se extrapola y, por lo tanto, tiene que ver con una problemática nacional en cuestión de desarrollo tecnológico. Se concluye tratando de llegar hacia algunas conclusiones.

Este estudio quedó limitado solamente a lo que se han considerado los aspectos más importantes de sus diferentes etapas, ya que en 5 años de investigación y seguimiento surgieron muchos factores que se podrían exponer y analizar perdiéndose los objetivos particulares de este estudio.

## EL PROYECTO

El problema y objetivo general del proyecto consistió en crear (inventar) y desarrollar en México, un sistema que sea capaz de sustituir varias tareas manuales (proceso artesanal), por una o varias en forma automatizada, superando en esta manera un "cuello de botella" y mejorando a la vez la productividad de la empresa. El equipo no existía en el mercado, motivo por lo cual se decidió acudir a la UNAM para compartir la investigación del proyecto, participación que se mantuvo durante 5 años.

El proyecto o "diseño" se distinguió por no haber antecedentes técnicos de este tipo de equipos, por lo que la investigación se inició desde la observación del proceso artesanal, hasta intentar llegar a un prototipo de máquina que lograra el mismo proceso con mayor productividad (se pensó en una máquina automática); para intentar dar solución a un "cuello de botella" en el proceso de producción de la industria.

El problema principal y su limitación radicó en la medida de manejar, dosificar, orientar y posicionar el material (mosaico) irregular (en forma y tamaño) con alto grado de automatización, problema que es de fácil solución cuando se trata de piezas regulares.



## 3.2 CONCEPTOS Y CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MAQUINAS

### ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE LOS PROBLEMAS DEL DISEÑO DE MAQUINAS

¿Qué se puede hacer para desarrollar el diseño mecánico nacional? ¿Será cambiar el enfoque tradicional de acuerdo a una conciencia no enajenada y enfocarlo a nuestras necesidades, aspiraciones y características?

Ya no es suficiente saber que en un proyecto de diseño influyen gran número de variables tales como económicas, políticas, sociales, culturales, etc., ahora hay que trabajar con ellas. Pensamos que actualmente, la mejor forma de trabajar es interdisciplinariamente, y que la vinculación entre instituciones del estado, centros de investigación y de la empresa es la mejor forma para conseguir el desarrollo tecnológico del país. La teoría unida a la práctica es la alternativa más viable para el desarrollo. Es el momento de hacerlo.

Un problema a salvar es el concepto que todavía tiene la mayoría de gente, incluyendo industriales, concepto que afirma que todo lo relacionado con el diseño de máquinas, procesos productivos y otros bienes de capital, es exclusivo de los Ingenieros. Esto debido a las condiciones del momento o de la época fue aceptable en el pasado pero en la actualidad, a consecuencia de la amplitud de áreas que abarca el paquete tecnológico, es necesario trabajar los proyectos como grupo interdisciplinario. Estudiando Ingeniería de ninguna manera se especializa en el área de diseño, que como se entenderá, es un campo muy amplio.

Sin embargo, por las circunstancias de la industria nacional se hacen tareas de diseño que aunque técnicamente logren elaborar el objeto físicamente, no se llega a buenos resultados en el objetivo final: "la innovación"; por lo tanto, el efecto económico esperado por la empresa, dependiendo del nivel tecnológico del proyecto, puede tener relación importante con el sistema tecnológico-económico del país. En este sentido se cometen muchos errores.

Se ha observado la necesidad de trabajar en equipo con elementos de diferentes disciplinas, entre las que se encuentran: las ingenierías en electrónica, computación, industrial, mecánica, sistemas, ecología, química, alimentos, materiales y algunas otras ramas para la parte funcional técnica. Además la mercadotecnia, sociología, psicología, antropología industrial, economía, contabilidad y administración, etc. dependiendo de la conexión de las áreas del proyecto.

Cuando se trata de objetos, entre ellos bienes de capital, es recomendable la participación del diseño industrial para adecuar la forma funcional-estética, consideramos además al diseño como medio de vinculación entre las diferentes áreas por ser un estudio multidisciplinario. Otra especialidad que aún que no es muy conocida en México "la ergonomía", es de gran utilidad en los proyectos pues realiza análisis para la adecuación del objeto con el usuario. Es una disciplina que estudia la relación del hombre

con su contexto, ya sea físico o psíquico, pensamos que es de suma importancia para el uso del objeto (máquina) y vital para la etapa de innovación.

Como se comprenderá realizar la coordinación de todos los elementos no es fácil, lo más adecuado sería un centro de investigación multidisciplinario o trabajar en pequeños equipos relacionados por un eje vertebrado y común: la búsqueda de la innovación tecnológica y el desarrollo nacional.

En nuestra limitada experiencia dentro del área de diseño hemos observado un problema que vale la pena comentar: al iniciar un proyecto se cometen muchos errores por no dar el tiempo debido ni la atención adecuada a conocer bien las características del problema. Por lo que a la metodología de diseño se refiere se hace patente la importancia de **detectar los problemas, analizarlos y comprenderlos**. Aunque esto parece lógico y aparentemente sencillo, se ha observado que no se hace como se debiera pues se dedica poco tiempo y se da poca importancia a estas etapas, reflejándose luego en fallas de enfoque sobre la solución, en desgaste de tiempo al reiniciar el análisis del problema todo lo cual conlleva altos costos y la mayoría de las veces fracasos.

Conocer, analizar y entender el problema es poder determinar con un enfoque crítico las necesidades del proyecto en sus diferentes aspectos, así como sus características y objetivos. Para en consecuencia poder determinar factores como son: el nivel tecnológico adecuado a las circunstancias del problema a la vez que determinar el proyecto en lo que sería: tiempo y costo, nivel óptimo de producción, nivel de automatización, etc.. Es decir economía en el diseño y en su operación. Se debe contemplar lo que será la adecuación de la máquina al ser humano y al contexto, además las características estéticas y la cultura industrial.

En los últimos años, la formación académica, en muy pocas universidades, ha tenido cambios favorables en el sentido del diseño. En el caso de la Facultad de Ingeniería (F.I.), UNAM, con la formación del Centro del Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica, se ha comenzado a dar una formación más definida hacia el diseño mecánico (tecnológico) en combinación con la práctica. Sin embargo, todavía el criterio no es muy amplio ya que aunque existe una práctica en proyectos, sigue siendo técnica y todavía no se logra integrar con efectividad las diferentes disciplinas que ayuden a comprender la problemática del diseño en el área tecnológica-económica, tecnológica-política, tecnológica-cultural, tecnológica social...; que si bien se ven ajenas a la ingeniería, están inmersas en un problema de diseño, relacionado con nuestra sociedad. No es indispensable que un Ingeniero domine estos temas, pero sí que reconozca la necesidad de apoyarse con otros profesionistas que pueden participar en el proyecto, y que tenga la capacidad de vincularse y trabajar con ellos en conjunto.

## CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MAQUINAS

En la siguiente parte se darán algunos criterios muy generales sobre el diseño de máquinas. Se aclaran algunos términos básicos con los que se han tenido problemas de

comunicación durante el transcurso del proyecto y que pensamos será de utilidad recalcar, al menos para el estudio.

Basándonos en la obra de P. Orlov (59), señalamos a continuación algunos criterios de diseño de máquinas, son válidos en muchos aspectos, sobre todo en lo técnico-económico. Dice Orlov:

### REGLAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE MAQUINAS

Al diseñar máquinas se aconseja regirse por las siguientes reglas fundamentales:

- Subordinar el diseño al problema de mejorar el efecto económico que se determina, en primer lugar, por la eficiencia de la máquina, su longevidad y el costo de los gastos de explotación durante todo el periodo de uso de la máquina. En la práctica los gastos en la reparación pueden alcanzar una magnitud muy grande, sobrepasando en algunos casos varias veces el costo de las máquinas. A veces, los gastos en la reparación absorben una gran parte de los beneficios producidos por la máquina, lo que hace no rentable la explotación de la misma.
- Tratar de conseguir el aumento máximo de la eficiencia por medio de la elevación de la productividad de las máquinas y el volumen de las operaciones que éstas ejecutan. **A la máquina se le debe dar la mayor productividad posible, de acuerdo con las exigencias reales de la producción y con las perspectivas de su desarrollo.\***
- Tratar de conseguir por todos los medios posibles reducir los gastos en la explotación de las máquinas, disminuyendo el consumo de energía, el costo del entretenimiento y la reparación.
- Elevar al máximo el grado de automatización de las máquinas con el fin de aumentar la productividad, mejorar la calidad de la producción y reducir los gastos en la mano de obra.
- Tender a satisfacer las necesidades de la economía nacional con el número mínimo de producción de máquinas a base de aumentar la eficiencia y la longevidad de éstas.
- Diseñar la máquina teniendo en cuenta la explotación sin reparaciones, con la liquidación completa de las reparaciones generales, y con la sustitución de las reparaciones de restauración por el completamiento de la máquina con piezas intercambiables.
- Las tareas técnicas deben ser enfocadas críticamente. El constructor debe conocer bien la rama de la industria para la cual se proyecta la máquina. Este está obligado a comprobar la tarea y en los casos indispensables demostrar fundamentalmente la necesidad de su corrección.
- El enfoque crítico es particularmente necesario en los casos que cliente es una planta o una rama de la industria. No siempre se tiene en cuenta la circunstancia de que desde el momento en que se inicia la elaboración del proyecto hasta el plazo para introducir la máquina en la industria pasa un determinado periodo, como regla, tanto más largo cuanto más compleja sea la máquina.
- Con el curso del tiempo se elevan los índices técnico-económicos de las máquinas, crece su potencia y productividad, aumenta el grado de automatización, la seguridad de funcionamiento y la longevidad. Simultáneamente con el perfeccionamiento aparecen nuevas máquinas de la misma designación, pero, en principio, con otros esquemas

constructivos. En la emulación vencen las construcciones más estables y progresivas.

Este fenómeno se ha comenzado a dar después del prototipo entregado por parte de la misma empresa.

- Con frecuencia el diseñador pierde sin querer la objetividad, no ve los defectos de la variante con la que se encariñó y la posibilidad de otras alternativas.

Nosotros complementamos estas reglas con los siguientes puntos:

- Determinación de la forma de uso en base a estudios ergonómicos.
- Complementar el diseño final con estudios de productividad dentro de la etapa de innovación en la empresa.
- La productividad no es sólo función de la automatización.

## CONCEPTOS COMPLEMENTARIOS PARA EL ESTUDIO DE CASO

**EFICIENCIA:** La eficiencia se expresa por el costo de la producción o por el trabajo útil que cumple una máquina en la unidad de tiempo. La magnitud de la eficiencia depende de la productividad de la máquina.(60)

**PRODUCTIVIDAD:** Es la relación entre producción e insumo. Relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla (relación output-input). En un equipo sería los beneficios de producción de lo invertido.(61)

**LONGEVIDAD:** La longevidad de la máquina es el tiempo total que ésta puede funcionar a un régimen nominal en condiciones de explotación normal sin reducción esencial de los fundamentales parámetros previstos, teniendo en cuenta todas las reparaciones siendo su costo sumario económicamente admisible.(62)

**AUTOMÁTICO:** Adj. Se dice de lo que se regula mecánicamente sin la intervención del hombre. Ciencia que trata de sustituir en un proceso al operador humano por un dispositivo mecánico o electrónico.(63)

**AUTOMATIZACION:** Acción y efecto de automatizar. Funcionamiento de un aparato, un proceso o todo un conjunto de máquinas, controlado automáticamente por medio de computadoras y otros dispositivos electrónicos.(64)

**LINEA DE PRODUCCION:** La línea de producción se caracteriza por el movimiento

\* Nota: La anterior recomendación sería aplicable a nuestro proyecto de estudio.

(59) Orlov P. *Ingeniería de Diseño*. URSS, Mir, 1ra. ed., 1974, Vol. 1, p. 85 a 87.

(60) Orlov P., op. cit., p. 23.

(61) Organización Internacional del Trabajo. *Introducción al Estudio del Trabajo*, México, Limusa, 3ra. ed., 1988, p. 4.

(62) Orlov P., op. cit., p. 25

(63) *Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado*, México, Selecciones del Reader's Digest, 1981, p. 312

(64) Idem., p. 312

regular y continuo de materiales desde su almacén hasta el producto acabado, a través de las necesarias etapas de fabricación. La línea de producción requiere un trazado racional y a menudo, aunque no necesariamente, implica el uso de sistemas de cintas transportadoras.(65)

**LAS INNOVACIONES GRADUALES:** Las innovaciones graduales son aquellas que no cambian sustancialmente los productos, procesos, materias primas, equipos u operaciones existentes, y por lo general requieren de inversiones significativas. La gran mayoría de las innovaciones de este tipo responde a las necesidades de sobrevivencia de las organizaciones del sector productivo, y son factibles de realizarse con recursos propios de la empresa.(66)

**LA MANU-FACTURA:** La "manu-factura", es decir la labor a mano organizada, repartida y llevada a cabo en grandes establecimientos con o sin máquinas, dividió el proceso de producción en una serie de operaciones especializadas. Cada una de ellas fue efectuada por un trabajador especializado cuya destreza aumentaba en la medida que su función era limitada.(67)

**LA ADAPTACION:** La adaptación. Consiste en la adecuación de la tecnología a la capacidad requerida, a las condiciones físicas del lugar de instalación y a los recursos materiales y humanos disponibles en el sitio de la planta.(68)

**TECNOLOGIA DE PRODUCTO:** Por tecnología de producto se entiende la parte del paquete tecnológico relacionada con las normas, las especificaciones y los requisitos generales de calidad y presentación que debe cumplir un bien o servicio. Si deseáramos armar un paquete en el que la tecnología de producto fuera predominante, tendríamos que concentrarnos en la información relativa a la descripción y los dibujos del producto, a los manuales de uso, aplicación y mantenimiento del mismo, a las fórmulas y composiciones, a las especificaciones de la materia prima, a instructivos de ensamble, tolerancias, etc., así como a cuestiones de propiedad industrial tales como patentes y marcas.(69)

**TECNOLOGIA DE EQUIPO:** La tecnología de equipo se refiere a la parte del paquete tecnológico relacionado con las características que deben poseer los bienes de capital necesarios para producir un bien o servicio. En este caso, la parte medular de la tecnología se encuentra integrada a la maquinaria de producción, concentrándose el conocimiento tecnológico en la información sobre la fabricación del equipo, sus especificaciones, manuales de uso y mantenimiento, listas de refacciones, etc.(70)

**LA TECNOLOGIA DE PROCESO:** La tecnología de proceso es la parte del paquete tecnológico relacionada con las condiciones, procedimientos y formas de organización

---

(65) Giedion Siegfried. *La Mecanización Toma el Mundo*. Barcelona.Gustavo Gill, Ira. ed. en esp. 1978, p. 94.

(66) Cadena, et al., op. cit. p. 34.

(67) Mumford Lewis. *Técnica y Civilización*. España.Alonza Editorial, Ira. ed. en esp. 1971, p. 161, 162.

(68) Perez L.Marisol et al. compiladores, op. cit., p. 157.

(69) Cadena, et al., op. cit., p. 19.

(70) Idem., p. 19.

necesarios para combinar insumos, recursos humanos y bienes de capital de la manera adecuada para producir un bien o servicio.(71)

**LA TECNOLOGIA DE OPERACION:** La tecnología de operación es aquella que se refiere a las normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso y que son necesarias para asegurar la calidad, la confiabilidad, la seguridad física y la durabilidad de la planta productiva y de sus productos.(72)

### 3.3 ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y ESTUDIO

#### EL PROYECTO

Don Manuel Perdomo, Gerente General de la empresa "Mosalcos Venecianos de México, S.A. de C.V." (Empresa), se enteró a través de un estudiante, de las actividades del "Centro de Diseño Mecánico e Innovación Tecnológica" (CDMIT), Facultad de Ingeniería, UNAM. Don Manuel Perdomo realizó una visita al CDMIT en el año de 1983 y expuso su inquietud al jefe del centro de diseño en ese entonces, Ing Alberto Camacho. Se buscaba la posibilidad de generar la tecnología de una máquina que sustituyera el trabajo manual, que era el "cuello de botella" del proceso de formado del tapete de mosaicos tipo veneciano. De común acuerdo se decidió hacer un pequeño estudio como anteproyecto a mediados del mismo año, con el fin de conocer mejor el problema y así observar con mayor precisión sus características y posibilidades.

Por parte del CDMIT se hicieron visitas a la planta para observar el proceso. Se realizaron algunas pruebas en modelos para ver el comportamiento del material. Paralelamente se investigó sobre la posible existencia en el mercado nacional y extranjero de cualquier tipo de información relacionada con el problema. Efectivamente, como decía el empresario, no existía en el mercado una maquinaria adecuada a sus requerimientos. Los antecedentes en este tipo de tecnología fueron escasos. La poca información que se obtuvo fue la que nos proporcionó la empresa. A decir de Don Manuel Perdomo, existía tecnología en Italia, había allí una máquina que aunque no era perfecta, hacía parte de la tarea, sin embargo, no fue posible negociarla porque no era comercial.

Por el contrario era exclusiva de la empresa italiana. Por su parte la empresa mexicana había investigado sobre su desarrollo pero llegó a soluciones con muchas limitaciones.

Terminado el anteproyecto a mediados de 1984 y conociendo el problema, se expuso al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) solicitando su apoyo. El proyecto reunía las características del programa llamado "Riesgos Compartidos". En los últimos meses de 1984 se llegó al convenio y se firmó el contrato tripartito para la realización del proyecto clave: PRT/MM/NAL/84/24/80, suscrito por "Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", la Universidad Nacional Autónoma de México y el CONACYT. Se

(71) Idem., p. 19.

(72) Idem., p. 19.

iniciaría el 13 de diciembre de 1984 y terminaría el 13 de junio de 1986. En dicho convenio se marcaron las principales cláusulas que regirían al proyecto; entre las principales cabe mencionar: el proyecto tendría una duración de 18 meses a partir de la fecha pactada; consistiría en diseñar y construir una máquina prototipo para el formado de tapetes, que realizara las operaciones en forma automática de: manejo, selección, orientación, y posicionado de mosaicos tipo veneciano; engomado y empapelado del tapete. El mosaico a usar sería de 20 x 20 x 5 milímetros; el tapete estaría formado por 15 mosaicos de ancho por 31 de largo (1 x 2 ft), la producción mínima sería de 250 tapetes por hora.

Con la firma del contrato quedó determinado el proyecto. El objetivo era diseñar y desarrollar una máquina que sustituyera el proceso artesanal del formado y empapelado del tapete con alto nivel de automatización y que cumpliera con las cláusulas del contrato.

Después de una prórroga de común acuerdo se hizo la entrega oficial el 30 de noviembre de 1987, quedando todavía la máquina en el CDMIT para hacerle algunos ajustes y finalmente se le trasladó a la planta el 29 de abril de 1988 para su adaptación, aspecto vigente hasta la fecha, ocasionado por situaciones que se comentarán en otra sección del presente estudio.

El alto nivel de automatización a que se pretendía llegar inicialmente fue el principal causante de nuestro retraso, razón por la cual el proyecto no se terminó a tiempo, dificultad creada en gran parte por las características irregulares del material. Después se explicara en detalle la complejidad del proceso que hubo que encarar.

## LA EMPRESA

"Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", es una empresa de capital 100% mexicano, iniciada en 1949 en Cuernavaca Morelos (CIVAC). La empresa tiene por objeto la producción y comercialización de varios tipos de recubrimientos de vidrio tales como: "Mosaicos tipo Veneciano", empleados para formar tapetes utilizados en recubrimientos de muros, baños y sobre todo para albercas en la industria de la construcción; y "Tipo Bizantino" para murales artísticos. La tecnología de este tipo de vidrio procede de Italia, razón por lo cual la industria nacional en sus inicios se vio altamente influenciada por aquella. Paralelamente a su desarrollo, la empresa realizó investigación sobre el proceso logrando mejorarlo en algunos aspectos.

Actualmente la tecnología para producir el mosaico es en gran parte desarrollada y aplicada en la propia industria, demostrando independencia total respecto a otros países. Por largo tiempo su competencia en el mercado nacional del mismo tipo de producto era nula, pues debido a su política y al desarrollo de su tecnología logró quedar como única industria de su tipo en México de 18 plantas que existían en 1957. Recientemente, la competencia extranjera ha ingresado al país, por ello que cambiaron radicalmente las necesidades de la empresa.

A pesar de que la empresa cuenta con cierta tecnología en el formado de mosaico, ésta no ha sido suficiente pues una parte del proceso es totalmente manual. Es decir ar-

tesanal, motivo por el cual se solicitó la ayuda de la UNAM para llevar a cabo la investigación que permitiera solucionar su "cuello de botella", para incrementar su productividad y poder ser más competitivos en México, con productos semejantes o equivalentes. Por otra parte, se pretende entrar en el mercado de los Estados Unidos de Norteamérica que plantea necesidades y exigencias tecnológicas.

La empresa iniciada como pequeña industria fue organizada de acuerdo a las necesidades de aquel entonces, pero en la actualidad, sus características han cambiado ubicándola como mediana y con grandes posibilidades de convertirse en una gran industria. Se enfrenta a todo tipo de problemas característicos de estos niveles. Por tal motivo, se encuentra en una etapa de transformación y de redefinición de sus políticas y estrategias tendientes a cambios de organización.

### **BREVE HISTORIA DE "MOSAICOS VENECIANOS DE MEXICO, S.A. DE C.V."**

Como parte de la investigación del estudio, visualizando a la empresa como una PMI innovadora, es necesario dar una idea del desarrollo e innovación tecnológica que la misma ha impulsado desde sus inicios hasta la fecha. De esta manera que se puede ubicar su problemática, logros y planes futuros, para así desarrollar un adecuado análisis e investigación del estudio.

Los datos se basan en una entrevista a "Don Manuel Perdomo", gerente general de la empresa. El relata:

En el año de 1949 el General Don Manuel Perdomo deseoso de participar en actividades de la industria y con ayuda técnica de un vendedor italiano, (Sr. Demin), quien decía conocer la forma de producir mosaicos de vidrio tipo veneciano como en Italia, se motivó y dió inicio a la industria del vidrio (mosaico veneciano), en la ciudad de Cuernavaca Morelos, bajo las características de una pequeña industria. Debido a la falta de experiencia y la carencia de todo tipo de apoyo, incluido el tecnológico, se tuvieron muchos tropiezos ya que la experiencia del Sr Demin no fue suficiente con respecto a las exigencias del problema.

Tres años más tarde (1952), Manuel Perdomo Jr., quien en ese momento era estudiante universitario, decide continuar la labor de su padre contando con la ayuda de un financiamiento otorgado por el ejército. Con el apoyo de su padre logró traer de Italia un técnico especialista en colores (Sr Julio Ferro), quien poseía con una amplia experiencia en este tipo de procesos. Al mismo tiempo, pidió ayuda y asesoría a técnicos de "Vidriería México". Esto aunado a la experiencia desarrollada en la propia planta, permitió producir un primer muestrario de mosaicos de 2 x 2 cms de lado, rico en variedad de color, y comparable con los traídos desde Italia. Superándose en variedad de colores a los que se producían en México con tecnología italiana. En cuanto a la manera de formar el mosaico había una diferencia marcada, pues se había iniciado la investigación de un proceso (principios de los 60's), de formado por rodillos y flujo continuo que era distinto al italiano, ya que aquel requería de un sistema de proceso y dosificación que solamente se podía obtener bajo las condiciones tecnológicas italianas.



En ese entonces la competencia al interior del país (1954), consistía en unas 6 fábricas con tecnología probablemente italiana (se desconoce). Posteriormente la proliferación fue grande. Para 1957 habían ya 18 fábricas. Como estrategia se decidió fabricar en el año 1965, otra línea de producto "Mosaico Artístico tipo Bizantino" bajo la dirección de Jorge Rodríguez, alumno del Sr. Luis Escodeler de mosaicos Italianos, a quien se considera el creador de la escuela de este tipo de trabajo en el país. Con la asimilación de tecnología en la formación de colores (1967), se fabricó el material de la mayoría de los murales de Ciudad Universitaria en México, D.F.

Actualmente "Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", es la única industria de su tipo en México ya que a partir de 1967 la competencia empezó a decaer (Terminación de las Instalaciones Olímpicas del 68). Se cree que eso sucedió por no ajustarse a las necesidades cambiantes del mercado (nuevos productos, nuevos diseños, etc.), y por el estancamiento tecnológico que no les permitió abatir sus costos.

Esta etapa fue de gran trascendencia para la empresa al quedar como líder, percibiendo los primeros frutos del aporte de la tecnología desarrollada internamente. Para dar una idea del impacto frente a la competencia, comenta Don Manuel Perdomo (actualmente Gerente General de la empresa) a modo de ejemplo: a inicios de 1953 salimos al mercado ofreciendo a \$ 69.00 el metro cuadrado de Mosaicos Venecianos, compitiendo con el mosaico del mismo tipo de tecnología italiana, que aunque era de mejor calidad, por ser prensado, salía más caro, pero como la demanda era alta no hubo problema. Para el año de 1968, cuando se empezó a restringir el mercado, logramos competir reduciendo nuestros costos, vendiendo a \$ 29.90 el metro cuadrado, ofrecíamos un precio que significaba \$ 40.00 menos que la competencia.

Perspectivas: El empresario convencido que de la tecnología continúa dice: a pesar de que la tecnología lograda fue suficiente para quedar como líder en el país, ésta no se ha estancado ya que las necesidades actuales son mayores. Ahora necesitamos prepararnos para emular a la posible competencia externa (por la apertura de fronteras), en el mismo tipo de mosaico. A la vez es necesario rivalizar con los recubrimientos cerámicos, que aunque es otro tipo de material tiene aplicaciones semejantes. En un futuro próximo pretendemos entrar al mercado de los Estados Unidos de Norteamérica, donde las exigencias tecnológicas son mayores, y se requiere aprobar normas de calidad, presentación semejante, en cuanto a la unión del mosaico, al ofrecido con gota de plástico y malla de tela. También se desea diversificar la línea de productos.

Por nuestra experiencia pasada y por las necesidades que afrontamos, hemos decidido continuar con nuestro desarrollo tecnológico haciendo investigación de procesos alternativos. A la fecha, uno de nuestros principales problemas ha sido el manejo de material, el formado, empapelado y secado del tapete de mosaicos que básicamente es un proceso artesanal. Afortunadamente estos proyectos están muy avanzados (se refiere a los resultados del proyecto de estudio). Terminados estos proyectos comenzaremos a desarrollar la tecnología para incursionar al mercado de E.U..

El proceso actual de mosaico tipo veneciano es el más cercano posible a la industrialización, ya que el trabajo del "Mosaico Artístico tipo Bizantino", permanece ar-

tesanal y difícilmente puede ser industrializado. Reconocemos su característica propia de una tradición que por sí sola tiene su valor y es muy difícil producirlo por otro medio.

Observaciones: Dentro del mosaico tipo veneciano se piensa hacer otros desarrollos para formar murales diseñados o digitalizados por computadora, con lo que se ubicarían al nivel de la competencia internacional en este rubro. Actualmente se está trabajando como anteproyecto en este sentido. Por otra parte se está desarrollando tecnología para la fabricación de otros tamaños de mosaico tipo veneciano. Además de otro tipo de mosaicos para piso. Existe la preocupación muy seria tendiente a mejorar la calidad del producto y a buscar otros desarrollos tecnológicos que proyecten a la empresa al futuro.

La descripción anterior demuestra que aunque es una PMI, posee características netamente innovadoras a pesar de la problemática con la que se enfrenta cada vez que se experimenta un proyecto innovador. Además, hay el convencimiento firme respecto al desarrollo de tecnología desde hace mucho tiempo, pues siempre se ha estado dispuesto a invertir en desarrollo tecnológico.

### 3.4 DEFINICION, OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

#### DEFINICION DEL PROBLEMA

La definición de un problema de diseño no es tan simple de realizar, sobre todo, por el gran número de factores inmersos en el diseño. Sin embargo, una buena definición conlleva un buen porcentaje de la solución. Veremos como se planteó y definió el problema. Después de la experiencia adquirida a través del seguimiento del problema durante varios años, se plantearon algunos criterios que podrían ser útiles para otros proyectos. El problema se presenta gráficamente en la Fig. 1.

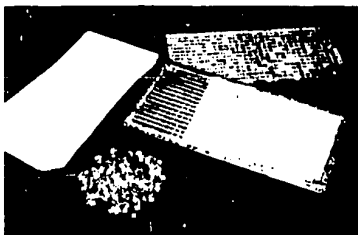
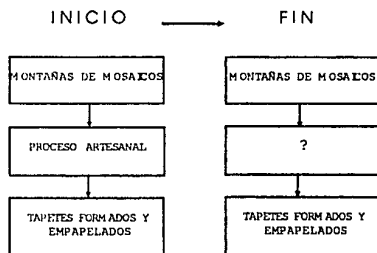


Fig. 1. Antecedentes y definición del problema. De un cerro de mosaicos formar tapetes.

La interrogante ( ? ) sería la búsqueda de algo que sustituyera al proceso artesanal. Una máquina que debería ser diseñada en base a características técnicas determinadas, a un costo y un tiempo fijos.



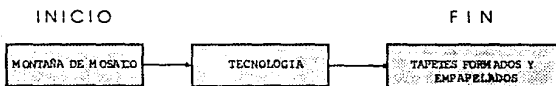
#### OBJETIVOS Y ALCANCES DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto se fijaron en el contrato que estipulaba: mediante un proceso iterativo de concepción y experimentación desarrollar conceptos tecnológicos que se materialicen en mecanismos y dispositivos que cumplan con las soluciones del problema. Entre los principales aspectos del contrato se destacan:

- Diseño y desarrollo de un prototipo para el formado de tapetes que realice en forma automática las funciones de: manejo, selección, orientación y posicionado de mosaicos tipo veneciano, más engomado y empapelado del tapete.
- El material a usar será de 20 x 20 milímetros según la muestra.
- El tapete a formar será de 15 mosaicos de ancho por 31 de largo ( 1 x 2 ft ).

- Producción mínima será de 250 tapetes por hora, es decir, 2000 tapetes en 8 horas (por día).
- Costo según el acuerdo Empresa-CONACYT- UNAM.
- Duración del proyecto 18 meses.
- Fuera de las cláusulas del contrato, pero de especial importancia en la trayectoria del proyecto, fue condición no explícita (no escrita) de que se trabajara con el papel y pegamento que se estaba usando y que se adaptara a la calidad de material.

Comentario: La forma como se planteó el problema fue muy arriesgada debido a que se estipulaba una máquina automática y en realidad se desconocía su factibilidad, ya que en la realización del anteproyecto se habían observado ciertos problemas debido a la falta de uniformidad del material. Como se verá más adelante dicha automatización no se logró. Esa traba generó un gran retraso por tratar de conseguir la automatización. Se debió haber negociado y percibido el problema como un "desarrollo tecnológico de un proceso que sustituyera al proceso artesanal por otro en forma más productiva", manteniendo los otros objetivos, sin condicionar la solución a que fuese un sistema automático. En base a esto se hubiera tenido forma de delimitar la solución más fácilmente y sobre todo más rápidamente, enfocando la solución a las características y necesidades de la empresa, incluyendo obviamente una adecuada innovación. Esto no fue tan sencillo de plantear ya que existe la idea generalizada de que lo automático (que es muy relativo, pues se debe de hablar de niveles de automatización) es más rápido y productivo. Sin embargo, como se verá más adelante en este proyecto, hay sistemas basados en conceptos continuos, aparentemente no automáticos y sí muy productivos, que parecen demostrar lo contrario. Además, se requería visualizar que el problema era mucho más amplio y no sólo se trataba de hacer un prototipo, sino crear cierta tecnología para una correcta innovación. Desde este punto de vista la idea se graficaría del siguiente modo:



Como vimos anteriormente, la tecnología es un conocimiento racional y sistemático para producir bienes y servicios de utilidad económica, donde intervienen muchos factores y no sólo los técnicos como en este caso.

El planteamiento del problema lo vemos así ahora porque lo que se persigue crear no es una máquina (como algo aislado) que realice una función y ya, sino se pretende algo más complejo, un desarrollo tecnológico (como un proceso), que pueda ser innovado en un sistema productivo y para ello es necesario hacer un estudio más amplio. Estudio que tenga trascendencia en forma directa para la empresa y que a la vez impulse el desarrollo tecnológico nacional, ubicando a México como generador de tecnologías alternativas adecuadas a la realidad latinoamericana.

### 3.5 CARACTERISTICAS Y NECESIDADES DEL PROYECTO

#### 3.5.1 DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y MATERIAL DE TRABAJO

**EL PRODUCTO:** Es un tapete formado por mosaicos de vidrio tipo veneciano, los cuales están unidos por uno de sus lados con papel para facilitar la aplicación. Se usa en toda clase de recubrimientos en la industria de la construcción. Podemos mencionar: Baños, cocinas, patios, muros para áreas de circulación como pasillos de ascensores, escaleras, corredores de colegios, aeropuertos, piscinas, etc. Se caracteriza porque es durable, resistente, requiere bajo mantenimiento, conserva su brillo, su color se puede preservar por siglos como se ha demostrado con el bizantino; otra de sus características es la variada posibilidades de diseño ya que se adapta a toda clase de superficies planas, quebradas o curvas, con amplia combinación de colores.

Características específicas tapete:

- Medidas 63 cm de largo y 31 cm de ancho (1 ft x 2 ft).
- Peso 1.3 kgs aprox. ( depende de las variaciones del material entre lotes).
- Número de mosaicos por tapete, 31 a lo largo por 15 a lo ancho es decir 465 mosaicos por tapete. (ver distribución Fig. 2.)
- Los mosaicos del tapete quedarán perfectamente alineados después del engomado.
- El papel que une a los mosaicos será 5 mm menor en cada uno de sus lados, de tal forma que los mosaicos que forman el perímetro del tapete sirvan de referencia para su ubicación sobre los muros. Fig. 3.
- La adherencia del papel y los mosaicos será tal que no se desprendan antes de usarse.

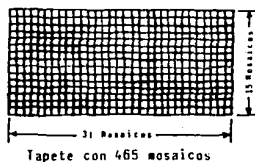


Fig. 2. Distribución de los mosaicos en el tapete.

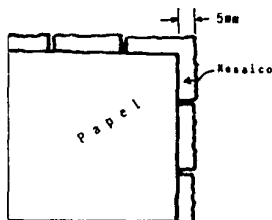


Fig. 3. Detalle de la posición del papel. Permite ver el perímetro del mosaico.

## EL MATERIAL DE TRABAJO, ELEMENTOS DEL PROBLEMA.

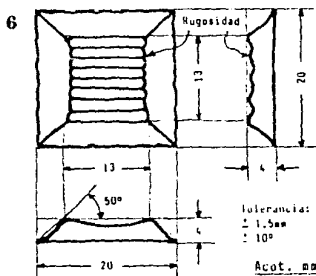
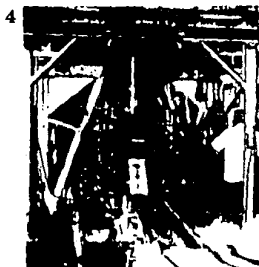


Fig. 4. Proceso de laminado continuo en la producción de mosaicos.

Fig. 5. Reciclado de vidrio reutilizado como materia prima del mosaico.

Fig. 6. Vistas del mosaico. Forma aproximada, dimensiones, tolerancias y lado rugoso para mejor adherencia sobre la superficie de aplicación.

**MOSAICO:** Es de vidrio, producido por un proceso de chorro continuo de laminado y formado a 900 grados centígrados. Ver Fig. 4. La materia prima es de dos tipos: El primer tipo, materia prima virgen en un 90% nacional, los componentes principales son: sílice, álcali e ingredientes estabilizadores, como son: arena sílica, fundentes y colorantes. El segundo tipo, reciclado de vidrio, compuesto de chatarra proveniente de botellas, el mismo mosaico quebrado y otros. Fig. 5. La fórmula se aproxima previamente y después es precisada sacando muestras hasta obtener las características deseadas. Un momento después se da comienzo al proceso continuo para la fabricación del mosaico. El proceso tiene muchas ventajas en cuanto al volumen de producción, sin embargo, la calidad es deficiente sobre todo en lo referente a la uniformidad de forma y tamaño.

#### Características específicas:

- Material: vidrio, por lo tanto es frágil, con problemas de astilladura y quebradizo en su manejo.
- Peso: 2.8 grs./mosaico
- Forma: pirámide truncada. Base cuadrada
- Medidas: 20 x 20 mm de base por 5 mm de altura
- Tolerancia: (+1.5) mm límite superior y (-1.5) mm límite inferior; (+ 10) grados límite superior y (- 10) grados límite inferior (para fines de diseño). Fig. 6.
- Material defectuoso: entre 10 y 25 % por fragilidad y fallas en el cribado.

**PEGAMENTO:** Está basado en una fórmula que se ha probado y perfeccionado a través de muchos años. De este pegamento depende la vida útil del tapete puesto que debe soportar las condiciones climatológicas ambientales y de almacenaje y/o manejo tales como: humedad, temperatura, envejecimiento entre otros. Esto significó que la restricción del papel lo fue igual que el uso del pegamento.

**Especificaciones:**

- Fórmula: 90% agua, 8% harina de trigo, 2% sosa, preparado a la temperatura ambiente.
- Consumo: de 3 a 4 litros por operario con producción promedio de 90 tapetes diarios.
- Tiempo de secado: de 10 a 30 minutos, se prefiere dejar secar de un día para otro sobre tarimas.

**Observación:** el pegamento debe de ser preparado el mismo día, ya que de un día a otro pierde sus características; por lo que habrá que considerar la limpieza del recipiente. Un problema que se observó, fue que el tiempo de secado del pegamento inflúa en la velocidad de la producción, por ello se pensó que se requeriría un proceso de secado diferente al natural.

**PAPEL:** El papel tiene la función de mantener el mosaico unido y estandarizar el tamaño del tapete. Este papel se usa para facilitar el manejo del mosaico por módulos haciendo más sencilla su colocación en los muros. Posterior al fraguado del pegamento (un tipo de cemento) con el que se adhieren los mosaicos al muro, se humedece el papel y se lo quita quedando los mosaicos sujetos y perfectamente alineados. Se prefiere el papel por su confiabilidad y costo. Cabe mencionar que hay otros sistemas de unión como son nodos de plástico, malla y otros que en un momento dado podrían sustituir al papel.

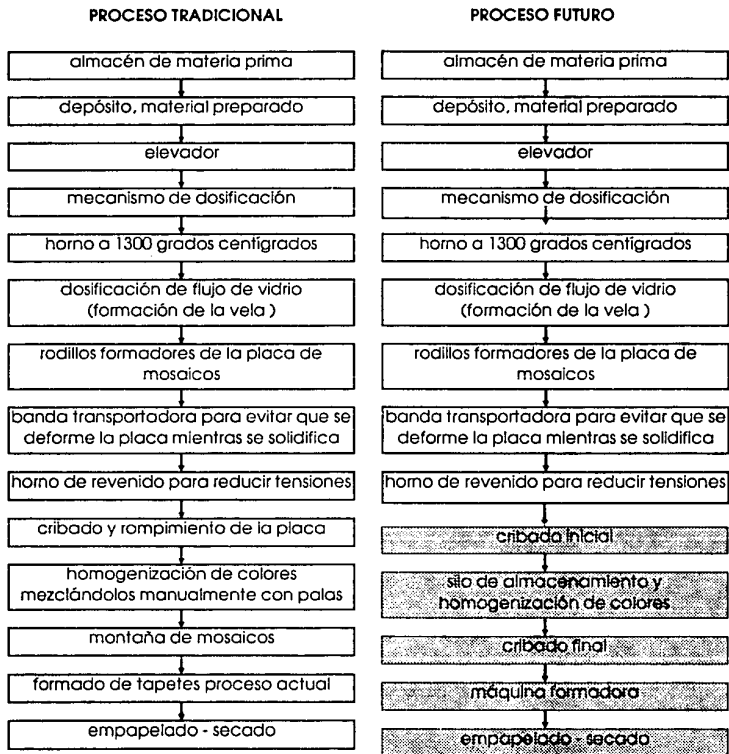
**Especificaciones:**

- Papel: tipo kraft
- Medidas: hojas de 300 x 630 mm, tolerancia más menos 1 mm, espesor 0.007 de pulgada (más menos 0.002 de pulgada).

**Nota:** el uso de papel fue una de las restricciones. La empresa se limitó a poner como condición el uso de las mismas hojas, lo que a la vez limitaría al proyecto a no usar bobinas con lo que se haría más difícil el módulo de empapelado, tal como se describirá en páginas siguientes.

### 3.5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE MOSAICOS

Cuando se inició el proyecto se mostró la línea de producción de fabricación del mosaico "proceso tradicional" y las perspectivas de cambio en las instalaciones para el "proceso futuro", para que se tomara en consideración cuando se diseñara el nuevo equipo. Los procesos tradicional y futuro son los siguientes:



Nota: La parte sombreada indica la diferencia de un proceso a otro y es lo que en la actualidad se está perfeccionando en planta (a punto de ser una realidad).



Comentario: El cambio importante se da en la forma de trasladar el material de una etapa a otra y también en el mecanismo de homogenización de los colores. El primer proceso se realizaba a base de mucha mano de obra ya que se golpeaba el material, rompiéndose un alto porcentaje del mismo ocasionando grandes pérdidas por desperdicio, las cuales se estiman hasta en un 25%. El segundo proceso (proceso futuro que ahora es una realidad), el traslado se hace por bandas, el cribado se separa en dos etapas, hay un sistema de homogenización a base de silos, de donde se dosifica a las máquinas directamente (gran ahorro en mano de obra y menor desperdicio). Al maltratarse menos el material y con un cribado más eficiente, se obtendrán las condiciones necesarias para un mejor funcionamiento del equipo que se va a desarrollar. Incluyendo ventajosa para el mismo proceso de formado artesanal, el cual se mantendrá hasta que sea sustituido por la innovación tecnológica de la máquina. En pocas palabras, el cambio que se dió repercutirá en una mayor productividad. Este estudio de caso permite comprender cómo en la PMI, con ciertos cambios tecnológicos se va ganando productividad, haciéndose más competitivo el producto sin necesidad de una alta tecnología extranjera.

### 3.5.3 PROCESO MANUAL DE FORMADO DE TAPETES

El proceso de formado artesanal, manufactura de tapetes, nos servirá de base para entender las tareas necesarias y fundamentales para el diseño del equipo. El análisis en cada una de las etapas sirvió como criterio de comparación para definir el nuevo proceso. El criterio para separar las operaciones fue que cada operación se dividió según su importancia, dependiendo de sus elementos, tarea o el tiempo requerido. El proceso es el siguiente:

Siguiendo el número de la derecha de la página estas operaciones se explican a continuación:

- 1.- Una parte de la producción se deja en la misma planta para procesarse hasta la obtención del tapete terminado. El resto se maquila (en talleres fuera de planta).
- 2.- El operario se encuentra sentado o parado según se acomode frente una mesa de trabajo. Alrededor se disponen los otros elementos que requiere para el proceso.
- 3.- Con el nombre de "formado" llamamos a los mosaicos que se encuentran colocados en la posición correcta y listos para ser pegados. El primer formado aleatorio se refiere a un conjunto de operaciones que realiza el operario de tal forma que una parte de los mosaicos toman su lugar en la cavidad de la charola. El proceso es como sigue: el operario clava la charola sobre el montón de mosaicos de la mesa de trabajo o arrastra una cantidad del montón a la charola Fig. 7. Levanta la charola y la mueve en forma circular (movimiento de vaivén) Fig. 8; por azar, los mosaicos que están con la cara rugosa hacia abajo, coinciden con la forma de la cavidad de la charola por lo que toman su posición, el resto requerirá de operaciones posteriores.
- 4.- En esta segunda etapa se realizan varias operaciones: Se deposita más material sobre la charola, esta vez con las manos, quitando el material roto o defectuoso; se volteo mosaico por mosaico hasta que todos estén en el sentido

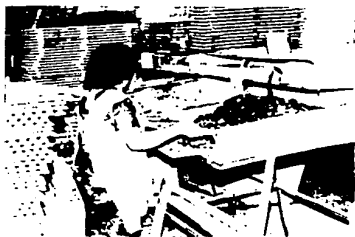
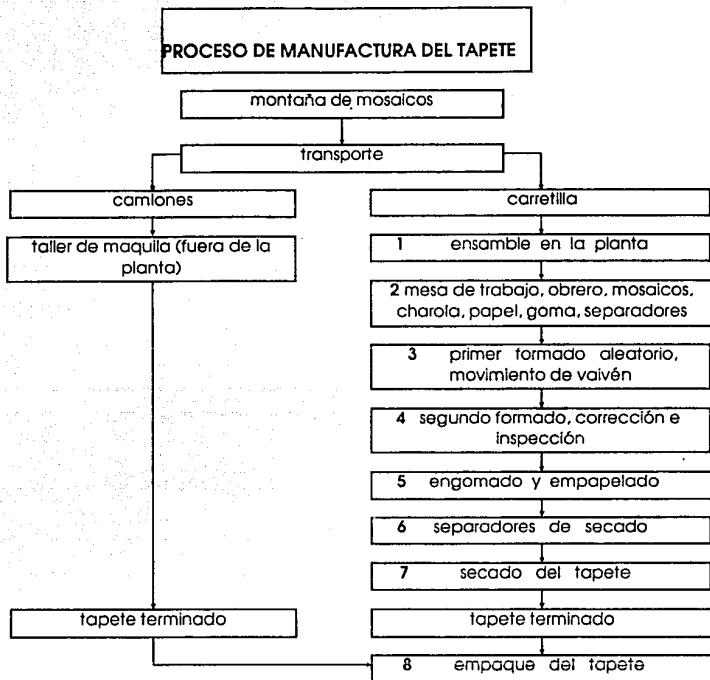


Fig. 7. Toma de material a la charola.



Fig. 8. Movimiento de vaivén para el posicionado de una parte de los mosaicos en la charola.

correcto. Fig. 9. Se levanta la charola y se vuelve a dar el movimiento de vaivén para que los mosaicos tomen su lugar en las cavidades vacías de la charola, se hace la inspección y se vuelve a corregir. Estas operaciones se repiten cuantas veces sea necesario hasta que todas las cavidades de la charola estén ocupadas por mosaicos. Este proceso es el más lento como se verá en el análisis de tiempos que realizaremos en el tema siguiente.



Fig. 9. Selección y volteo del material restante, en forma manual se acomoda mosaico por mosaico hasta terminar el formado del tapete.

5.- Engomado: Se toma un pliego de papel (hoja de papel) y se pone sobre la charola, con un cepillo de cerdas que se encuentra dentro del recipiente con goma se aplica una capa (película) sobre todo el papel. Fig. 10. Empapelado: Es el proceso mediante el cual, colocando el papel engomado sobre la charola, permite mantener los mosaicos adheridos (unidos), orientados y alineados. Después de la operación de engomado, la hoja de papel se volteo de tal forma que el lado engomado caiga sobre la charola que contiene a los mosaicos, el papel es orientado y repartido por todo el perímetro de los mosaicos exteriores. La siguiente operación es frotar con un trapo toda el área del papel de tal manera que se logre un buen contacto con los mosaicos. Fig. 11



Fig. 10. Engomado del papel con el cepillo de cerdas.

6.- Separadores de secado: el tapete húmedo contenido sobre la charola - molde, se pasa a una plataforma de madera a base de tablas separadas formando rejillas, que permiten fácilmente el flujo de aire y un adecuado secado. El proceso es sencillo, se coloca el separador de madera sobre el tapete húmedo de la charola, se sujetan las dos piezas, se giran a un tiempo, se levanta la charola y el tapete queda sobre la plataforma. Este proceso se hace para recuperar la charola y para darle mejores características de secado Fig. 12.

7.- Secado del tapete: Se forman columnas a base de los tapetes húmedos que se encuentran sobre su respectiva plataforma de secado, y se dejan secar de un día para otro (16 hrs aprox.).

A pesar de que requieren media hora aproximadamente para poder moverse sin que sufran ningún daño, se prefiere dejarlos todo un día para asegurar un secado perfecto antes de empacar. Cuando hay mucha humedad en el medio



Fig. 11. Empapelado. El papel engomado se vierte sobre los mosaicos formados sobre la charola.



Fig. 12. Cambio del tapete húmedo a la plataforma de secado. Después del secado el tapete queda terminado.

ambiente, como sucede en la región de Cuernavaca, se presentan muchos problemas y un día, a veces, no es suficiente para un secado correcto. Posteriormente se analizará como una alternativa el secado del tapete en horno con lo cual se evitará el depender de las condiciones climatológicas, esto se separó como un punto aparte, no por la operación en sí sino debido a que requiere de un tiempo considerable. Esta operación tendrá que realizarse por medio de hornos en el proceso de modernización futura de la empresa.

8.- Empaque del tapete: Después de juntar los dos flujos de producción, el realizado en la maquila y el proveniente de la planta, se lleva a cabo en el almacén de producto terminado, el empaclado en cajas de cartón por medio de un proceso manual (se ha pensado en adquirir una máquina que efectúe ésta operación, actualmente sí existe en el mercado).

Comentario: Como se comprenderá, es suficiente observar y analizar un proceso de producción e inmediatamente se dará una cuenta que ese proceso puede ser mejorado o innovado por medio de la tecnología. Mismo que se puede desarrollar o comprar si existe en el mercado. Este tipo de problemas es típico en la PMI, sin

embargo, pocas empresas intentan y arriesgan capital para dedicarlo a la investigación (por múltiples razones ya analizadas en capítulos anteriores).

## ANÁLISIS DE TIEMPOS COMO CRITERIO DE REFERENCIA

Un criterio, en el diseño de máquinas que será de gran utilidad para el diseñador y el cliente, es la reducción del tiempo de las operaciones del proceso a mejorar. Es decir, el tiempo en cada una de las operaciones del proceso tradicional se deberá comparar con el tiempo de las nuevas operaciones del proceso que se está desarrollando. Esta comparación será determinante cuando se comparen las sumas de los tiempos totales de las operaciones de un proceso con respecto al otro. Se recuerda que aunque este criterio es importante y fundamental, no es el único, ya que se cuenta también con el de los recursos que se utilizan, calidad de la tarea, mantenimiento, formas y grados de contaminación, vida útil (longevidad), entre otros.

## TIEMPOS DEL PROCESO MANUAL EN LA MANUFACTURA DE UN TAPETE

El criterio para la obtención de los tiempos principales se centró en las operaciones del formado y empapelado que son las que más repercutían en la productividad del proceso. Para la etapa del secado será cuestión de efectuar un estudio posterior. En el secado el problema se reducía a sustituir el secado natural por otro artificial con la velocidad de producción de las máquinas futuras.

Para el análisis del empapelado y secado se tomó como muestra el trabajo de tres operarios: el primero lento, el segundo medio, y el tercero rápido.

Para todos se hicieron dos tipos de medición: una parcial, es decir, operación por operación; y la segunda total. La medición total aparte de ser otro tipo de medición, sirvió para verificar la suma de los tiempos de las operaciones parciales. Como resultado de lo anterior se obtuvo los datos siguientes:

### 1) PROCESO DE FORMADO

MUESTRAS PARCIALES	TIEMPO (en segundos) Operario		
	Lento	Medio	Rápido
OPERACION			
1 Tomar charola	0.50	0.50	0.50
2 Vaciar material	1.57	2.07	5.56
3 Mover charola	3.75	4.01	4.07
4 Tomar material, mover charola, voltear, quitar material defectuoso, mover charola, proceso iterativo	213.60	154.00	167.00
5 Terminar de voltear el total del material, proceso iterativo.	27.02	60.04	14.63
6 Mover charola	7.33	7.60	7.09
7 Rellenar cavidades faltantes una a una	17.76	27.40	45.78
<i>Suma de tiempos parciales</i>	<i>271.50</i>	<i>255.60</i>	<i>245.80</i>
<i>Suma de tiempos parciales en minutos</i>	<i>4.52</i>	<i>4.26</i>	<i>4.08</i>
<i>Tiempo promedio por operario</i>	<i>4.28 minutos</i>		

MUESTRAS TOTALES	TIEMPO (en segundos) Operario		
	Lento	Medio	Rápido
OPERACION			
1 Tiempos para el formado de un tapete desde la primera operación hasta la última.	4.53	4.40	3.61
<i>Tiempo promedio por operario desde la primera hasta la última operación</i>	<i>4.18 minutos</i>		

Observaciones a la tabla:

Al observar las operaciones notamos que dos de ellas son las que más tiempo toman. Concretamente nos referimos a las operaciones 4 y 5 que serán donde se deberá poner mayor atención ya que en promedio la suma de estas dos operaciones consumen el 80% del tiempo total.

## 2) PROCESO DE EMPAPELADO

Muestras parciales	Tiempo de operario		
	(en segundos)		
Operación	Lento	Medio	Rápido
1 Tomar papel	1.70	3.59	1.93
2 Engomar con cepillo	12.39	14.36	14.59
3 Colocar papel sobre mosaicos	4.58	5.14	1.00
4 Aplanar el área del papel	10.5	7.45	10.06
5 Voltear charola a plataforma	10.54	5.21	6.81
Suma de tiempos parciales	39.00	35.00	33.50
Tiempo promedio por operario	31.60 seg., aprox 0.52 min.		

Observación:

Al comparar las operaciones anteriores vemos que las rotuladas con números 2 y 4 requieren mayor tiempo que las otras y que la suma de tiempos de estas dos operaciones es de aprox. el 64% del tiempo total, por lo que jugarán un papel muy importante al momento del diseño innovador.

La suma del tiempo total del proceso para la obtención de un tapete a partir de los mosaicos a granel, es:

Operación	Tiempo	Porcentaje
Formado del tapete	4.18	88.9%
Empapelado del tapete	0.52	11.1%
Total	4.70min	100%

La puntualización más importante de este análisis surge cuando se compara el tiempo del proceso del formado del tapete con el que consume el empapelado. Vemos que el proceso de empapelado requiere solo del 11.1 % del tiempo total, es decir, es reducido comparado con el 88.9 % de la etapa de formado. Con esto debemos entender que el 88.9 % del tiempo total los operarios lo emplean en realizar la tarea de formado, esta tarea "es el cuello de botella" que enfrenta la empresa por ello se deduce que la formadora será la parte más importante del proyecto.

### 3.5.4 ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

Para conocer y definir la función de la máquina se tomaron en cuenta el listado de los requerimientos con base en los resultados de entrevistas, visitas recíprocas, mediciones, entre otros criterios. Sin embargo, muchos aspectos van implícitos en el diseño, otros por sí mismos son fundamentales por lo que se hace un listado para dar una idea más global del proyecto.

#### OBSERVACIONES

- La forma como se hace el mosaico y el proceso de formado de tapetes.
- Se detecta problema de tamaño en los mosaicos.
- Se desecha la posibilidad de pegar directamente el papel a la placa de mosaicos después de los rodillos formadores debido a que no salen los colores en 100% homogéneos (nubes de diferente tono de color), y también porque se hacen tapetes de colores combinados. Además, la periferia de la placa queda con sobrantes y resulta de mala calidad.
- Se observa la deformación del papel cuando se humedece con la goma. Se deforma debido a la orientación de las fibras, motivo por el cual los tapetes deben ser pegados y secados en charolas, éstas tienen divisiones y la forma para cada mosaico. El tamaño de la charola es el mismo del tapete deseado.
- En cuanto al material bibliográfico se han consultado libros sobre alimentación de máquinas automáticas, que pudieran ser semejantes en algunas partes del proceso, a la que se desea crear.
- Se llegó a la conclusión que el problema era un caso particular debido a la irregularidad del material por lo que se tendría que diseñar y experimentar casi en su totalidad.
- Excelente apoyo y cooperación por parte del empresario.

#### REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

##### LA FUNCION

- Que el equipo diseñado (prototipo) opere con el mosaico de la empresa a pesar de sus irregularidades, realizando las operaciones de manejo, selección, orientación, posicionado, engomado y empapelado con un alto grado de automatización. Producción mínima 250 tapetes por hora. Se pidió usar el mismo papel y goma y buscar la posibilidad de fácil mantenimiento de preferencia con repuestos que se encuentren en el país, así como contar con la tecnología propia.

##### COSTO

- Que el costo no sobrepasará al presupuesto.

##### TIEMPO

- Tiempo para su desarrollo lo mínimo posible. El cliente tiene posibilidades muy amplias de expansión en esta línea pero está limitado por el "cuello de botella" del formado y empapelado.

## REQUERIMIENTOS POR PARTE DEL DISEÑADOR

### FUNCION

- En cuanto a la función tomar los criterios generales de diseño y específicos para el diseño del equipo, tales como:
- Que cubra cuando menos una cantidad de 2000 tapetes por turno.
- Un equipo rentable.
- Mínimo de operarios.
- Aspectos ergonómicos y estéticos en el diseño (interés personal por tomar en cuenta estos aspectos en el diseño de máquinas).
- Mínimo de trabajo físico de los operarios.
- Indiferencia en el sexo del personal.
- La mayor sencillez posible en todos los mecanismos y partes.
- Absorber pequeñas tolerancias del producto (muy importante).
- Capacidad de alimentación en forma automática del producto.
- Mínimo manejo de material, para evitar roturas.
- Asegurar un mínimo de 95% de material bien ensamblado.
- Diseño adecuado al medio ambiente de la fábrica (trabajo rudo).
- Evitar al máximo desajustes que exijan presencia de técnicos especializados.
- Prolongar el mayor tiempo posible las piezas sujetas a desgaste.
- Facilidad de desgaste e intercambiabilidad de piezas.
- Capacidad de regular la velocidad de ensamble.
- Evitar al máximo el control directo del producto por parte del operario, es decir, que aún con material defectuoso la máquina funcione evitando así interrupciones del trabajo.
- Una inspección visual fácil a la salida del formado (antes del empapelado), para control de calidad.
- El diseño de los mecanismos no deberá dañar al producto.



- Sistema de energía tomado de la fábrica (corriente trifásica y aire a presión).
- Facilidad y rapidez de corrección de cualquier desperfecto o interrupción.
- Tratar que las piezas sujetas a desgaste existan en el mercado local.
- De preferencia tener un diseño modular.

### COSTO

- No exceder por ningún motivo el costo previsto para el proyecto.
- Costo que incluya un porcentaje de seguridad en la compra de material, y un porcentaje de protección contra la inflación.
- De preferencia todas las partes no comerciales se puedan fabricar en el C.D.M.I.T.
- Las partes sujetas a desgaste deberán ser lo más baratas posible de fácil adquisición, o sin complicaciones para su fabricación.

### TIEMPO

- No hay restricción muy marcada en el tiempo de realización, mientras éste se logre la innovación con éxito en un tiempo que no exceda de 2 años. La política del Centro de Diseño es no tomar proyectos de mayor duración.
- No empezar a diseñar a detalle hasta no tener la seguridad de que lo que se va a fabricar esté 100% comprobado en su funcionamiento.
- División del problema en varias etapas atacando aquellas prioritarias o desconocidas como primera instancia.
- Programa de componentes de partes comerciales con anticipación para efectuar el programa de gastos por parte de la Facultad.

### REQUERIMIENTOS DE PRODUCCION DE LA EMPRESA

PRODUCCION	M / día	Tapetes / día
Producción al inicio del proyecto	1200	6000
Producción actual (1990)	1500	7500
Producción requerida actual	2500	12000
Producción requerida a futuro	4000	20000

### MANEJO DE MATERIAL

- 10 ton/por turno de 8 horas (promedio actual)

## REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD DE LA MAQUINA

Los requerimientos se consideran de acuerdo a un rango amplio que parte desde el mínimo del contrato( 250 tapetes por hora) hasta uno 100% adicional, pues en un momento dado se podría producir mucho más. Esto nos dará una idea de los requerimientos en velocidad, gasto, tamaño, número de operarios, productividad y algunos otros datos.

### VELOCIDAD DE PRODUCCION

VELOCIDAD MINIMA Y OBJETIVO	VELOCIDAD MAXIMA DESEADA
400 Mts. cuadrados por día	800 Mts. cuadrados por día
2000 tapetes por día	4000 tapetes por día
250 " " hora	500 " " hora
4.16 " " minuto	8.33 " " minuto
Es decir:	
1 tapete cada 14,4 seg.	1 tapete cada 7,2 seg

### GASTO DE MATERIAL

Se recordará que el peso aproximado por tapete es 1.3 kgs. para 250, son  $1.3 \times 250 = 325$  kgs. y de igual manera para los otros datos:

GASTO MINIMO (para 2000 tapetes)	GASTO MAXIMO (para 4000 tapetes)
2600 kgs por día	5200 kgs por día
325 " " hora	650 " " hora
5.4 " " minuto	10.8 " " minuto

NOTA: Cada tapete requiere 465 mosaicos. Por lo tanto si la producción fuera de 500 tapetes por hora, sería necesario que la máquina acomodara 465 mosaicos en 7.2 segs., esto significa una cantidad muy grande de mosaicos distribuidos en una fracción de tiempo reducida.

### 3.5.5 DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA (distinguir conocer)

El origen del proyecto se ubica en el momento cuando la empresa solicitó al CDMIT la posibilidad de una investigación y desarrollo tecnológico, con la intención de mejorar el proceso de producción artesanal de tapetes, con la finalidad de superar su "cuello de botella" en la producción y, así completar el proceso con mejores opciones. Al parecer, la industria se encontraba limitada en cuanto a productividad. Entre sus problemas se pudieron apreciar exceso de pago en mano de obra, altos impuestos por el tamaño aparente, gastos por maltrato de material (rompimiento en el manejo), utilización de fuerza de trabajo no necesaria, problemas para administrar gran número de gente, entre otras dificultades. Es decir el problema se reducía a ganar eficiencia en el proceso por medios mecánicos. Se necesitaba aumentar la producción sin aumentar en la misma proporción la fuerza de trabajo.

Otro aspecto presente fue el que en la producción de mosaicos tipo veneciano, el proceso productivo de la industria se dividía claramente en dos etapas: la primera enrumbada a la obtención del mosaico con grandes adelantos tecnológicos y características industriales; la segunda dirigida, al formado y empapelado del tapete fase completamente manual tipo manufactura. Se trataba de un producto industrial complementado con un proceso artesanal. Producto que era industrial, pues lo artesanal era el proceso y no tenía los valores de un trabajo de artesanía como tal. Por el contrario, era repetitivo, monótono, tedioso. Además los obreros se quejaban de maltrato y daños en las manos.

Se planteó que la intención no era desplazar a la gente cuando la tecnología estuviera desarrollada, sino por lo contrario, transferirla a otro tipo de productos, como son: el bizantino. Ver Figs. 13, 14 y 15. Que sí es un trabajo con valor artesanal e incluso artístico, caracterizado por el elevado uso de mano de obra. Además se pensaba desarrollar otro tipo de productos en donde podría ocuparse la fuerza de trabajo que se dislocara como resultado de la innovación.



Fig. 13. Trabajo tipo bizantino. Completamente artesanal-artístico.



Fig. 14. Detalle de una obra en bizantino. Se observan las pequeñas partes de diferentes tamaños y colores característicos de este tipo de trabajos.



Fig. 15. Operación de corte del material para el bizantino. Proceso con herramientas manuales.

Tal como se presentó el problema en ese momento, había quedado claro que no existía forma de obtener el equipo pues no era comercial, sino exclusivo. Tampoco era posible conseguir información por pertenecer a la competencia extranjera que preservaba cuidadosamente su tecnología. Por eso se argumentó que era necesaria la investigación y que su desarrollo partiría desde la observación del proceso artesanal, conceptualizando y experimentando hasta llegar a un prototipo que sustituyera las operaciones del proceso manual. Era también entendible que se justificaba la creación de la máquina para lograr ser más competitivo y lograr la supervivencia comercial ante recubrimientos de otro tipo existentes en el mercado, pues como proceso artesanal difícilmente se lograría disputar el mercado. A más del salto tecnológico deseado, se esperaba una solución con alto grado de automatización que se contradecía con la calidad y características del material.

En verdad, para la solución del problema no había una referencia clara de comparación. El punto de partida era que se produjeran 250 tapetes por hora con un mínimo de operarios. Esto por referencia a datos de producción del equipo italiano. Otro punto fue la referencia acerca de cuanto se producía con el proceso artesanal, esto era un tapete por operario cada 5 minutos, es decir 12 tapetes cada hora, equivalente a 96 diarios (muestra tomada en la planta). En lo referente al empapelado se substituyó el problema, pues aunque hay procesos semejantes se trataba de adecuar el uso de papel a pliegos y al pegamento tradicional. Con estas limitaciones se hizo más particular el problema, lo que complicó la búsqueda de soluciones más allá de los márgenes previstos.

Otro aspecto que es lamentable y que debe tomarse en consideración para futuros proyectos, es que el análisis del CDMIT fue técnico-económico solamente para la realización del proyecto, que se vió como un simple prototipo sin un análisis más amplio, por lo que se realizó una muy pobre investigación. Se menospreciaron los otros aspectos del diseño, eso es muy grave como ya anotábamos. Y durante el proceso se manifestaría esa falta de estudio para proveer una mejor adecuación en la planta.

Una de las particularidades que hace especial el problema es el material de trabajo. Este tiene varios aspectos y características, destacan entre ellas: su irregularidad dimensional, la variabilidad en forma por material roto o defectuoso, la delicadeza con la que se debe manejar el material por su fragilidad, lo abrasivo del material al estar en contacto con las superficies de trabajo, como se observó en el proceso de la planta. Con respecto a la calidad del mosaico es difícil que se mejore en un corto plazo por la tecnología que hay detrás de ello, aunque la empresa trabaja sobre estos problemas no se verán resultados en poco tiempo. Consecuentemente el nuevo proceso se debe adaptar a todos estos aspectos.

El tapete, a pesar de la irregularidad del material, como producto terminado tiene una apariencia excelente. La linealidad y separación entre mosaicos está perfectamente controlada. El éxito del proceso artesanal se atribuye al grado de perfeccionamiento logrado a través de muchos años. Aspectos sobresalientes son: el uso de charolas-molde que facilita la orientación y separación de los mosaicos, engomado, empapelado, el uso de plataformas de secado. Y sobre todo destaca la participación humana en el cuidado minucioso de selección y control de las tareas.

Entonces el equipo a desarrollar, aparte de realizar las operaciones arriba mencionadas, debe efectuarlas con alta calidad. Calidad comparable con el proceso manual.

Sobre el uso del papel y pegamento, se pusieron restricciones considerando su alta confiabilidad, comprobada a través de muchos años de uso. Sin embargo, el empleo de papel en pliegos limita la posibilidad de usar procesos semejantes que funcionan a base de bobinas. También la viscosidad del pegamento es muy alta, eso limita las formas de aplicación. Estos serán algunos de los principales problemas a solucionar en un futuro próximo.

En el análisis sobre el proceso manual de fabricación de tapetes a partir de mosaicos tipo veneclano, sobresalen facetas que sirven de referencia para cualquier duda sobre las características de las operaciones, igualmente son la base de referencia del tiempo requerido, considerado uno de los principales parámetros de comparación del proceso a diseñar. Sobre este último punto cabe destacar el análisis de tiempos de las operaciones y etapas del proceso, allí se refleja la importancia de la etapa de formado que representa el 89.9 % del tiempo total requerido para hacer un tapete, por lo que se manifiesta como el principal componente del "cuello de botella" del proceso manual.

En los requerimientos se expone un listado que es útil para tener una idea clara sobre lo que se necesita. Algunos puntos van implícitos en el diseño y otros hay que tenerlos siempre presentes, estos son los referidos a la capacidad, producción y calidad como objetivos básicos del proyecto en su dimensión de futuro. Así el objetivo del equipo es producir 2000 tapetes, pero las necesidades reales son de 6000 tapetes por día, tres veces más, y en el futuro se prevé una necesidad de 12000 tapetes, cantidad seis veces mayor. Por lo que se supone la posibilidad de reproducir el equipo siendo de vital importancia la calidad en el diseño.

El secado: este problema es diferente al del formado y empapelado. Aunque el tiempo que emplea el operario en realizar esta tarea no es considerable, su importancia radica en que sí requiere de mucho tiempo para concretarse ya que se utiliza el medio ambiente natural. La finalidad de la innovación radica en obtener mayor productividad al aprovechar mejor el espacio, reducir o eliminar el número de tablas de secado, optimizar la calidad de secado en menor tiempo.

Pensamos que este diagnóstico es suficiente para entender y conocer el proyecto. Los problemas restantes se tratarán en las siguientes páginas. Se estudiará lo sucedido en el presente y lo planteado para el futuro. Se realizará la evaluación y análisis del estudio de caso y en general se formularán las conclusiones. Este proyecto se presenta con el fin de transmitir una experiencia, bajo ninguna circunstancia, se afirma que es un proyecto perfecto, estamos conscientes que hay muchos aspectos que quedan por investigar y solucionar, pero se cumplió a cabalidad uno de los requerimientos de la empresa para su modernización.

## 3.6 PROCESO DE DISEÑO. INVENCION DE LA MAQUINA

### 3.6.1 EVOLUCION DEL PROYECTO

Es conveniente aclarar que cuando se inició el proyecto no había ninguna experiencia metodológica sólida. Se cometieron ciertos errores que se pueden considerar normales en una práctica tan nueva en nuestra Universidad, sin embargo, se trató de usar al máximo la buena voluntad y experiencia de nuestros maestros y compañeros. Emplear una metodología de conjunto es conveniente pero es difícil implementarla en poco tiempo. Por lo tanto en la práctica dominó la intuición personal de los participantes.

De manera cronológica el proyecto se dividió en tres partes:

**La primera: El anteproyecto.** Se trató de obtener información de todo tipo, se hicieron visitas a la planta, entrevistas, se analizó el proceso manual, se conceptualizó y experimentó en algunos modelos las operaciones principales hasta obtener una idea más clara de los alcances y, en base a todo esto se hizo la propuesta para el proyecto.

**La segunda: Análisis a fondo de las alternativas.** Ya firmado el contrato se analizaron las alternativas parciales con mayor profundidad (principalmente en las operaciones de manejo, dosificación, volteo, formado de hileras del material, depositado en la charola), dado que eran problemas comunes para cualquier alternativa. Se desarrollaron como posibles soluciones alternativas de conjunto en prototipos completos, tomando como base la combinación de soluciones parciales, generando así una familia de soluciones, conjuntándose de esta forma toda la investigación de los modelos.

**Tercera parte: Selección de la mejor alternativa.** Después de probar principios y alternativas se empezó a hacer diseños de detalle sobre la solución más viable, que cada vez se fue definiendo y perfeccionando hasta lograr la solución entregada como producto final. Por sus posibilidades se pensó que podría automatizarse casi en su totalidad, más esto significó un esfuerzo fallido que costó más de un año de trabajo llegándose a la conclusión que la solución final sería una combinación de máquina-operario, pues el material era muy irregular y limitó definitivamente la solución automática propuesta.

Poco antes de la tercera fase del proyecto se inició el módulo de empapelado. En el anteproyecto se decidió separar el proceso global en módulos para poder trabajar independientemente. Se dió prioridad a cada uno según su orden de importancia quedando finalmente como: el formado del tapete, en seguida el empapelado y, si el tiempo lo permitía, el secado.

El empapelado se comenzó después de tener una idea definida de la formadora de tapetes, pues se pensó que podría ser más sencillo el problema por ser algo conocido. Sin embargo, por existir la limitación al uso de hojas de papel cortadas, se complicó la búsqueda de una automatización para empapelar.

### 3.6.2 CONCEPTUALIZACION, SIMULACION Y PRUEBAS

#### CONCEPTUALIZACION GENERAL

Para facilitar la conceptualización se dividió el problema en sus operaciones básicas principales (que llamaremos etapas del proceso). Las cuales en conjunto y combinadas, en cierto orden, nos darían la solución. Como se entenderá se trataba de una solución general (ideal), pues contenía una familia de soluciones, por las combinaciones posibles, de esta forma el problema se dividió en partes facilitando su análisis y por lo tanto, el proceso de diseño.

La solución general se dividió en las siguientes partes:

**Etapla (1)-** Disponemos de un cerro de mosaicos en un plano tridimensional (X,Y,Z), que se va a fraccionar para pasar a la máquina.

**Etapla (2)-** Formación de los mosaicos en un solo plano X-Y, eliminando el eje "Z".

**Etapla (3)-** Acomodamiento de los mosaicos con orientación de caras en un solo sentido.

**Etapla (4)-** Formación de los mosaicos en filas a lo largo del eje "X" o "Y".

**Etapla (5)-** Formación del tapete de mosaicos con respecto a la coordenadas "X" y "Y" agrupando las filas una junto a otra.

**Etapla (6)-** Empapelado del tapete.

**Etapla (7)-** Secado

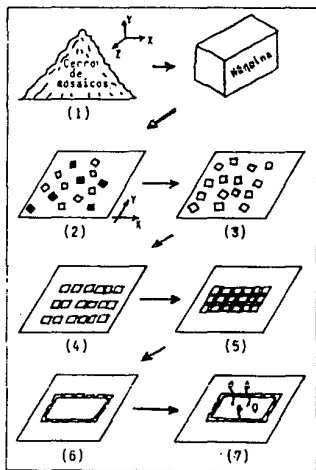


Fig. 16. Conceptualización para la solución general del problema: (1) fraccionar el cerro de mosaicos a la máquina, (2) poner en un plano los mosaicos, (3) orientar las caras en un sentido, (4) formado de filas en un sentido, (5) agrupamiento de los mosaicos y formado de hileras en el sentido faltante, de tal manera que se forme una cuadrícula, (6) empapelado del tapete, (7) secado del tapete.

Una representación gráfica sería como la de la Fig. 16.

En forma muy breve trataremos de dar una idea de como se percibieron las etapas y dividieron los problemas.

Primera etapa- Teníamos un cerro de mosaicos que había que fraccionar y pasar a la máquina. Se señalaron dos problemas: El de la selección para quitar el material defectuoso. La empresa se comprometió a solucionarlo. El otro problema era la dosificación a la máquina. La dosificación tenía como alternativas ser manual o funcionar mediante algún alimentador automático. Al principio se había propuesto una banda desde el piso, pero después este problema se contempló como parte de las nuevas instalaciones de la planta, quedando fuera del proyecto.

Segunda etapa- El problema consistía en reducir la tridimensionalidad del material a granel pasándolo a un plano X-Y, e ir controlándolo paso a paso, por medio de una especie de dosificador que separara el material individualmente para poderlo manejar mosaico por mosaico, y tenerlo a la disposición de las siguientes etapas.

Tercera etapa- El problema a solucionar era orientar los mosaicos por alguna de las bases (volteo). El material tiene un lado liso que es el frente del mosaico ya colocado en los muros, mismo que coincide con la base mayor de la pirámide truncada, y un lado rugoso para mejorar la sujeción en el muro, base menor.

Cuarta etapa- Formado de hileras en el plano X-Y. Se dividió el problema para lograr primero el control en una coordenada y posteriormente la otra, pues si se trabajaban simultáneamente las dos coordenadas el sistema se complicaba. El orden en el eje X o Y dependería de la siguiente etapa del proceso.

Quinta etapa -Se trataba de formar las hileras en el eje faltante y juntado de los mosaicos en sus dos coordenadas, con lo que quedarían unidos formando el tapete.

Sexta etapa- Empapelado. Aunque se le vió como una etapa, ésta tendría otro grupo de sub-etapas de manera parecida al de la formadora. Como este problema se veía sencillo, se consideró como una etapa más pues se trataba de un proceso hasta cierto punto conocido. De alguna manera se tomaron en cuenta el análisis en sus sub-etapas consistentes en: manejo del papel, gomado y posicionado sobre los mosaicos.

Séptima etapa- Secado. Al aumentar la velocidad de producción ya no era suficiente el medio ambiente natural para dar el tiempo necesario al secado del tapete, por ello se requería de un medio artificial para acelerar el proceso. Un secado artificial a través de cierto tipo de horno. En este rubro no hubo compromiso con la empresa pues quedaba como opcional su solución en caso de que se terminaran a tiempo los demás módulos.

## **SIMULACION Y PRUEBAS**

Esta fue la base del proceso de diseño utilizado en este proyecto. Sin la ayuda de la simulación en modelos no se hubiera tenido la retroalimentación para seguir conceptualizando y, mucho menos, se podría haber llegado a lo que se llegó. Para la solución del problema no disponíamos de antecedentes, por lo que se requería conceptualizar y experimentar en la mayor parte de las operaciones del proceso. Además, el problema era muy particular por el material -tan irregular en forma y tamaño- en esa



medida no fue posible utilizar principios de otros equipos que operan con los piezas regulares. Por tal motivo, la conceptualización para cada una de las operaciones fue especial y, se complementó y reforzó con la simulación en modelos que permitieron probar los principios básicos que generaron las alternativas propuestas.

Es pertinente aclarar, que cuando se hizo el anteproyecto se trabajaron algunas variantes para las distintas etapas, y que cuando se firmó el contrato e inició el proyecto, se perfeccionaron y ampliaron conforme iba avanzando el proyecto, esto gracias a que se tenía retroalimentación continua hasta conseguir los principios básicos más viables.

## MODELOS PREVIOS A LAS ALTERNATIVAS

Para tener una idea de cómo se fueron generando las alternativas, y a manera de ejemplo, se presentan a continuación algunos de los modelos e ideas ejecutadas con el fin de probar ciertos principios que requerían comprobación. Sobre todo en las operaciones de las etapas principales. No se presenta todo el material ya que no es el objetivo del trabajo pues se profundizará en las alternativas completas.

Es necesario señalar que no todas las ideas se desarrollaron al principio del proyecto. Algunas se elaboraron en sus últimas etapas. No obstante se presentan, en esta parte del estudio, como elementos básicos de las alternativas diseñadas.

1.- Dosificación- Etapa uno y dos. Este problema no requería de mucha investigación pues es un problema común en la industria. Existen un sinnúmero de dosificadores comerciales basados en sistemas de vibración, por bandas, por gravedad, mecánicos, neumáticos. Mas tomando en cuenta que la empresa modificaría las instalaciones en su planta y que el material sería dosificado hasta la máquina decidimos solucionar la etapa dos, junto con el proceso de volteo, aspecto éste que se explicará adelante.

2.- Volteo del mosaicos en un sentido de sus caras- Etapa tres. Este fue uno de los problemas principales a solucionar. Se probaron varias ideas:

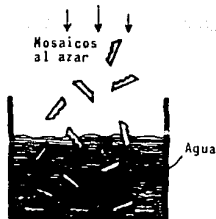


Fig. 17. Volteo de mosaicos a través de un fluido. La base mayor queda hacia arriba.

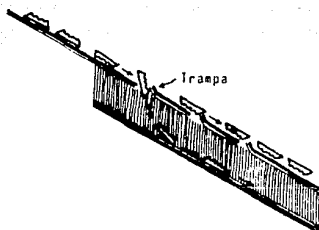


Fig. 18. Principio para la selección (separación) de mosaicos por medio de trampas, según el sentido se forman dos flujos en niveles diferentes.

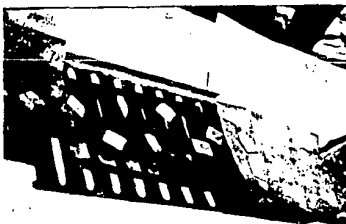


Fig. 19. Modelo para separar los mosaicos en un sentido. Idea de la Fig. 18.

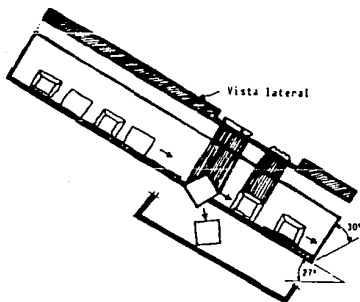


Fig. 20. Otra idea de trampa en un perfil de lámina. Aprovechando la forma del mosaico unos pasan, otros son desviados.

a) Caída sobre un fluido. La misma empresa nos informó que al dejar caer los mosaicos en un recipiente con agua, a cierta profundidad giraban y caían volteados. Efectivamente, debido a la forma aguda de sus aristas (areodinámicas), gira el mosaico o se mantiene en la misma posición (según el azar), al ir descendiendo hacia el fondo del recipiente, permaneciendo luego estable y en un mismo sentido. Caían con la base mayor de la pirámide truncada hacia arriba, es decir, con el lado plano mayor hacia arriba. Este principio se probó para varios fluidos; Fig. 17.

b) Por medio de trampas. La idea era aprovechar la forma del mosaico: pirámide truncada, forma trapezoidal lateral, para generar trampas que permitieran el paso de los mosaicos en un solo sentido desviando los demás. Se trató de usar la gravedad, individualmente o combinada con vibración. Se grafican algunas de las ideas en las Figs. 18, 19 y 20.

c) Hacer pasar el mosaico por un perfil "V" curvado. La propuesta consistía en que a partir de una hilera de mosaicos, al azar, se hiciera pasar por un venturi de sección "V" que haría que todos salieran con la parte rugosa hacia arriba. Por su forma geométrica los mosaicos tenían a acomodarse sobre uno de los lados. Esta alternativa tenía muchas posibilidades por su eficiencia además de ser un proceso ideal si se trataba con hileras. Ver fig. 21.

d) Obstrucción por una barrera para posicionar los mosaicos en un sentido. Consistía en poner una barrera menor que la altura del mosaico y hacer presión con un cepillo sobre los mismos. Resultaba que unos resbalaban y otros no, debido a su forma; los de la arista aguda hacia la superficie eran detenidos por la barrera mientras los otros resbalaban. El modelo consistió en

una barrera formada por tablillas y la resistencia se hacía con un cepillo manual o una brocha. Ver principio de funcionamiento y modelo de prueba en Fig. 22.

Esta idea después se perfeccionaría y sería la alternativa final. La primera idea original, evolucionó a un cilindro giratorio con las barreras por medio de tablillas sujetas en la superficie, una tolva que almacenaba el mosaico y un cepillo cilíndrico que giraba en sentido contrario del cilindro oponiendo resistencia al mosaico; permitiendo pasar el mosaico en un solo sentido y regresando el resto a la tolva

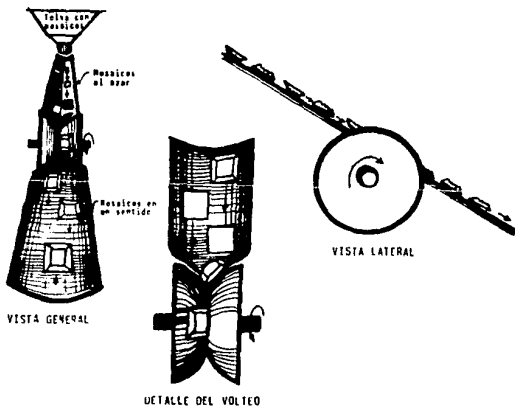


Fig. 21. Volteo por medio de un perfil "V" generado en un disco giratorio. Al pasar los mosaicos por el perfil son volteados con la cara rugosa hacia arriba.

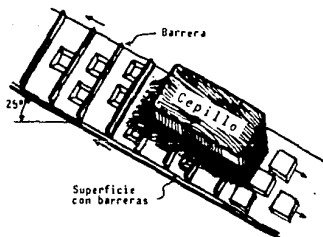


Fig. 22. Modelo de prueba para el volteo de los mosaicos basando en la aplicación de una fuerza perpendicular a las barreras. Se observa la acción del cepillo y la reacción de los mosaicos, unos son atrapados y otros se deslizan según su posición inicial.

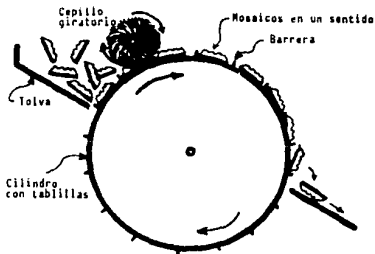


Fig. 23. Evolución del sistema de volteo barrera-cepillo. Por medio de una superficie de un cilindro giratorio, una tolva, y un cepillo giratorio.

(sistema dosificador y de volteo). Fig. 23. Este principio se siguió perfeccionando en sus elementos, hasta llegar al proceso que se verá en detalle en el momento de explicar las alternativas formuladas. Con este sistema en conjunto se solucionaría la dosificación hacia la etapa de formado en el plano. El formado de hileras en sentido transversal y el volteo se lograba con una eficiencia de 99%.



Fig. 24. Formado de hileras en una rampa (plano inclinado) con canales curvos. Los mosaicos al caer en un cunial forman hileras y son alineados paralelamente.



Fig. 25. Formado de hileras por medio de una banda y guías fijas. Los mosaicos son movidos sobre la banda y las guías los separan formando hileras.

3.- **Formado de hileras.** Esta etapa realmente no representó problema alguno pues casi todas las alternativas lograban formar hileras a partir de mosaicos en un plano X-Y, ya fuera por planos inclinados o bandas. Ver Figs. 24 y 25.

4.- **Colocación de mosaicos en moldes.** Al tratar de juntar los mosaicos en ambos sentidos se detectó un problema que delimitaría el proyecto. Al intentar unir los mosaicos previamente volteados en el mismo sentido, uno junto al otro, era muy difícil controlarlos pues tendían a girar o empalmar uno sobre otro. Debido a la irregularidad dimensional y a su arista aguda, sería muy difícil lograr la linealidad de las hileras del tapete por lo que se decidió usar moldes con la cavidad semejante al mosaico, o fin de que sirvieran para controlar y evitar el giro y empalmado. Afortunadamente este problema estaba solucionado en el proceso manual con el "uso de charolas", aunque podría ser también otro tipo de superficie con cavidades.

Después de detectarse que era difícil controlar los mosaicos uno junto a otro, se decidió que la máquina usara charolas para depositar las hileras de mosaico ya volteados y así se mantuvieran controlados hasta sujetarlos con el papel engomado. Se optó por utilizar las mismas charolas, aprovechando la propia tecnología de la empresa para su fabricación, haciéndoles únicamente pequeños modificaciones. Esta operación fue parte de las últimas etapas para el formado y estaba limitada a la solución de las anteriores. Se muestran algunas alternativas para el posicionado sobre las charolas en las Figs. 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 y 34. El problema de posicionado sobre las charolas fue uno de los más estudiados y delimitaría el tipo de solución del proyecto.

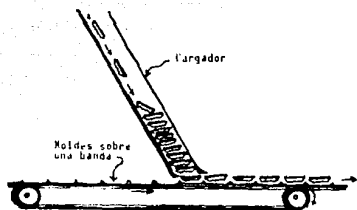


Fig. 26. Idea para posicionar los mosaicos en las cavidades de la charola. Se aprecia un sistema tipo cargador. Se van llenando los huecos uno a uno conforme avanza la charola.



Fig. 27. Modelo del cargador manual que se usó para probar el principio de la Fig. 26.

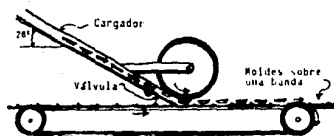


Fig. 28. Otro principio basado en cargadores. Se caracteriza por un dosificador (válvula) de mosaicos sobre la charola que se abre y se cierra conforme va avanzando la charola.

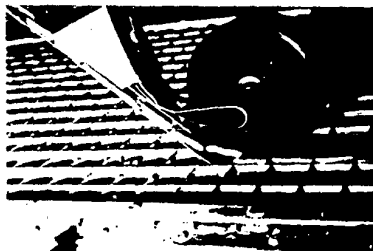


Fig. 29. Modelo de prueba para una hilera de la idea de la Fig. 28.

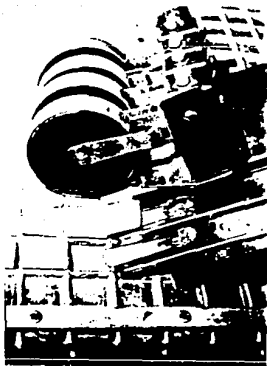


Fig. 30. Modelo de prueba para varias hileras de la idea de la Fig. 29. Se aprecian las lengüetas que sirven de válvula, son accionadas por cada lomo de la charrola.

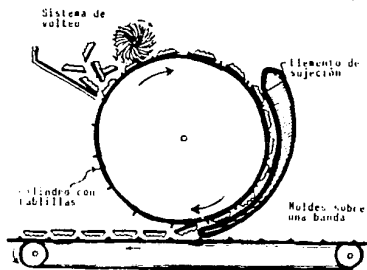


Fig. 31. Después de las limitaciones de los cargadores, se llegó a un sistema de depósito sobre la charrola, desde el mismo cilindro de volteo. Se basó en un elemento de sujeción que mantiene los mosaicos unidos al cilindro hasta la charrola.

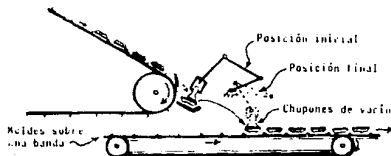


Fig. 32. Mecanismo para depositar mosaicos sobre la charrola por medio de chupones de vacío. Este sistema consiste en tomar línea por línea los mosaicos y depositarlos sobre las charrolas. Proceso intermitente.

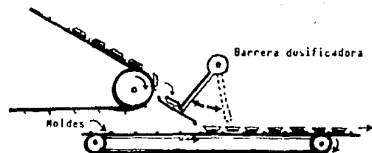


Fig. 33. Idea para depositar los mosaicos por medio de un cilindro dosificador. Los mosaicos resbaldan en la rampa y son recibidos por la barrera del cilindro que va girando en forma controlada.

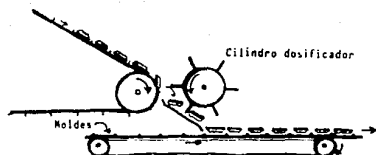


Fig. 34. Depósito y control por medio de una barrera accionada mecánicamente. La barrera los alinea y se desplaza hasta la charola donde son liberados (depositados).

5.- **Empapelado.** Para el empapelado se hicieron pruebas, principalmente para las etapas de engomado, la toma de los pliegos de papel, y posicionado sobre la charola con el mosaico ya formado. Se explicarán las principales alternativas en la parte correspondiente al empapelado.

6.- **Secado.** El principal problema era acelerar el tiempo de secado. La dificultad no se alcanzó a solucionar pues se consideró que era un problema secundario, se solucionaría con adquirir un horno de los existentes en el mercado. Sin embargo, se hicieron algunas propuestas que se puntualizarán en la parte referente a las alternativas de secado.

## ANTEPROYECTO Y PRIMERA VISION DEL PROBLEMA

El anteproyecto fue la base para que se realizara el proyecto.

En el periodo del anteproyecto se estudió el problema y se conceptualizó una alternativa como propuesta para el proyecto. La propuesta estaba basada en pruebas de algunas de las alternativas parciales hasta ese momento, se pensó que el problema se podía solucionar en cierto tiempo y costo. A la empresa le convenció el planteamiento realizado para solucionar el problema, firmándose en esos términos el contrato.

Por considerarlo ventajoso el CDMIT dividió el problema en módulos en orden de importancia y de tiempo para la solución. Ellos fueron: a) módulo del formado del tapete, b) módulo de empapelado y, c) el módulo de secado, este último opcional. La propuesta y visión del proyecto se concibió tal como se observa en la Fig. 35.

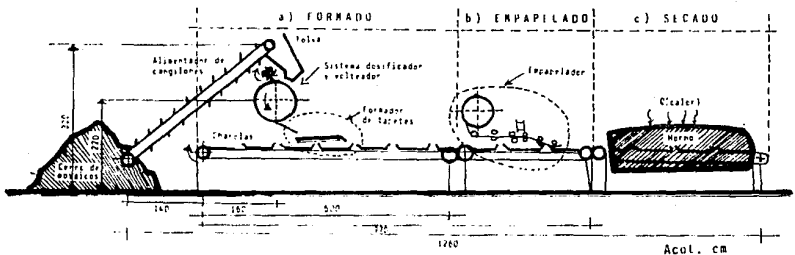


Fig. 35. Conceptualización del anteproyecto y propuesta para el proyecto. Se dividió en tres módulos: el de formado, empapelado y secado.

### 3.6.3 ALTERNATIVAS PARA EL FORMADO DE TAPETES EN PROTOTIPOS

Como ya se mencionó las bases que rigieron las alternativas del proceso completo fueron los principios probados previamente para cada fase de operación. Cada etapa fue conceptualizada y experimentada parcialmente sin perder el enfoque de conjunto. Se hicieron modelos para probar los principios de funcionamiento con el material real de trabajo. Después de ponerse a prueba los principios para las etapas parciales, se trató de conceptualizar en conjunto y combinar los principios obtenidos hasta ese momento en la búsqueda de soluciones completas. Estas, combinadas entre sí, generaron una amplia gama de alternativas que se analizaron, seleccionaron, desarrollaron y se probaron en una forma global, definiendo así cual representaba la mejor solución.



La presentación de las alternativas se hace de forma secuencial según el grado de avance y dominio del proyecto (hasta ese momento). Se explica y comenta lo que se perseguía en cada fase tomando en cuenta limitaciones, logros y aportes.

El sistema de sujeción de los elementos en las diferentes alternativas fue a nivel modelo y se considera no fundamental como parte de las alternativas, por lo que se hablará de ello solamente en la última alternativa.

### 3.6.3.1 ALTERNATIVA BASADA EN CARGADORES

La idea de la cual partió la alternativa consistía en que a base de dosificado, sistemas de volteo y cargadores, se depositara los mosaicos hasta la charola.

Esta alternativa consta de los siguientes sistemas: alimentación de los mosaicos a granel; volteo, es decir, orientación a fin de que los mosaicos queden con las caras similares hacia arriba o hacia abajo; formado de hileras, una por cargador; cargadores de mosaicos; y sistema de conjunto de moldes sobre una banda. Fig. 36.

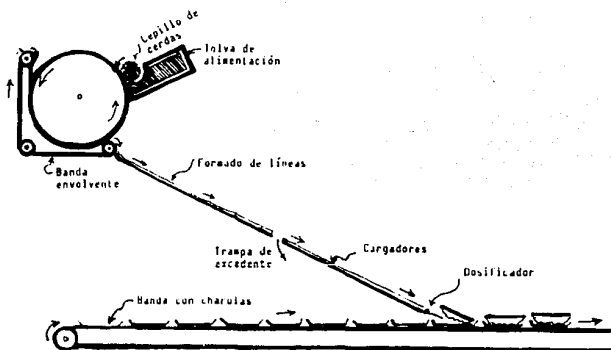


Fig. 36. ALTERNATIVA BASADA EN CARGADORES. Está formada por los sistemas de: dosificación, volteo, formado de hileras, trampa, cargadores y conjunto de (charolas o moldes) sobre una banda.

Secuencia del proceso: se inició con el sistema de alimentación del mosaico en una tolva rudimentaria donde es almacenado el material. El mosaico queda de tal forma que hace contacto directo con la superficie del cilindro de tabillas. Para el volteo se usó la más eficiente de las opciones, que fue el cilindro con tabilla y un cepillo cilíndrico giratorio. El cilindro con tabillas gira y jala el material que hace contacto directo con él. Una parte del material es regresado a la tolva por el cepillo que gira en sentido con-

trario y permite únicamente el paso del mosaico en un sentido. Los de la base mayor entre tabillas y, apoyados sobre el cilindro, permanecen en el cilindro que gira lentamente. Poco antes de caer son sujetados por una banda que va envolviendo al cilindro, ésta los presiona y se desplaza con el cilindro a la misma velocidad, hasta llegar a la parte inferior del mismo en donde los mosaicos son liberados, quedando al revés por la media vuelta que ha dado el cilindro. Es decir, con la base mayor hacia arriba. Después de tener todos los mosaicos en un solo sentido son liberados sobre la banda que continúa horizontalmente. Al final de la banda los mosaicos son recibidos sobre un plano inclinado (rampa) con canales curvos como el visto en la Fig. 19, en donde se forman columnas y posteriormente los mosaicos se resbalan y caen en cada uno de los cargadores en donde se almacenan. Estos cargadores coinciden en su extremo con cada una de las hileras de las cavidades de la charola, la cual es movida uniformemente por una banda transportadora; ver Fig. 37.

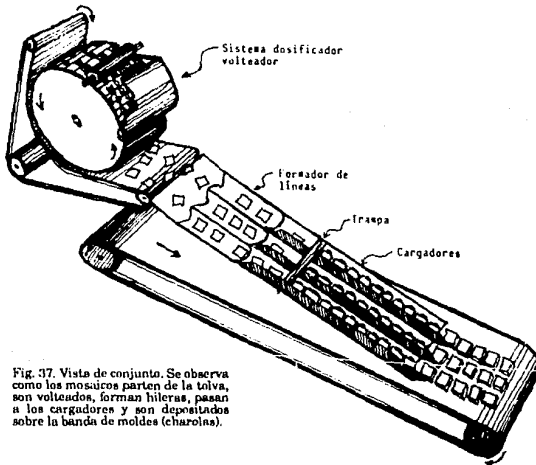


Fig. 37. Vista de conjunto. Se observa como los mosaicos parten de la tolva, son volteados, forman hileras, pasan a los cargadores y son depositados sobre la banda de moldes (charolas).

Con el concepto de cargadores se pensó dar solución al problema del formado del tapete. Se determinó el mejor tipo de cargador y se hicieron pruebas desde alimentación, volteo, formado de hileras, paso a un cargador (perfil aerodinámico) y llegada a la charola.

Esta solución se abandonó por presentar los siguientes inconvenientes:

- Por la irregularidad del material se producían obstrucciones en el flujo de mosaicos, a pesar de que esta alternativa evolucionó desde los cargadores de perfil cerrado hasta llegar a un perfil abierto.

- Por el material roto se provocaban fallas que tenían que corregirse inmediatamente, pues de lo contrario, dejaban sobre la charola líneas vacías que requerían corrección manual posterior.
- Baja eficiencia. Por el motivo de las fallas del material, al tratar de corregir las obstrucciones era necesario gran número de personal para el acabado final.
- Estuvo limitada por la complejidad del perfil, la cual tenía que producirse artesanalmente con los problemas de calidad que afectaban la eficiencia.
- Difícil de superar las interrupciones para corrección de fallas.

Con esta alternativa se concluyó que la falta de uniformidad del material limitaba todo tipo de canales donde quedarán encerrados los mosaicos, pues se provocaban acúmulo de obstrucciones del flujo, lo que restringía del todo una posible máquina automática.

Cabe mencionar que la alternativa de cargadores hubiera sido una buena solución si el material fuese regular, como el de piezas troqueladas, pero esa no fue nuestra realidad.

### 3.6.3.2 ALTERNATIVA BANDAS SECUENCIALES

Con la experiencia de la alternativa anterior, se pensó en otra en donde no hubiera la posibilidad de obstrucción de flujo y que además funcionara con mosaicos de tamaño irregular.

Esta solución mantuvo los mismos principios de los sistemas de la anterior, a excepción de los cargadores que fueron sustituidos por bandas; Fig. 38.

El proceso fue el siguiente: En las primeras etapas se usaron los mismos principios de alimentación, volteo y formado de hileras que se explicaron en la alternativa anterior, el cambio se inició en el traspaso de los mosaicos que en lugar de caer en los canales, se pasan a una serie de bandas que en una forma secuencial van reduciendo en velocidad hasta lograr que se junten los mosaicos en forma longitudinal. De la penúltima banda los mosaicos se pasaban a un plano a base de canales (rampa acanalada), que al inicio era del ancho de la banda y en su extremo se reducía al del tapete, coincidiendo a la vez, con el ancho de las cavidades de la banda de juntado previo a la charola, lográndose con esto el juntado en sentido transversal. Después de este juntado inicial se pasaban a la banda de juntado final, paso previo a su ubicación en la charola. Figs. 39 y 40.

El proceso se termina manualmente con un movimiento de vaivén o una banda con movimiento oscilatorio, inspección y corrección.

Esta alternativa fue prometedora pues se pensó que al superar el problema de obstrucción y la irregularidad del material se solucionaría el problema. Mas no fue así, se tuvieron limitaciones como las que se mencionan a continuación:

- Baja eficiencia en el acomodo. Algunos mosaicos no quedaban exactamente en la cavidad y otros se empalmaban, por lo que se requería de mano de obra para su terminado.

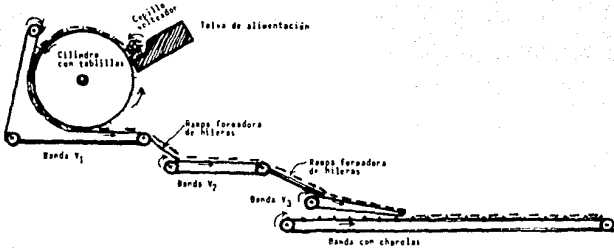


Fig. 38. ALTERNATIVA DE BANDAS SECUENCIALES. La acumulación se hace por medio de la reducción de la velocidad de las bandas subsecuentes, y la formación de hilera por planos acanalados inclinados. En seguida los mosaicos pasan a la banda de charrolas.

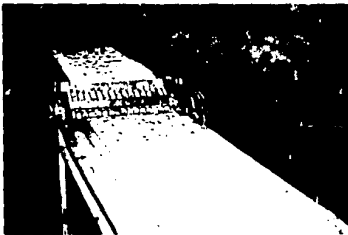


Fig. 39. Detalle de las bandas a diferentes velocidades.

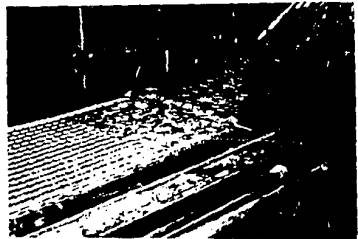


Fig. 40. Detalle del paso de la última banda a la charrola.

- El empalmamiento era inevitable. Se debía a la diferencia de alturas entre mosaicos pues con un mínimo de presión de uno contra otro, la arista aguda hacía que se desviarán formando el empalmamiento.
  - No podía ser un sistema automático. Requería un terminado manual.
- A pesar de las fallas se observaron ventajas que en un momento dado harían pensar en retornar a esta alternativa, ya que cumplía con gran parte de los requisitos. Se señalan las siguientes ventajas:
- Era una solución que trabajaba con las características del material (irregularidad), sin problemas de obstrucciones ni de interrupciones.
  - Ejecutaba las operaciones que consumen mayor tiempo del proceso manual con gran rapidez, por lo que podría ser muy productiva.

- Al medir la velocidad del llenado de la charola, fue mayor que la del objetivo del proyecto por lo que era una alternativa prometedora.
- El concepto de solución era muy sencillo lo que significaría que el costo de cada máquina sería muy bajo.
- El problema de baja eficiencia se compensaba con la facilidad, economía y rapidez de las operaciones.

Sin embargo, no se hizo una evaluación adecuada y se descartó por no ser una máquina automática. En mi opinión se cometió un error al tomar la decisión de desechar esta solución.

Comentario: A mi juicio en estas etapas de diseño fue donde se empezaron a cometer errores en la forma de tomar decisiones, ya que se optó intuitivamente sin hacer evaluaciones adecuadas. Aquí es importante la metodología y los diferentes criterios de diseño para ayudarnos a evaluar la toma de decisiones para que en un momento dado se delimite el proyecto a una solución que satisfaga productivamente. De otra forma, se prolonga la investigación tratando de conseguir una solución que lleva mucho tiempo, para llegar a la conclusión de que no es posible alcanzar la meta rebasando el tiempo estimado o el presupuesto. Aunque esta forma es válida en la investigación científica, no lo es para la tecnológica en donde los objetivos tienen que ver con la producción de bienes (en un tiempo), y no con el conocimiento como fin.

En este momento es cuando se sufren las consecuencias de una negociación con fallas. Si desde el inicio se compromete a generar una máquina automática, se cierra mucho la posibilidad de solución. Por el contrario cuando se compromete a un resultado productivo se amplía la gama de soluciones. Esto último tiene que ver con el proceso de diseño sobre todo para este tipo de proyectos. Cuando se empieza un problema es difícil precisar el tipo de solución, pues no se conoce el comportamiento real de las soluciones y conforme el proyecto va avanzando y profundizando, en la práctica se realiza la comprobación, siendo ese momento cuando se puede precisar con bases más sólidas el límite conveniente del proyecto y el tipo de solución a formularse.

### 3.6.3.3 ALTERNATIVA CILINDRO CON TABLILLAS

Con la experiencia de las alternativas anteriores se pensó que el nuevo concepto podría tener mayores ventajas, ya que contenía los mismos principios de alimentación y volteo que estaban comprobados. Como idea nueva parecía tener perspectivas.

En esta alternativa se intentó otro concepto de solución que consistió en voltear el material de la misma forma: juntar los mosaicos uno junto a otro en las tablillas del cilindro; evitar que se movieran y posar las hileras hasta la charola. Figs. 41 y 42.

El cambio conceptual de esta alternativa respecto a las otras, está en el sistema de junta-do y el sistema de paso a la charola. Para esta alternativa se perfeccionó el sistema de tablillas del cilindro y se hicieron cambios a los nuevos requerimientos en todo aspecto.

Principales problemas y su solución: Uno de los requerimientos a los que nos enfrentamos fue colocar o dosificar por lo menos 15 mosaicos por tablilla. Otro, juntarlos en las tablillas para de allí pasar las hileras de 15 a la charola. Para juntar 15 mosaicos fue necesario mejorar la eficiencia de llenado por tablilla, esto se logró dividiendo el sistema de alimentación y de volteo en dos etapas: la tolva se dividió en dos alimentadores con su respectivo cepillo de volteo. Además, se aumentó el ancho de las tablillas hasta asegurar que hubiese por lo menos 15 mosaicos.

Para el problema de juntado se experimentó con varias posibilidades resultando ser óptima la consistente en una banda de juntado colocada en el extremo superior del cilindro (se desarrollaron varios modelos de la banda para poder determinar las características ideales. Fig. 43) después del juntado, otro de los problemas fue el paso a la charola, éste se solucionó con una banda envolvente al cilindro que evita la caída de los 15 mosaicos antes de pasar a la charola.

El proceso quedó de la siguiente forma: el material es depositado en la tolva de doble compartimento. Fig. 44. Al girar el cilindro jala el material del primer compartimento, el primer cepillo hace su función de volteo permitiendo el paso y volteo de una parte de mosaico. Al pasar las tablillas del cilindro por el siguiente compartimento, los espacios vacíos nuevamente se llenan y el segundo cepillo permite el paso de la parte de mosaicos con su base mayor hacia el cilindro. Por probabilidad las tablillas no se llenan totalmente, quedando huecos, esta falla se solucionó con el sistema de juntado. El juntado se opera por medio de una banda que hace contacto con el cilindro y se mueve transversalmente, es decir longitudinalmente respecto a las tablillas del cilindro, por ello los mosaicos se deslizan a uno de los lados del cilindro y son detenidos por una barrera que funciona con el mismo principio de volteo. Las hileras ya colocadas, una junto a la otra y en uno de los lados del cilindro, pasan a una banda envolvente de un ancho que sólo cubre y sujeta a 15 mosaicos. (Fig. 45). Esta banda evita la caída de los mosaicos antes de pasar a la charola. Al girar el cilindro el resto de los mosaicos es recibido y enviado a un depósito de sobrantes. Fig. 46. El paso a la charola se hace en el lado inferior del cilindro en donde termina la banda envolvente. Las charolas son movidas uniformemente sobre una banda transportadora. Figs. 47 y 48.

Esta alternativa se probó en su totalidad. Se midió la velocidad de la posible producción, obteniendo 5000 tapetes por día que sería 2.5 veces a la estipulada en el contrato. No se continuó sin embargo perfeccionando la eficiencia en el acomodo de los mosaicos, la eficiencia lograda fue de un 85%, debido principalmente a las fallas en la banda juntadora, por lo que se podía esperar una eficiencia mayor. El problema consistía en que la banda tiraba mosaicos y a veces las hileras se reducían a menos de 15 mosaicos lo cual provocaba faltantes. Esta alternativa demostró solucionar el problema en cuanto a "productividad". La demostración se basó en un análisis de tiempos reales para el 15 % faltante. Como se verá más adelante en la evaluación del proyecto, tal alternativa fue una solución en cuanto a productividad. Más fue limitada "pues no era una máquina automática 100%". Aquí surge la pregunta: ¿hasta qué punto es más importante la automatización o la productividad de la solución?. Se marcó muy claramente la tendencia del proyecto: Buscar una solución automática sin comprender sus limitaciones.

Esta alternativa fue excelente, tuvo las ventajas de las anteriores con mejor eficiencia y velocidad impresionante. Sin embargo, el posicionado no fue perfecto, por lo que se requería de un proceso de movimiento ya fuera en forma manual o con una mesa vibratoria (acercándose más a lo automático).

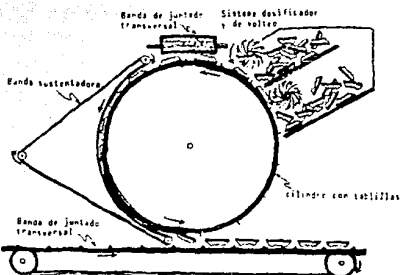


Fig. 41. ALTERNATIVA DEL CILINDRO CON TABLILLAS.  
Se aprecian los diferentes sistemas.

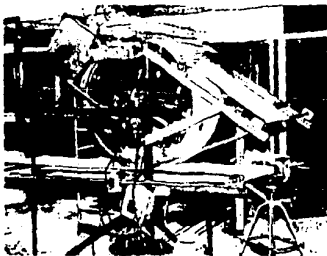


Fig. 42. Vista general del modelo de prueba de la alternativa cilindro con tablillas.



Fig. 43. Diferentes bandas de prueba para el sistema de junta de mosaicos sobre las tablillas del cilindro.

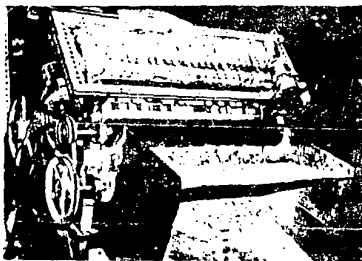


Fig. 44. Vista superior. Se observa la tolva de doble compartimento y el sistema de dosificación, volteo, y juntado.



Fig. 45. Vista lateral. Observar la banda envolvente y entrada de la charola.

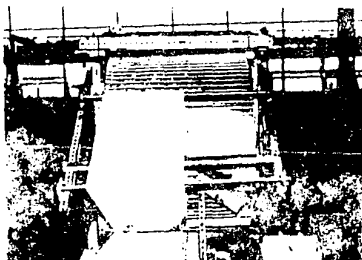


Fig. 46. Detalle del sistema para dejar pasar sólo 15 mosaicos por tabilla, dejando caer el resto. También se aprecia el resultado del juntado de hileras.

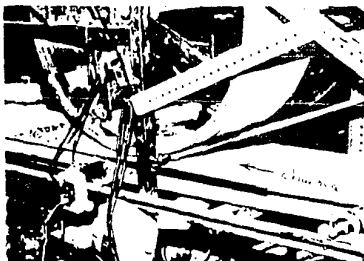


Fig. 47. Detalle de la parte inferior. Se observa la entrada de la charola vacía y la salida de la charola llena.

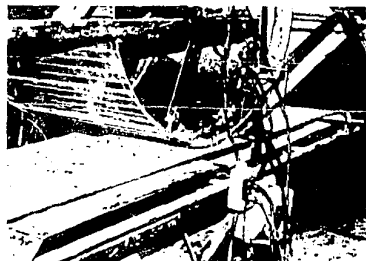


Fig. 48. Calidad del llenado del mosaico sobre la charola.



### 3.6.3.4 ALTERNATIVA BANDA CON TABLILLAS

Al valorar los resultados de la alternativa del cilindro, se pensó que el problema se había solucionado y que haciendo ciertos cambios podría llegarse a la automatización. Por lo que la nueva alternativa intentó crear la máquina automática.

Conceptualmente está basada en los mismos principios que la alternativa del cilindro, variando solamente de la forma cilíndrica a una forma poligonal triangular, con tablillas sujetas sobre cadenas. El cambio que realmente se introdujo fue el sistema de vaciado a la charola, utilizando chupones de vacío accionados por un mecanismo de leva. Figs. 49 y 50.

Los cambios y mejoras para esta etapa del proyecto se describen a continuación:

**Banda triangular:** Consiste en una banda formada a base de tablillas, las cuales están sujetas en sus extremos sobre cadenas de eslabones con aletas. La forma triangular se consigue por medio del apoyo de catarinas montadas en ejes rodantes situados en los vértices.

**Sistema automático:** Consiste en un mecanismo que de las tablillas de la banda formaba, línea por línea, los mosaicos por medio de unos chupones de vacío para depositarlos en la charola intermitentemente. Esta idea se probó parcialmente por las limitaciones que aparecieron.

Diseño de detalle de la banda de juntado: ya comprobada su efectividad se escogió una banda de mejores características concentrando la atención en la textura. Haciendo un

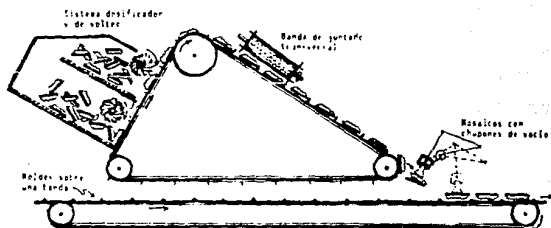


Fig. 49. ALTERNATIVA BANDA CON TABLILLAS. Son los mismos elementos de la alternativa anterior cambiando solamente la dosificación (el paso) a la charola.

análisis del principio por el cual funcionaba, se llegó a proponer una banda a base de cepillos de cerdas plásticas con ello se mejoró la eficiencia de juntado para cualquiera de las soluciones, tanto para el cilindro como para la nueva alternativa. Figs. 51 y 52.

Se experimentó otra forma para el paso a la charola, proceso continuo, ésta consistía en una envolvente de cerdas que hacía más eficiente la llegada a la charola, pero estaba lejos de ser 100% precisa. Con esta nueva posibilidad y la de la banda de juntado fue posible incrementar la eficiencia probada en cualquiera de las dos últimas alternativas. Con estos avances era comprobable la productividad de la solución, que tenía carácter de semi-automática por requerir de terminado manual. Figs. 53 y 54.

El proceso final quedó de la forma siguiente: el material es depositado en la tolva de doble compartimento (de igual manera a la alternativa del cilindro), es dosificado permitiendo el paso de una parte de mosaicos con su base mayor hacia la banda. Por probabilidades las tablillas no son llenadas totalmente por lo que quedan huecos, esta falla se soluciona con el sistema de juntado transversal ahora perfeccionado. Fig. 55. Las hileras de mosaicos ya juntas y en uno de los lados de la banda, son tomadas por los chupones en grupos de 15 mosaicos, evitando la caída o utilizando el sistema de envolvente ampliamente probado. Al avanzar la banda el resto de mosaicos es recibido y enviado a un depósito de sobrante. Las charolas son movidas intermitentemente sobre una banda transportadora. Fig. 56.

Resultados y aportaciones de esta alternativa:

La idea era automatizar, mas a pesar de que el sistema no se probó con amplitud, se observaron muchas limitaciones. Aunque se mejoró la eficiencia en el juntado y se optimizó al máximo el acomodado del mosaico antes de ser tomado por los chupones, éstos no trabajaban con fallas ni irregularidades en el material. Otros inconvenientes fueron la velocidad muy lenta (por ser un proceso intermitente), que tenía niveles por debajo de los objetivos. El sistema era complejo por ser intermitente y la precisión en el material que requería era muy alta. En fin, se manifestaron muchas limitaciones. Además, estaba muy lejos de ser una máquina automática. Por lo tanto que se concluyó que era una alternativa improductiva.

Aportaciones. A pesar de los resultados como alternativa, no todo se puede considerar un fracaso, se alcanzaron avances respecto al proyecto tales como:

- Se probó otra variante diferente al cilindro con posibilidad de forma poligonal, manteniendo los principios de volteo y juntado.
- Mejoras a la banda de juntado a base de cepillos con características superiores. Se ganó eficiencia, se determinó y probó el principio con precisión.
- Posibilidad de mayor número de tolvas si fuera necesario.
- Se experimentó otra posibilidad para el paso a la charola que se ajustaba al tipo de solución semi-automática y todas sus ventajas de un proceso continuo.
- En esta etapa del proyecto se tenía una solución semi-automática. Era cuestión de evaluar y decidir si concluía el proyecto en esta fase o continuaba la investigación.

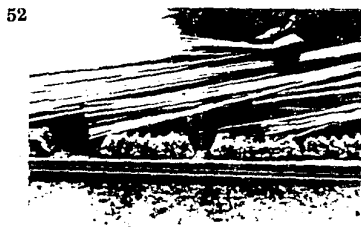
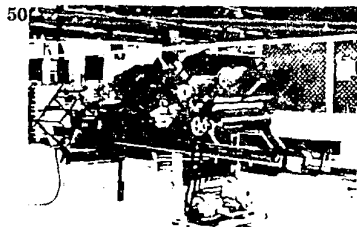


Fig. 50. Modelo de pruebas de la alternativa banda con tabillas.

Fig. 51. Modelo manual para probar el principio y la determinación del sistema óptimo de juntado.

Fig. 52. Detalle del principio de juntado. El cepillo recorre los mosaicos sin que se empalmen.

Fig. 53. Sistema para pasar el mosaico a la charola. Alternativa del proceso continuo.

Fig. 54. Detalle del principio para pasar los mosaicos a la charola.

Fig. 55. Vista superior. Se observa el sistema de alimentación, volteo y juntado.

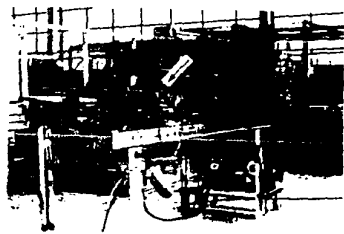


Fig. 56. Sistema automático del paso de mosaicos de las tabillas a las charolas.

### 3.6.4 PROTOTIPO QUE MOSTRO SER LA MEJOR ALTERNATIVA

Esta alternativa fue el resultado de la conceptualización y experimentación de las alternativas anteriores. Se diseñó en detalle las etapa del proceso, se rectificaron las fallas observadas reconociendo las limitaciones del proyecto en sí mismo.

La construcción de la máquina prototipo abarcó dos etapas: La primera fue una continuación del intento de automatización de la alternativa anterior. El diseño en detalle de los componentes más la fabricación de las piezas del prototipo final. No lograda la automatización, una segunda etapa, la fase final del proyecto se completó. Estuvimos forzados para terminar por que se vencía la prórroga del tiempo. Los directivos de la empresa finalmente se convencieron de las limitaciones del proyecto.

Las dos alternativas anteriores habían mostrado ser una solución viable en forma semi-automática. Los directores de la Empresa y del CDMIT viendo lo cerca que se estaba a una solución automática, y creyendo en su factibilidad, a pesar de las limitaciones observadas decidieron continuar el proyecto e intentar la automatización. Sin embargo, no se logró.

Patente y reivindicaciones. Por necesidad de protección tecnológica y comprendiendo los logros, la última alternativa: la máquina prototipo fue patentada. Inmediatamente que se terminó de construir se procedió a los trámites correspondientes bajo la coordinación del Centro para la Innovación Tecnológica (CIT), UNAM. Los derechos de patente fueron cedidos a la UNAM tanto por parte de la empresa como de los autores de la invención. En el convenio la UNAM cedía ciertas preferencias a la empresa. Algunos de los esquemas que aparecen en este tema, son reivindicaciones de la patente.

### CAMBIOS Y MEJORAS

Se cambió el tamaño del tapete por necesidades de la empresa. Se redujo el tamaño del tapete para mejorar el manejo y efectividad en el uso, ya que el tamaño normal de 1x2 ft era de difícil manejo. Se sugirió y se decidió reducirlo a 1x1 ft, es decir, a la mitad de su longitud original. Afortunadamente por cuestiones de diseño todo se reducía a lo mismo, lo único que había que cambiar eran los moldes o charolas y tamaño de papel.

La banda de forma triangular pasó a ser una banda trapezoidal, ya que se pudo comprobar que el sistema de juntado trabajaba mucho mejor en forma horizontal, a semejanza de la alternativa del cilindro. La banda estaba igualmente formada a base de tablillas pero un poco más largas, las cuales están sujetas en sus extremos sobre las cadenas como la banda triangular. La forma trapezoidal se da por medio del apoyo de catarinas montadas en ejes rodantes situadas en los vértices.

La tolva de alimentación. Se rediseño contando con la información de las experiencias anteriores y tomando en cuenta los materiales, durabilidad, sistema de ajuste, intercambio de piezas, precisión en ángulos y dimensiones, sistema de ensamble, etc. Ver Figs. 57 y 58.

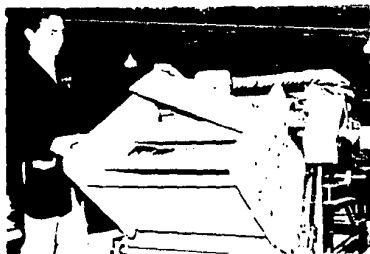


Fig. 57. Tolu de alimentación. Se observan los compartimientos con las partes desgastables e intercambiables.



Fig. 58. Vista inferior de la tolu. Muestra un juego de cepillos ajustables cuya función es mantener un sello flexible entre la tolu y la banda de tablillas.

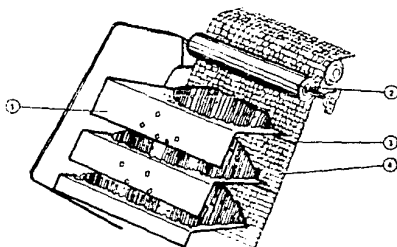


Fig. 59. Detalle del sistema de volteo. (1) Un compartimento de la tolu. (2) Cepillo giratorio de volteo. (3) Cepillo recto. Doble función de sello y volteo. (4) Banda de tablillas transportadora de mosaicos. Reivindicación de patente junto con el sistema de juntado.

Sistema de volteo. Con el mismo criterio seguido para el diseño de la tolu, se diseñaron sus diferentes componentes. En el diseño de detalle el sistema se simplificó conforme se fue avanzando en el proceso. Es interesante comprobar que al evolucionar en el diseño, se tiende a simplificar en sus últimas etapas tal como nos menciona la teoría (sintetizar la solución). Esto sucedió con los cepillos, pues en lugar de usar dos se redujo a uno, simplificándose el sistema de transmisión en sus componentes. Así se ganó espacio lo cual repercutió en la reducción del tamaño de la máquina. El primer cepillo se sustituyó por uno fijo en la misma tolu, que hacía la doble función de sello del mosaico y de cepillo giratorio. Fig. 59.

Sistema de juntado. En la banda de agrupamiento se detectaron ciertas fallas que en el diseño de detalle se decidió mejorar, sobre todo en lo referente a sus dimensiones, espesor de la cerda, material, ángulos, número de cepillos, montaje y desmontaje, sistema de ajuste, control de la velocidad de trabajo. Fig. 60.

En el sistema automático para el paso de los mosaicos a la charola se volvió a experimentar, tomando en cuenta las mejoras del diseño de detalle, que perfeccionaron

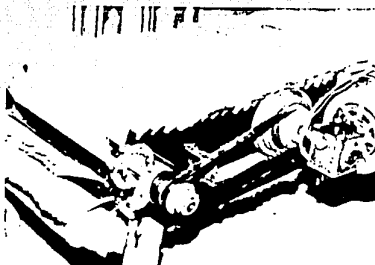


Fig. 60. Sistema de juntado como resultado del diseño de detalle y mejoras de la banda de agrupamiento.



Fig. 61. Sistema automático con 4 chupones de vacío. Se observa el cilindro de presión neumática, que hace el movimiento vertical.

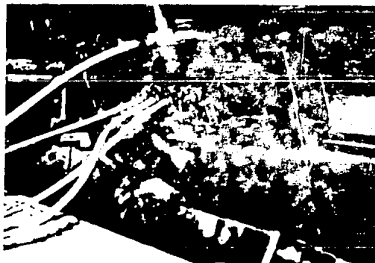


Fig. 62. Detalle del sistema automático. Se observa como los 4 chupones toman los mosaicos de la tablilla.

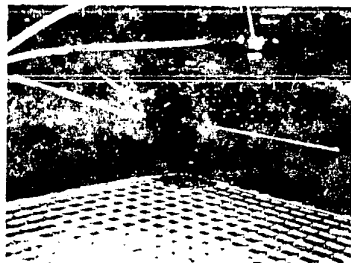


Fig. 63. Detalle del posicionado. Se aprecia la forma exacta del posicionado de mosaicos sobre la charola, esto pasaba siempre y cuando no hubiera fallas en la toma de la tablilla.

las etapas anteriores del proceso previo a la charola. El sistema consistió en un mecanismo semejante al anterior, con la toma de las tablillas desde la banda, línea por línea de mosaicos, por medio de chupones de vacío para depositarlos en la charola. De forma similar a la alternativa anterior pero con mucho más tiempo de experimentación. De la solución intermitente de la banda de las charolas se pasó a una de avance continuo por ser un sistema más sencillo y que no influía en el acomodado. Figs. 61, 62 y 63.

Sistema definitivo para el paso a la charola. Paralelamente al sistema automático se experimentó y aceptó otro sistema para el paso a la charola, que consistió en una barrera accionada por una leva, que permite (el control en una coordenada) el paso de línea por línea de mosaicos a las charolas. No logrando la automatización deseada se entregó esta alternativa, consiguiendo una calidad de acomodado semejante a las propuestas las anteriores semi-automáticas. Esta fue la que se decidió elegir como la mejor opción. (Hubo división de opiniones pues las soluciones anteriores se tenían también como válidas). Figs. 64 y 65.

## DESCRIPCION DE LA ALTERNATIVA

La máquina se forma principalmente por sistemas móviles y fijos acoplados de tal forma que realiza las operaciones deseadas hasta obtener el tipo de formado requerido.

La formadora se caracteriza por un conjunto de sistemas integrados a un bastidor, y especialmente diseñados para las operaciones de: Alimentación de los mosaicos a granel; volteo y orientación de los mosaicos a fin de que queden con las caras similares hacia un mismo lado; agrupamiento de tal forma que queden juntas las filas de mosaicos; traslado de mosaicos agrupados sobre una banda hacia el conjunto de moldes que se desplazan, para formar los tapetes; sistema de control de paro y arranque; cubiertas de protección y estética de la máquina. Ver lista de componentes y su posición en las Figs. 66 y 67.

El proceso quedó de la forma siguiente: el material es depositado en la tolva de doble compartimento, dosificación en cascada. Fig. 68. Al moverse la banda el mosaico es arrastrado por las tabillitas del primer y segundo compartimento. El cepillo hace su función de volteo permitiendo el paso de la parte de mosaicos con su base mayor hacia las tabillitas de la banda, el resto es regresado a la tolva. Probabilísticamente las tabillitas no son llenadas totalmente, por lo que quedan huecos sin llenar, solucionando esta falla mediante el sistema de juntado, compuesto por una banda a base de cepillos que trabaja perpendicularmente a la banda de tabillitas. Fig. 69. Los mosaicos en las hileras ya unidas, y en uno de los costados de la banda son pasados a la charola mediante el sistema de barrera accionada por una leva (o los otros sistemas), lo que permite únicamente el paso de 15 mosaicos por tabillita. Como se graficó en las Figs. 64 y 65. Al

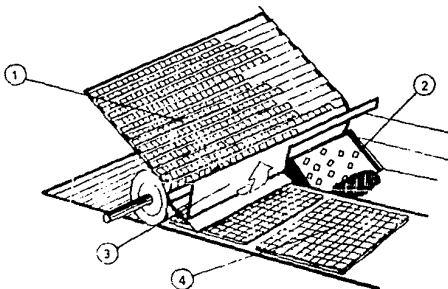


Fig. 64. Sistema de traslado de los mosaicos por medio de una barrera a la charola. Línea por línea el mosaico cae y gira a un plano inclinado donde es controlado por la barrera oscilante que conduce los mosaicos hasta la charola. (1) Tabillitas con mosaicos. (2) Elemento de separación del material sobrante. (3) Barrera oscilante. (4) Tapete formado. Reivindicación de patente.

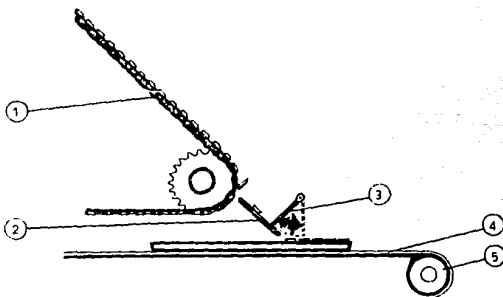
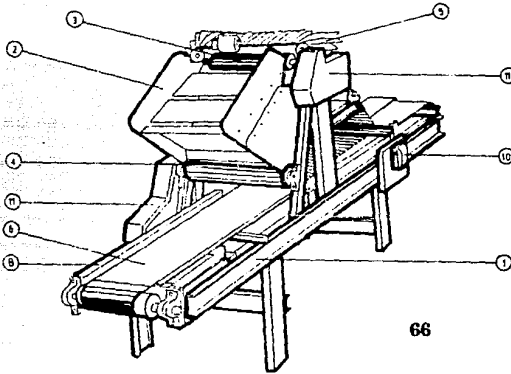
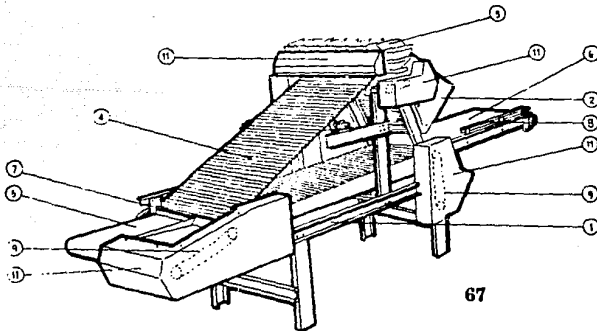


Fig. 65. Vista lateral del sistema. Se observa como los mosaicos pasan a un plano de donde son controlados por la barrera móvil. (1) Cadena metálica con aletas; (2) Plano receptor de líneas; (3) Barrera oscilante; (4) Banda transportadora de charolas (o moldes) y (5) Folea de la banda.

avanzar la banda el resto de mosaicos es recibido y enviado a un depósito de sobrante. Las charolas son movidas continuamente sobre una banda transportadora y a una velocidad controlada. Ver el prototipo final en las Figs. 70 a la 74. Para el diseño de las cubiertas de protección se contó con la participación de un pasante de Diseño Industrial con ello se logró cierta calidad estética.



66



67

Figs. 66 y 67. Vistas posterior y frontal de conjunto. (1) Estructura de soporte o bastidor; (2) Tola de carga; (3) Cepillo giratorio de volten; (4) Banda de tablillas transportadora del mosaico; (5) Banda juntadora o agrupadora; (6) Banda transportadora de moldes; (7) Sistema de traslado a los moldes; (8) Guía de charolas; (9) Sistema de transmisión matriz convencional; (10) interruptor general y (11) Tapas de protección y apariencia.



## RESULTADOS DEL PROTOTIPO DE LA FORMADORA

Aportaciones. A pesar de haber diseñado (inventado) como alternativa una máquina no automática, consideramos que sí se dio solución al proyecto, por las siguientes razones:

- Se cumplió ampliamente con las necesidades de producción planteadas: 12 tap/min, que es mayor a 8 tap/min. del contrato. Pudiendo llegar a un aumento de hasta 200%, como se midió en las otras alternativas.
- El sistema funciona con el material que la empresa dispone a pesar de su irregularidad y falta de calidad.
- La formadora tiene la posibilidad de mejorar la productividad en la medida que se logre mejorar la calidad del material, ya que la eficiencia es función directa de la calidad del mismo.



Fig. 68. Flujo de material a la tolva. Llenado de compartimentos en cascada.

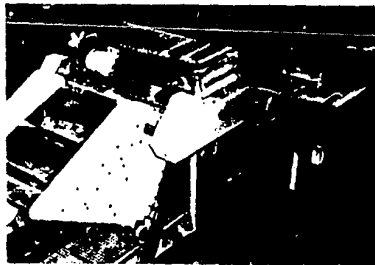


Fig. 69. Vista superior del prototipo. Se observa la tolva de compartimentos, cepillo de volteo y banda de agrupamiento.

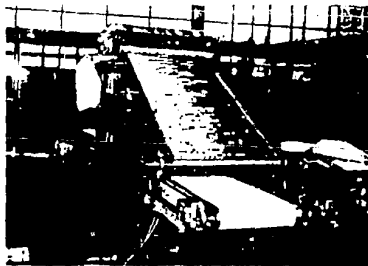


Fig. 70. Vista general del prototipo final sin cubiertas. Se observa el resultado del juntado de los mosaicos cargados a un lado.

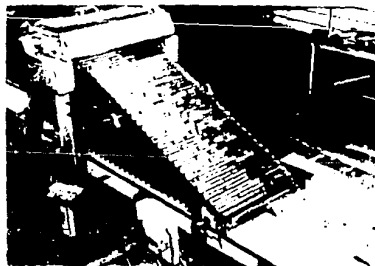


Fig. 71. Vista general del prototipo final con cubiertas de protección y de apartación.

- El sistema cumple con la calidad de diseño en cuanto a: economía, simplicidad, vida útil, mantenimiento, funcionalidad y productividad entre los principales. Además siendo prototipo es posible perfeccionarlo después de pruebas en planta.
- En la Investigación del sistema desarrollado se logró generar con éxito alternativas completas que fueron soluciones productivas, a pesar de no ser automáticas.
- No se logró la automatización esperada.



Fig. 72. Vista lateral del prototipo sin cubiertas.

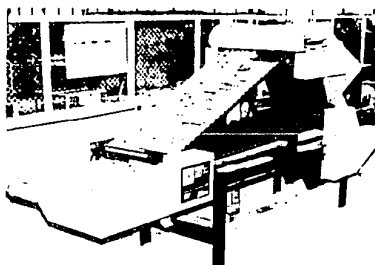


Fig. 73. Vista lateral del prototipo con cubiertas de protección y apariencia estética.



Fig. 74. Vista general lateral del prototipo.

### 3.6.5 MODULO DE EMPAPELADO

Empapelado: Es el proceso mediante el cual al colocar el papel engomado sobre la charola permite mantener los mosaicos adheridos (unidos), orientados y alineados.

Por diversas ventajas el CDMIT dividió el problema según su orden de importancia desde el anteproyecto. Se decidió separar por módulos para poder trabajarlos por separado, y posteriormente volver a integrarse; dichos módulos fueron:

- a) módulo del formado del tapete
- b) módulo de empapelado
- c) módulo de secado (parte opcional).

El empapelado. En el análisis de tiempos sobre el proceso manual de fabricación de tapetes, éste es el proceso que ocupa el segundo lugar en importancia. Requiere cerca de un 10% del tiempo total requerido en la fabricación de un tapete, por lo que su relevancia se manifiesta en un lugar siguiente a la formadora.

El estudio del empapelado comenzó después de tener una idea definida de la formadora de tapetes, su desarrollo coincidió con la tercera alternativa de la formadora, aunque con anterioridad se había trabajado conceptualmente.

Con la misma información y criterios de diseño (tema 3.5) se determinó la alternativa que se presenta a continuación. Dicha solución no se expandirá con la profundidad del proceso seguido para la formadora, pues es similar, y se expone brevemente como parte del proyecto.

Conceptualización: Esta tendría otro grupo de etapas a semejanza del proceso de diseño de la formadora, pero menos profundo ya que existía mucha información sobre problemas semejantes. Se hicieron pruebas principalmente para las etapas de la toma de los pliegos de papel, engomado, y posicionado del pliego sobre la charola con el mosaico ya formado. Para la toma de las hojas se investigó sobre los sistemas de las impresoras tales como pinzas, chupones, vacío, entre otros. El vacío fue el que se utilizó. Se experimentó con una aspiradora doméstica para probar el principio y definir características. Al final se decidió por una bomba de vacío. El engomado es problemático por la gran viscosidad del pegamento por ello se experimentó con trenes de rodillos de diferentes características desde planos hasta unos a base de cerdas. Al final se usó un rodillo cilíndrico con pequeñas ranuras para controlar la dosificación.

Posicionado. Teniendo ya controlada la toma de papel, se diseñó un sistema a base de barras en donde se deslizaba el cabezal de vacío que era controlado automáticamente mediante un sistema electrónico-neumático, y accionado por un sistema de émbolos neumáticos, éste era el momento en que se tomaba el papel al pasar por el tren de rodillos de engomado y posteriormente se le posicionaba en la mesa recibidora de charolas.

## DESCRIPCION

La empapeladora está compuesta por las siguientes partes y sistemas:

- 1- Bastidor. Es la estructura básica para la sujeción de los elementos del sistema. Tiene una geometría cúbica, diseñada para permitir la instalación y pruebas para que de todos los componentes cumplan la función requerida.
- 2- Alimentador de hojas. Consta de un depósito de hojas, tolva de vacío accionada por un pistón y controles.
- 3- Sistema engomador. Está compuesto por el depósito de pegamento y alimentador, rodillo aplicador y rodillo dosificador.
- 4- Sistema transportador. Compuesto por un sistemas de barras paralelas, guías donde está sujeto el cabezal de la tolva de vacío (accionado por pistones neumáticos), y sistema de control.
- 5- Sistema transportador de charolas. Formado por una banda de rodillos inclinables donde llegan las charolas de la formadora y después de ser empapeladas, son inclinadas para pasar a la banda de secado.
- 6- Sistema de control. El sistema de control está formado por dos tableros uno manual y otro automático (pensando en un posible funcionamiento a futuro). Ver Figs. 75 y 76.

El Proceso de empapelado: La tolva de vacío es dirigida por guías y movida por un cilindro de presión (neumático) hasta el depósito de papel, allí toma una hoja y se regresa verticalmente hasta el límite superior. La tolva es entonces movida por otro cilindro en una dirección horizontal, y a mitad de su trayectoria, se realiza la etapa de engomado. Cuando pasa el papel con la tolva hace contacto con el rodillo plano de película controlada, esto se realiza por medio de otro rodillo de ranuras que cumple una función dosificadora. La tolva sigue la trayectoria horizontal hasta el límite lateral que coincide con la dirección de la charola. El cilindro en su posición vertical inicia el movimiento con dirección descendente hasta presionar el papel contra la charola. En esta posición es liberado el vacío contra lo que la hoja de papel queda pegada a los mosaicos de la charola y se realiza el empapelado del tapete. La tolva inicia nuevamente la trayectoria de regreso al depósito de papel para iniciar otra vez el ciclo. Simultáneamente al regreso de la tolva, el tapete empapelado avanza sobre la banda para dejar el lugar a otra charola, misma que nuevamente será empapelada. Ver Figs. 77 y 78.

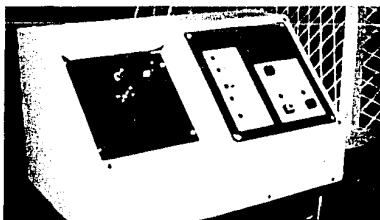


Fig. 75. Sistema de control. Izquierda tablero manual y derecha tablero automático.



Fig. 76. Sistema electrónico de control, parte interna.

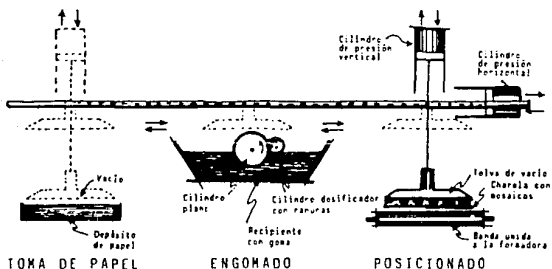


Fig. 77. PROCESO DE EMPAPELADO. Etapas y movimientos en la toma de papel, engomado y posicionado.

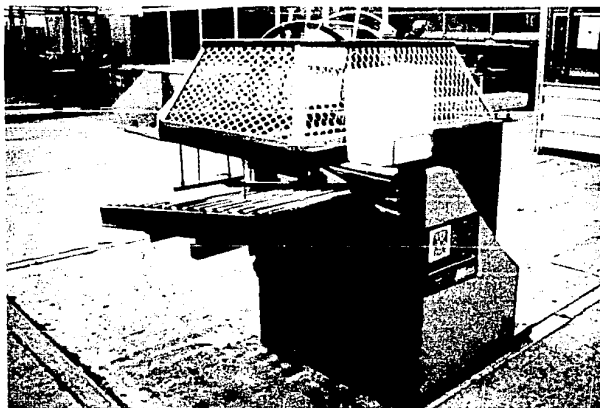


Fig. 78. Vista general de la empapeladora.

## RESULTADOS DEL PROTOTIPO DEL MODULO DE EMPAPELADO

- En cuanto a producción el prototipo tiene una velocidad de 8 tapetes por minuto (de 1 ft x 1 ft), que es justo el registro mínimo establecido en el contrato, por lo cual es una solución limitada si se compara con la elaborada para la formadora (12 tap. por min.). Se notaron deficiencias en la automatización total por ello también se verá limitada en su velocidad de producción.
- Con ciertas modificaciones el prototipo se ajustó a los cambios para trabajar con hojas de dimensión menor a la propuesta inicialmente en el proyecto (la mitad). Se cambió los tapetes de 1 ft x 2 ft. a tapetes de 1 ft x 1 ft.
- Se notaron ciertas fallas en algunos componentes por lo que se prevé que se necesitará de un rediseño posterior.
- A pesar de que se notaron fallas conceptuales en esta alternativa, desde el principio por estar limitada al uso de hojas y pegamento prefijados por la empresa, se decidió desarrollarla como solución aunque se comprobó que no es la óptima.
- Se llegó satisfactoriamente a soluciones parciales para las operaciones tales como: trabajar en el manejo de las hojas con vacío, sistema de engomado y el sistema de control.

Limitaciones: Conceptualmente el diseño de la alternativa tiene limitaciones en velocidad, puesto que opera con un sistema intermitente en el cual la mitad de su recorrido es tiempo muerto (sin producción), por ello su rediseño solamente podrá ganar un poco de eficiencia adicional. Si no se logra la automatización total su productividad será puesta en duda al compararla con otras alternativas. Recomendamos cambiar de alternativa.

Este módulo se concluyó. Se admiten fallas en los resultados. Desde el principio se limitó a una sola solución visualizada no conveniente, pero fueron restricciones del proyecto y se decidió desarrollar la alternativa con las hojas cortadas y sin cambios en el pegamento. Con el desarrollo obtenido se observa que aunque se está cerca de satisfacer parcialmente el problema eso no es suficiente, por eso se pensó en otra alternativa a futuro usando bobinas, sin embargo se decidió dar por terminada esta investigación.

No hay que perder de vista la magnitud del proyecto y es necesario recordar que la empapeladora es una parte del proyecto con una importancia aprox. del 10% del tiempo total, por lo que en conjunto la solución de mayor peso es la máquina formadora y de ello deriva su importancia.

### 3.6.6 MODULO DE SECADO

Este problema es diferente a los de formado y empapelado. Aunque el tiempo del operarlo no es considerable, su importancia radica en que requiere de muchas horas para llevarse a cabo (el secado). Pues se efectúa en base al medio ambiente natural.

Es importante puesto que se incrementaría la productividad si se aprovechara mejor el espacio al reducir o eliminar el número de tabillas de secado obteniendo uniformidad en la calidad de secado en menor tiempo.

Al aumentar la velocidad de proceso ya no será suficiente el medio ambiente natural, se requerirá de un medio artificial para acelerar el proceso. La solución para ese entonces deberá ser a través de un horno.

A pesar de que sobre este problema no hubo un compromiso con la empresa se hizo una propuesta. En el contrato quedó como opcional en caso de que se terminaran a tiempo los otros módulos y, sujeto a si alcanzaba el presupuesto, por esas restricciones el problema no se alcanzó a solucionar.

En esta fase el estudio partió del supuesto de que a pesar de haber restricciones en el papel y pegamento, estos influían en el alto tiempo de secado, por ello se trató de probar con otro tipo de papel y de pegamento. Además se ejecutó un pequeño prototipo de horno de secado. Fig. 79, sin llegar a proponer un prototipo formal. Sin embargo, si se efectuó una investigación interesante desarrollada por un pasante de la Facultad de Ingeniería, que quedó simplemente a nivel de estudio.

Antecedentes: El secado requiere de 30 minutos como mínimo a temperatura ambiente, sin embargo, la empresa prefiere dejar los tapetes de un día para otro. El tiempo de operación de secado es mínimo comparado con el de los otros módulos.

## RESULTADOS

- Se logró un tipo de pegamento que seca casi instantáneamente. El adhesivo está compuesto de 50% silicato, 40% agua, 5% harina de trigo y 5% azúcar. Entre sus principales características sobresalen: su resistencia a la temperatura a más de 100 grados centígrados, su baja viscosidad con una gran fluidez que facilita su aplicación y principalmente su secado rápido.

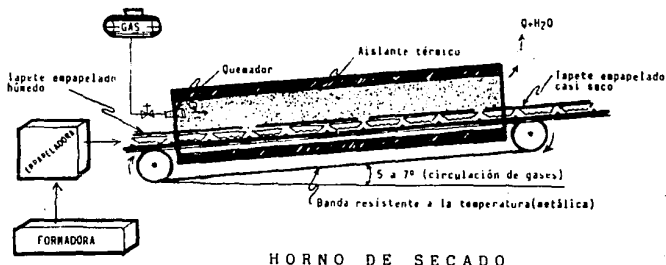


Fig. 79. PROCESO DE SECADO, prototipo de prueba que se desarrolló a nivel laboratorio.

- Se comprobó que otros tipos de papel más delgados y más resistentes eran más convenientes que el actualmente usado.
- Que con un horno relativamente sencillo se lograba un secado más rápido.
- El tiempo experimental más rápido fue de 5 segundos, que es óptimo si se compara con el actual. El tiempo de rehidratado del tapete es de 7 minutos a temperatura ambiente. Condición ésta necesaria antes de ser embalado (empacado) el producto.
- El costo del pegamento propuesto resultó 5 veces mayor que el tradicional.
- El rendimiento del pegamento propuesto resultó entre 5 y 7 veces mayor al tradicional, por lo que se compensaba el costo.
- El prototipo del horno propuesto fue económico en cuanto al consumo de energía (gas butano).

### COMENTARIOS

No cabe duda que fue una investigación interesante pero que no logró trascender por las restricciones que no permitían cambio del tipo de papel o pegamento. Por otra parte, la solución que se dio a la problemática fue válida. Se dijo que el problema no era el costo del pegamento o del papel aunque eran de mayor precio a los tradicionales, sino el no superar la alta confianza de los materiales tradicionales mismos que estaban probados y perfeccionados a través de muchos años. Se pensaba que la innovación tendría riesgos innecesarios y sería preferible invertir en otro proyecto que sustituyera al papel, como podría ser una malla con pegamento o con goma de plástico.

Dando por válidos los anteriores argumentos no trascendió la propuesta referente al cambio de papel y pegamento.



### 3.7 ANALISIS Y EVALUACION DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto se torna difícil pues intervienen aspectos objetivos y subjetivos que no se pueden concordar. Por ello se tratará de tomar en cuenta ciertos factores y datos como referencia y se complementará con comentarios para obtener lo que sería una posible evaluación. Como sabemos la evaluación de un equipo a nivel comercial se hace en base a datos técnicos y económicas comprobados, en referencia a algún patrón conocido. Pero para un equipo que se está inventando o diseñando es más complejo evaluar sus resultados hasta que no se cumpla todo el ciclo. Por tal motivo se tratará de evaluar la investigación como un proceso de desarrollo tecnológico que no ha llegado a su fin, mas no como un producto comercial. La diferencia está en que la investigación produce, aparte del prototipo entregado, un conocimiento que se transformará en bases para un rediseño posterior. Es decir se generó un concepto de solución con potencialidades de perfeccionarse en forma progresiva.

Criterios de evaluación que se manejarán: uno sería tratar de estimar la productividad en las operaciones usando el proceso manual como referencia. Otro estaría en comparar directamente los resultados con los objetivos del contrato. Y, un tercero consistiría en relacionar el avance del proyecto con la información obtenida recientemente sobre la tecnología italiana actual.

La evaluación es global pero concentrará la atención en la elaboración de la máquina formadora por ser el aspecto de mayor importancia (88 % del tiempo total del proceso manual), y en la que se logró un mayor aporte tecnológico, mismo que en determinado momento puede amortizar todo el proyecto.

#### EVALUACION PREVIA

Comenzaremos con una evaluación previa por considerarla importante. La realizada durante la duración del proyecto. Cuando se estaba desarrollando el prototipo del cilindro con tabillas se hicieron pruebas para una primera estimación con fines de tener una idea de la situación. Se usó material sin fallas y se supuso un trabajo continuo. Se reconoció que podría ser mucho más detallado el estudio, sin embargo, por su importancia éste se debía desarrollar en la planta conforme la última alternativa. Se evaluó en aquel entonces y se llegó a los siguientes resultados:

- Velocidad de producción máxima: 1 charola cada 5 segundos de 1 ft x 2 ft (6 hileras de 15 mosaicos por segundo), por lo tanto, se obtenía una producción de 12 charolas por minuto, equivalente a 720 charolas por hora.
- Eficiencia de llenado 85%.

Nota: El 15% de espacios vacíos faltantes en la charola se terminarían manualmente. Efectuadas las pruebas en la planta un trabajador requería para completar la tarea un promedio de 45 segundos, por lo que en una hora podía completar 80 charolas. Por lo tanto, para 720 charolas estimadas se necesitarían

aproximadamente 9 operarios. Es decir, se requerían 9 trabajadores para complementar la ineficiencia de la máquina y aprovechar la alta producción conseguida en el proceso hasta ese momento.

Si queremos tener una idea de la aportación lograda hasta ese momento, hay que tomar en cuenta que esta misma tarea de formado realizada manualmente requiere de 4.28 minutos por charola, que es aprox. 5.7 veces mayor. En otras palabras para hacer manualmente 720 charolas se requerirían 51 trabajadores en lugar de 9 que laborarían la máquina innovadora. En 5 horas, que podría ser el trabajo efectivo en un día, se produciría 3600 charolas con 45 obreros. Lo mismo en forma manual requeriría de 255 empleados.

Este concepto de solución marcaba una clara ventaja que estaba cerca de ser solución al problema planteado de mejorar productividad, no era sin embargo una solución automática.

En aquel momento una segunda forma de evaluación fue comparar la producción conseguida con la del objetivo del contrato, según el cual la producción mínima debía ser 250 tapetes por hora con un alto grado de automatización. Como vimos, en la medición era posible obtener hasta 720 tapetes por hora que superaba en mucho al requerimiento del contrato, pero se necesitaban 9 operarios para corregir el porcentaje de fallas. La decisión por la que se optó fue dudosa porque a pesar de que la máquina no era automática se consideraba una solución productiva y que se podía mejorar al perfeccionar los componentes.

## EVALUACION DE ALTERNATIVA ENTREGADA

**FORMADORA:** Con un gran esfuerzo por intentar la automatización, misma que no se logró, se determinó un proceso semiautomático. Este requiere de operarios para su terminación y no difirió en mucho de la solución propuesta previa a la prórroga. Los resultados fueron los siguientes:

- Velocidad de producción 360 tapetes de 1 ft x 2 ft por hora. Posteriormente se redujo el tamaño del tapete a la mitad, es decir, 1 ft x 1 ft por lo que serían 720 tapetes por hora.
- Eficiencia de llenado 95%, con 5% de falla y un acomodo no perfecto, por lo que requiere de terminado manual.

Nota: para la corrección se estiman en base a la anterior evaluación, 15 segundos por operario para el llenado y formado total, lo que significaría terminar 360 tapetes y la necesidad de la mano de obra de 2 operarios. Se consideró que el material no debe tener ningún mosaico con defectos, de otra forma si se considera el material con defectos, es necesario retirarlo y sustituirlo por uno bueno, esto requiere de la labor de 3 operarios más (este dato varía según porcentaje de material defectuoso). La eficiencia del proceso está en función de la calidad del material, y no exclusivamente de la máquina.

Observación. En la alternativa que se entregó, conceptualmente no hubo cambios respecto a las alternativas anteriores (solamente cambió en el paso a la charola), y si se diera una mejora en los componentes, se podría retomar a las alternativas anteriores lográndose la misma velocidad de producción (720), además con los componentes

mejorados la productividad se optimizaría hasta alcanzar 95% de llenado contando con un terminado de 5% manual, que consideramos es una solución productiva.

**EMPAPELADORA:** Posee una importancia del 12 % del tiempo total del proceso manual. Se consideró como un complemento del proceso de formado por lo que no se desarrollaron muchas alternativas como en el caso de la formadora. Desde un principio se le dio un enfoque automático, sin embargo, por las limitaciones del pegamento y el uso de papel en hojas tuvo baja productividad y eficiencia:

- Velocidad de producción 4 tapetes de 1 ft x 2 ft (8 de 1 ft x 1ft) por minuto, equivalente a 240 por hora que es casi la del contrato.
- Se estimaba un operario para el control, mientras se estabilizaba el proceso automático.

Nota: por ser inferior a la producción de la formadora, fue necesario disminuir la velocidad de producción para formar la línea, esto se consideró negativo, por ser un módulo complementario.

En resumen los resultados estimados del proceso total (formadora empapeladora) de la alternativa entregada fueron:

- Velocidad de producción 240 tapetes por hora, podía ajustarse a lo del contrato.
- Como no se logró la automatización total requería la suma aproximada de 6 operarios considerando la corrección de fallas e imperfecciones del material.

Aclaración: Se recuerda que como alternativa no automática el enfoque de solución puede regresar a soluciones anteriores, donde la velocidad de producción puede incrementarse hasta en un 100% como mínimo, resultando más productiva que la alternativa entregada. Para formar la línea con este tipo de solución, se recomienda usar dos empapeladoras o buscar otra solución que utilice papel en bobina que será mucho más rápida que la automática propuesta.

## EVALUACION DEL PROYECTO EN LA PLANTA PRODUCTIVA

Los prototipos del formado y empapelado parecían cumplir los requisitos en las pruebas de laboratorio, sin embargo, al probarlo definitivamente en la planta los resultados fueron desfavorables.

La evaluación en la planta no concordó con la que se hizo en el CDMIT, pues con pequeñas pruebas que se hicieron la empresa decidió no usar los prototipos en producción por considerar que salía más caro producir con el equipo desarrollado que manualmente. El equipo estuvo poco más de medio año parado, en parte por no tener listas las instalaciones previas, lo que afectaba la productividad del diseño, y por desconfianza sobre el rendimiento.

El tipo de evaluación fue muy subjetivo pues no se hicieron mediciones. Desafortunadamente esa fue la forma como la empresa evaluó y decidió.

Hasta este momento el proyecto estuvo muy cerca de ser un fracaso total en su implantación por dos razones:

a) El diseño de la máquina fue a nivel prototipo. No fue terminado con un enfoque semiautomático (por intentarlo automático), por lo que se descuidó la adecuación hombre-máquina, es decir, faltó un estudio de los siguientes aspectos: organización del proceso, ergonómicos, de productividad, etc., para incorporarlo a la producción de una forma adecuada.

b) El otro aspecto fue el carecer de experiencia para innovar un proyecto de este tipo. Difiera mucho de los productos del mercado.

## OTRAS CONSIDERACIONES

### ¿Cómo se salvó el proyecto ?

Entendemos por salvar el proyecto al hecho de revalorar la situación de avance y perspectivas para volver a invertir rediseñar y ser innovado, es decir, evitar el abandono.

Se considera que influyeron varios aspectos, entre ellos:

a) Nuestra participación dentro de la implantación y análisis en conjunto con la empresa.

b) La evaluación tomando como referencia la última información de la tecnología italiana. Tercera evaluación

Por parte de la investigación de tesis se dio un espacio para participar en el seguimiento de implantación del proyecto, que estaba en una situación confusa. La participación e insistencia de parte nuestra como participante responsable en el diseño y seguridad en los resultados significó analizar conjuntamente los problemas que impedían que el equipo se incorporara a la producción. Partimos del supuesto que efectivamente no se llegó a una solución automática pero que ese intento fue de común acuerdo. Se reconoció que gracias a la investigación se habían obtenido partes muy valiosas y se debían aprovechar. Por consiguiente, con un rediseño sencillo en la planta y con la retroalimentación práctica de la empresa, se lograría innovar el sistema productivamente. El aporte en esta fase se centró en tratar de entender lo negativo del proyecto buscando sacar provecho de lo positivo. Por ejemplo: En la empapeladora a pesar de pensarse en una solución automática, se demostró que era más fácil y barato empapelar manualmente.

Después del análisis se llegó a la conclusión que el módulo de empapelado era improductivo y era conveniente hacer otro prototipo con un cambio en el concepto de solución, aspecto éste que desde el inicio del proyecto se había contemplado.

En el módulo de la formadora, a pesar de no lograr la automatización como alternativa, se vieron grandes posibilidades de rediseño y de mejorar la productividad usando el mismo concepto. Por lo que se sometió a pruebas de producción aproximadamente por medio año para observar su funcionamiento y así rediseñar el sistema. Esto fue un éxito pues dio a la empresa la oportunidad de asimilar la tecnología obtenida hasta ese momento. Enfocando la continuación del proyecto en forma completamente independiente.

De esta experiencia derivamos algunas conclusiones útiles. Si se pretende una solución automática debe ser perfecta, pues si se detectan fallas conceptuales es más costoso una solución semi-automática, es decir, combinarla con mano de obra manual.

Razonablemente no es costoso perfeccionar un sistema que conceptualmente tiene limitaciones, pues resulta caro por la suma de los tiempos muertos (de no producción) provocados por las fallas. Es aquí donde se debe tomar la decisión de perfeccionar o no el proyecto. Este caso se presentó en lo referente a la empapeladora, en la que la suma de los tiempos muertos (de no producción), provocados por las fallas eran muy grandes por lo que se decidió no usar la empapeladora. El proceso manual era más rápido y costoso. Además era muy dudoso su perfeccionamiento pues conceptualmente estaba limitada la solución por lo que se consideró desarrollar la alternativa de bobina que es más prometedora.

Tercera forma de evaluación. Otro aspecto que ayudó en gran parte al cambio de visión sobre el proyecto fue la información referente a tecnología italiana que llegó a la empresa. Durante todo el proyecto no fue posible conseguir tal información misma que seguramente hubiera cambiado la trayectoria y acortado el tiempo de resolución en una tercera o cuarta parte. O tal vez la decisión de la empresa hubiera sido comprar el equipo. Esta información a pesar de su retraso ha sido muy útil, cambió la imagen del proyecto, hizo que se valorara sus aciertos e igualmente, se constituyó en otra forma de evaluación confiable sobre el producto innovador en México.

Rescapitulando algo de la información obtenida a fin de efectuar una somera comparación:

TECNOLOGÍA ITALIANA	TECNOLOGÍA MEXICANA
Formadora y empapeladora está dividida en módulos	Formadora y empapeladora está dividida en módulos
Producción 500 M /turno	Producción mínima estimada 250 tap/h, equivalente a 50 M /h, equivalente a 400 M /turno; producción potencial 800 M /turno
# de operarios, 5 a 6. No se sabe con qué calidad de material	# de operarios, 3 a 6. Dependiendo de la calidad y selección previa del material
Costo comercial 220 000 dólares	Costo estimado de produc. 20 000 dólares
Dependencia tecnológica	Tecnología propia
Costos de traslado y permisos	Sin costos

El poseer esta referencia fue de gran ayuda tanto para la empresa, que reconoció el valor y logros de la investigación, como para la práctica del diseño que nos dejó la siguiente enseñanza: Hay que ser más perseverantes en la búsqueda de la Información. Fue estimulante para los diseñadores y empresarios saber que conceptualmente se llegó a los mismos principios básicos de funcionamiento de la máquina italiana. Ver la Fig. 80 y compararla con las Figs. 81 y 82. La máquina ideada en México es más simple en su diseño (no tan sofisticado), resulta mucho más económica pues sus costos son menores en una décima parte de aquella. Por ello estamos seguros que se amortizará el costo de la inversión e investigación con creces. Estimamos que el precio de un equipo italiano es comparable con el costo total del proyecto e investigación, con la

diferencia de tener la ventaja de ser una tecnología propia, lo que implica seguir siendo completamente independientes tecnológicamente como ha sido la tradición de la empresa. Esta podrá ser competitiva a nivel internacional aún manteniendo sus ventajas comerciales.

Actualmente la empresa ha asumido las condiciones y ha comprendido el contenido y avance de la investigación, por lo que después de probar el prototipo ha iniciado el rediseño de la máquina en la planta y con sus propios recursos económicos y técnicos. Consideramos, entonces que la investigación fue productiva y seguramente se logrará implementarla en el área productiva. A pesar del retraso en la innovación del prototipo en la planta, creemos que su puesta en marcha va a ser un éxito.

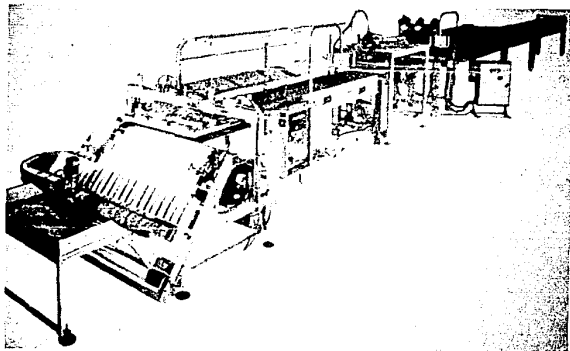


Fig. 80. Vista posterior de la máquina formadora Italiana.

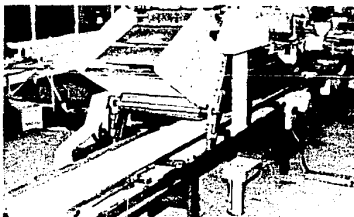


Fig. 81. Vista general posterior del prototipo. Se aprecia como se alimentan y alinean las charolas.



Fig. 82. Vista general posterior del prototipo.

## APORTACIONES

Como se mencionó la evaluación que realizaríamos no contemplaría la innovación como un producto terminado sino como una investigación tecnológica que produce conocimientos. Para el caso de la empapeladora, el sistema electrónico fue excelente pues respondía a las necesidades requeridas de una alternativa manual y otra automática. La alternativa manual etapa por etapa, fue muy útil en el desarrollo del diseño y muy importante para el ajuste de cada operación antes de usar el sistema automático. Su control totalmente automático, tenía la característica de poder ser programado y controlado por computadora, al variar en sus parámetros de tiempo de avance y límites de los cilindros de presión. Otro aspecto al que también se le puede sacar provecho es al sistema de engomado, que también resultó semejante al italiano. Nuestro sistema puede ser muy útil conceptualmente para cualquier otra alternativa además se puede rescatar, mejor dicho, explotar la alternativa de bobina que está por desarrollar la empresa.

En la formadora, el módulo conceptualmente se va a mantener intacto, a excepción del paso a la charola que con algunas mejoras, fruto de las pruebas finales, será un avance tecnológico significativo.

### 3.8 SINTESIS DEL ESTUDIO DE CASO: ALGUNAS CONCLUSIONES

#### 3.8.1 EL PROYECTO:

Cronología de eventos:

1. 1983 (finales) Visita y exposición del proyecto.
2. 1984 (mediados) Realización del anteproyecto.
3. 1984 (finales) Firma del convenio y contrato tripartito: "Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", la Universidad Nacional Autónoma de México y el CONACYT.
4. 1984 (13 de dic.) Inicio oficial del proyecto.
5. 1986 (13 de junio) Término oficial del contrato. Se acuerda una prórroga de común acuerdo.
6. 1987 (30 de nov.) Entrega oficial del proyecto.
7. 1988 (29 de abril) Traslado del prototipo a la planta e inicio de la adaptación.
8. 1990 Finalización del seguimiento del proyecto.

Al analizar los tiempos del proyecto se observa que no hubo una fluidez en las distintas etapas del mismo, desde la concertación hasta la implantación en la industria. Esto se explica por la falta de experiencia práctica en lo que a proceso tecnológico se refiere.

El origen de la propuesta del proyecto surgió de la propia empresa que trataba de buscar la posibilidad de generar una máquina que sustituyera al trabajo manual "cuello de botella", en el proceso de formado del tapete de mosaicos tipo veneciano. El equipo no existía comercialmente, motivo que dio la oportunidad de compartir la investigación con la UNAM dentro de un contrato de riesgos compartidos. El proyecto se caracterizó por ser una investigación compleja donde intervendrían diferentes enfoques difíciles de coincidir: el de la industria, el de la Universidad y el de los instrumentos del Estado.

En su parte técnica el proyecto o "diseño" se distinguió por la carencia de antecedentes. La investigación fue experimentada y conceptualizada a partir del proceso artesanal, sus objetivos fueron intentar una solución automática. El problema en sí, consistió en diseñar (inventar) y desarrollar un sistema que fuera capaz de sustituir varias tareas manuales (proceso artesanal), intentando superar de esta forma un "cuello de botella" y, tratando de mejorar la productividad de la empresa. El problema (principal) y su limitación radicó en la medida de manejar, dosificar, orientar, posicionar y empapelar el mosaico (material que se caracteriza por ser irregular en forma y tamaño), y



lograr un alto grado de automatización. Problema que resultó ser de difícil solución cuando se manejan piezas irregulares.

Después de un anteproyecto se realizó la negociación firmándose el contrato. A pesar de que no se cumplió estrictamente con algunas cláusulas del mismo, las fallas fueron superadas gracias a la buena voluntad de ambas partes. Se reconoció la complejidad y riesgo que se enfrentaba este tipo de proyectos.

El proceso de diseño como investigación fue muy fértil en experiencia, no existían antecedentes, por lo que fue necesario conceptualizar y probar gran número de modelos y prototipos. En su desarrollo fue valiosa la participación de alumnos, maestros y asesores de la Universidad, sumada a la cooperación de la empresa con lo cual se formó un grupo ampliamente participativo.

En base a la experiencia adquirida podemos afirmar que debe darse un cambio en el enfoque tradicional del diseño mecánico. Los pocos proyectos de diseño que se han realizado tradicionalmente, se enfocan como un sistema cerrado sin considerar que al producir objetos (que usa el hombre), el aspecto técnico es parte de una problemática global. Y que para formular mejores análisis y soluciones se debe trabajar interdisciplinariamente con áreas afines al problema. De esta forma se estará más cerca del proceso tecnológico considerando la invención (objeto de diseño mecánico), y su aplicación en el contexto (innovación).

Para ejemplificar lo anterior veamos el caso del mismo proyecto que se ajusta a lo siguiente:

Al diseñar un equipo no existente se siente la necesidad de complementar el estudio con un análisis sobre: tareas, tiempos y movimientos, complejidad de las tareas, ambiente de trabajo, contexto de trabajo etc., pues no hay referencias para su adaptación al problema. Esto tiene que ver con la velocidad de producción, selección de los operarios adecuados, fatiga, constancia, proceso operacional, etc.. Lo anterior también está relacionado con la moderación del trabajo, vida útil del equipo, rediseño de la máquina y la productividad total del proceso. El estudio total no se operativizó pues se consideraba que correspondía a la etapa de implantación en la industria. Como proyecto de invención en estas etapas no se tomó en cuenta lo global y todo eso repercutió en la implementación. Se aprecia por otra parte que sería valioso contar con la participación de ciertas áreas como la ergonomía (entre otras disciplinas) para complementar el estudio.

En un enfoque más amplio el análisis se relacionaría con la funcionalidad como máquina (un bien de capital relacionado con la producción), en el sistema y sus efectos secundarios que afectan o benefician de alguna forma a la sociedad. La innovación tiene marcada importancia en las perspectivas del desarrollo tecnológico y económico, pues influye en la forma de vida de una sociedad. El problema es complicado para el diseño, pues se manejan infinidad de aspectos e intereses que trascienden el ámbito del diseñador.

De la experiencia alcanzada con la implementación del proyecto y el estudio de caso, hemos comprobado lo útil de la vinculación de la Ingeniería Mecánica con el enfoque del Diseño Industrial (teoría y metodología), en una experiencia práctica que ayuda a comprender cabalmente el proceso tecnológico desde la producción hasta su aplicación. Hay que puntualizar que la experiencia de diseño con la que se contaba, técnicamente fue suficiente para el desarrollo del proyecto como invención, pero para su desarrollo tecnológico faltaría considerar las etapas complementarias a realizarse en un futuro si es que se desea emprender una real modernización.

## IMPLANTACION DEL PROYECTO

En un principio hubo una confusión muy grande al valorar el proyecto. No se evaluó como una investigación de desarrollo tecnológico que aún no había terminado su curso. La evaluación del proyecto en la empresa no concordó con la que se hizo en el CDMIT, por lo que aquella decidió no usar los prototipos en producción. El equipo estuvo poco más de medio año parado por la desconfianza de su rendimiento, por lo que hasta determinado momento el proyecto estuvo muy cerca de ser considerado un fracaso total en su implantación. A lo largo del año siguiente y a raíz de insistencias personales se logró trabajar a nivel de prueba experimental con el módulo de formado, eso ayudó a cambiar en parte la visión del producto obtenido con el estudio.

Todos estos contratiempos demuestran que el prototipo de la máquina por sí solo no resuelve el problema pues no es una parte aislada del proceso global sino una etapa inicial en el proceso de desarrollo tecnológico. La aplicación en la industria es la etapa final y la más importante del proceso tecnológico, para su consecución es recomendable dar un seguimiento total al proceso por parte de los participantes hasta su completa implantación en la industria. Este fue un problema particular sin embargo es muy significativo pues es un problema común en todo proceso de desarrollo tecnológico que siempre se repetirá, sobre todo en la PMI. En la gran industria la situación puede ser diferente ya que en ésta sí se cuenta con capacidad y experiencia de adaptación y asimilación de proyectos, por contar con mejores sistemas de organización y mayores recursos.

Comentario: En la implantación de un proyecto semejante, los participantes del diseño también deben tratar de compenetrarse con la problemática económica, política, social y cultural (entorno macroeconómico) del proyecto, para de esta manera poder alcanzar los intereses y objetivos que se persiguen mediante el desarrollo tecnológico. Aparentemente esto se sale de los objetivos de la Universidad y del CONACYT, pero es importante cuestionarse al respecto pues como se señaló en el tema 2.7.2 existen objetivos comunes referidos al desarrollo tecnológico económico y se circunscribe la problemática sólo a la práctica de proyectos. Consideramos que tuvimos una gran oportunidad. Ante la cual debe haber una entrega total y conjunta en este tipo de proyectos, pues nos toca, de alguna forma, asumir la responsabilidad para que los resultados sean positivos. Y así se siga apoyando la formación de recursos humanos, con este tipo de proyectos que abren un amplio panorama de vinculación entre sectores, considerando que la industria ha depositado su confianza para impulsar el desa-

rollo tecnológico local. En nuestro caso concreto, por la falta de experiencia nos enfrentamos a problemas que solamente con la práctica pudimos entender.

Afortunadamente a pesar de lo sucedido y del retraso, se asumió un cambio de visión sobre el proyecto por parte de la empresa.

En la práctica del diseño, al contar con una base de comparación sólida, fue significativo comprobar que conceptualmente se llegó a los mismos principios básicos de funcionamiento del equipo italiano. Se estima que la máquina mexicana resulta mucho más barata, cuesta una décima parte que la extranjera, razón por la que seguramente se amortizará el costo de la investigación con creces. Incluso se estima que el precio de un equipo italiano es comparable al costo de la investigación total. La diferencia estriba en poseer la ventaja de una tecnología propia por el mismo costo. Para la empresa ha sido muy estimulante tener la certeza de ser independiente tecnológicamente.

A pesar del retraso con el que se operativizó la innovación creemos que va a ser un éxito. Un aspecto debe anotarse en este proceso tecnológico, y es que por la tardanza en la aplicación se ha perdido no en sus resultados en el diseño, sino por el tiempo que se ha dejado de producir. Pensamos que de haberse implantado desde un principio, seguramente ya se hubiera recuperado la inversión con creces.

Reconocemos la falta de experiencia práctica en proyectos y en el proceso de desarrollo tecnológico. Los proyectos de desarrollo tecnológico se ven o se cree que terminan como invenciones y parece no importar la aplicación, esto ocurrió con este proyecto. Se abandonó a la empresa para que a partir del prototipo aplicara la tecnología por sí sola. Esto provocó confusiones y contratiempos.

En lo referente al proceso de desarrollo tecnológico, estamos viviendo las primeras experiencia en proyectos de vinculación con la industria. Existe un abismo entre la investigación y su aplicación, cabría preguntarse: ¿Qué está pasando con la Universidad e instrumentos de apoyo?. Pensamos que tal vez por falta de comunicación o madurez, algunos proyectos no se han concluido adecuadamente. Creemos que en un futuro próximo deben darse cambios sustanciales pues los investigadores empiezan a participar con la industria, y a preocuparse porque sus investigaciones sean aplicables y aplicadas. El fomento al desarrollo tecnológico deberá ser parte del reto a cumplir a futuro si queremos que México sea competitivo.

### 3.8.2 LA INNOVACION TECNOLOGICA EN LA PMI:

De manera específica se considera que: "El desarrollo tecnológico" de la empresa de "Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V", será la base de su productividad y competitividad futura. Esto dependerá de la optimización de recursos y en la adecuada planeación de la cartera de proyectos. Se ha observado que por parte de la empresa existe un gran interés y apoyo a la "inventiva" y posibilidades de desarrollo tecnológico de proyectos, tanto en la propia industria como participando con el Estado y la Universidad. Se puede decir que esta empresa es pionera en su tipo, por sus características in-

novadoras, por su decisión y confianza en la inversión para el desarrollo tecnológico. Pensamos que está respondiendo al reto que el país afronta, sin embargo, debe haber más cuidado en la innovación ya que se ha observado que se abarcan muchos proyectos de investigación y pocos son debidamente apoyados en su aplicación final. Por lo tanto se deberá mejorar la productividad en el desarrollo tecnológico. Se recomienda a la empresa crear un departamento de investigación y desarrollo formal para la optimización de recursos a fin de concretar resultados.

Creemos de modo general que las PMI han sido desfavorecidas y muy mal aprovechadas durante mucho tiempo. A pesar de ello, las PMI parecen ser soluciones viables aún teniendo en cuenta que pasan por momentos difíciles. Se observan grandes posibilidades para aprovechar estos sectores que reforzarán la economía del país explotando adecuadamente sus ventajas. Se reconoce que tienen muchos obstáculos para un fluido desarrollo. Por mencionar algunos, diremos que carecen de una organización empresarial formal, la mayoría de las veces dependen de un solo dueño (sistema patriarcal). Manifiestan fallas de todos tipos: no están acostumbradas a invertir para el desarrollo T; hay una inercia muy grande al cambio; gran rotación de personal; personal no calificado; baja calidad y productividad; un gran rezago tecnológico etc.. A pesar de todo ello tienen algunas ventajas aprovechables que debido a sus características y procesos de producción se torna más fácil cambiar de un proceso a otro. Con poca inversión se gana fácilmente productividad (por el rezago tecnológico en muchas de sus áreas); los proyectos de desarrollo tecnológico son mucho menores en cuanto a costo y tiempo de recuperación; hay menor dependencia del extranjero; y con menos capital invertido se genera más empleo.

Cabe señalar que la estructura de desarrollo T en México normalmente se ha inclinado a la gran industria por el dominio de la tecnología extranjera, por lo cual no hay planeamientos sólidos para la PMI. Ahora se están dando facilidades y posibilidades a las empresas que deseen modernizarse. Entendemos que la posición tecnológica de la PMI en México puede mejorar considerablemente. La flexibilidad y potencialidad productiva de estas empresas debe ser aprovechada utilizando instrumentos adecuados, fortaleciendo la vinculación entre las diferentes escalas productivas a través del uso de tecnologías apropiadas.

En su momento la PMI no tuvo el despegue tecnológico adecuado y ahora se sufren las consecuencias del rezago absoluto. Mas si vemos como algunas empresas se están innovando tecnológicamente, esto ayudará a mejorar su condición de calidad y competitividad. Todavía se aprecia que gran número de nuestros empresarios se resisten a tomar decisiones de modernización. No habían sentido la necesidad de ello pero ahora con la apertura comercial tendrán que hacerlo. El Estado reconoce que la PMI es un sector muy importante al que se le debe dedicar mucho cuidado, pues se puede hacer mucho con poco si se desarrolla de manera adecuada. Así podremos competir incluso a nivel internacional.

La falsa visión de muchas empresas referente a que la tecnología extranjera es la única posible, la mejor y más adecuada, ha cambiado. Al final se ha comprobado que la compra y la dependencia tecnológica resulta muy cara y que no soluciona el problema (en nuestro contexto) como se pensaba. Se ha llegado a la conclusión de

que sí es posible la incursión en el campo de creación de T propia y que es el momento de apoyar su desarrollo.

Una experiencia que se podría aprovechar es la visión italiana. La PMI experimentó en Italia un rápido desarrollo económico con la reestructuración, innovación tecnológica, crecimiento de la inversión, capacidad de comercialización y modernización administrativa. La elección del producto y del tipo de actividad industrial se realizó tras la consideración de los conocimientos técnicos y tradicionales de cada área, aprovechando las especializaciones artesanales, evaluando las posibilidades de utilizar el bajo costo de la mano de obra y de subdividir el proceso productivo entre empresas.

El desarrollo tecnológico en la PMI es necesario y válido al igual que en la gran industria. Sin embargo, las condiciones de poder político, económico y tecnológico son muy diferentes por lo que es necesario mayor apoyo por parte del Estado y de los Centros de Investigación para impulsar un adecuado avance en éstos sectores.

## 4 CONCLUSIONES

México se encuentra en una etapa de transición, intervención, desconcierto y redefinición de su futuro. En lo referente a generación de tecnología se le ha dado importancia desde hace pocos años.

México está plagado de empresas transnacionales y depende en gran medida de países desarrollados. Nuestra realidad es compleja y de un gran retraso respecto a otros países. Para el desarrollo tecnológico, económico y social de nuestro país se debe tener un enfoque nacionalista. Debemos tomar en cuenta que las transnacionales y filiales extranjeras al poseer un 49% de capital y ser dueñas de la tecnología tienen capacidad de controlar y explotar los recursos en nuestro país. La realidad es que la tecnología extranjera siempre estará inclinada a otro tipo de intereses que no son los mexicanos.

Entendemos que la independencia total es imposible, pero el grado de dependencia puede y debe de ir disminuyendo paulatinamente, al menos en áreas donde ya tenemos la capacidad suficiente para liberarnos de la dependencia tecnológica del exterior. Se debe entender el problema de desarrollo tecnológico y económico como una necesidad, debemos saber identificar nuestras debilidades y fortalezas para redirigir nuestros esfuerzos, tratando de emprender políticas, estrategias y posibilidades para orientarnos adecuadamente.

Para el desarrollo tecnológico, desgraciadamente, carecemos de la experiencia suficiente por lo que tenemos que aprender conjuntamente las empresas y los investigadores con el apoyo del Estado.

Creemos que el desarrollo industrial no se puede lograr únicamente en base a las grandes empresas y menos si éstas son extranjeras. Existen ramas de actividad en las cuales por sus características de proceso y competitividad se requieren solamente plantas de gran escala; frente a estos casos aislados encontramos que en los sectores industriales es factible y deseable la presencia de pequeñas y medianas empresas, mismas que constituyen la columna vertebral de nuestra economía.

La PMI tradicional es importante en la realidad nacional. Sin embargo, hay opciones a nuevas estructuras. Cabe mencionar un tema no tratado por estar fuera del enfoque del estudio que versa sobre la PMI tradicional. Se trata de empresas de base tecnológica (*high-tech*), las cuales abren un espacio a la investigación y a la búsqueda, significan nuevos horizontes modernos de organización y producción. Su base es la gran inversión en el desarrollo tecnológico y su respectiva aplicación, se caracterizan por ir a la vanguardia en productos (bienes y servicios) de nuevas tecnologías. La *high tech* es la nueva forma empresarial que en los países desarrollados ya se prefieren por su alta tasa de ganancia. Su inconveniente es el alto riesgo que conllevan. Este tipo de empresas es ideal para investigadores que se deciden a la vez ser empresarios. En México se está fomentando y apoyando esta modalidad con gran fuerza, pues se piensa que la PMI moderna debe de dar este salto y no partir de la forma tradicional (la cual tiene muchos vicios y problemas ya arraigados), ya que una de sus características más importantes es una nueva cultura empresarial y tecnológica.

El fomento de investigación y desarrollo tecnológico de parte del Estado en el sector industrial es un camino viable. No exclusivo de la gran industria sino viable también en la pequeña y mediana, pues es la base para la formación práctica de recursos humanos en la generación e innovación de tecnología nacional.

El proyecto de mosaicos venecianos es un ejemplo, fue el resultado del programa de riesgos compartidos que apoya proyectos de desarrollo tecnológico y la vinculación con la industria. Se reconoce que se están consiguiendo resultados aceptables, a la vez, que todavía no tenemos la experiencia suficiente, pero lo importante es que se está dando la práctica y que eso repercutirá en la formación de los recursos humanos afortunadamente se está dando apoyo para impulsar y dar importancia al desarrollo tecnológico del país.

## ESTUDIO DE CASO

En el estudio de caso se intentó dar una visión de los alcances y la problemática por la que atraviesa una PMI, cuando intenta integrar entre sus procesos el diseño y la innovación tecnológica, específicamente dentro del diseño de bienes de capital, máquinas de producción. Hemos visto los altibajos, contratiempos, confusiones y cuestionamientos de un proyecto.

En este estudio se aprecia la problemática a la que se enfrentó en estas tentativas por crear tecnología propia. Ello nos muestra parte de una realidad en la cual se manifiestan las fallas, pero también los frutos de una naciente tecnología nacional.

Revisando el análisis se consideró que los problemas fueron:

- 1) el de la investigación (diseño)
- 2) la respuesta del entorno en el desarrollo y
- 3) el de la implantación y aplicación (innovación) resultado de la investigación. Es decir nos enfrentamos a un proceso tecnológico no maduro.

Se considera que cuando no hay una clara visión del proceso tecnológico, por los retrasos en la concreción del proyecto y su implantación, se invierten más recursos de los realmente necesarios y se retarda la aplicación y explotación.

Se comprueba que no es suficiente formular (hacer) diseño, sino complementarlo con la aplicación práctica. Se entiende que el desarrollo de un proyecto como invento o diseño es una parte del desarrollo tecnológico, y que si se comprende el entorno será posible innovar el resultado de la investigación. Es decir se debe comprender que los aspectos culturales y sociales forman una resistencia (inercia al cambio) no superada y que se hace necesario asimilar esto como parte del desarrollo tecnológico.

Hemos demostrado la necesidad de ampliar la visión de diseño de máquinas tradicional, para conseguir el éxito posterior a la investigación (teórica) con su implantación en la empresa industrial.

En un sentido más amplio creemos que detectamos problemas por los que pasa la Industria mexicana en su intento de innovar tecnología, ello nos permitió entender un poco más la problemática que parece ser común en el proceso de innovación en la Industria, sobre todo en la PMI.

Actualmente se percibe una evolución de la PMI, la que pasará de un desarrollo extensivo, basado en una oferta elástica de la fuerza de trabajo, a un desarrollo intensivo, donde el elemento de dinamización está constituido por la tecnología y la innovación.



Tecnología nueva equivale a una nueva forma de trabajar, nueva forma de división de trabajo por lo que será necesario su planeación, se deberá combinar lo tecnológico con un estudio social y cultural sistemático.

Afirmamos que impulsar a la pequeña y mediana industria significa desencadenar una serie de transformaciones en el orden de la economía y de la cultura. Hoy en México existen las condiciones favorables para ello. No sólo porque la situación económica lo amerita, sino también porque la voluntad política parece desearlo.

Por otra parte la empresa pequeña y mediana es expresión del desarrollo de México. Ha generado una cultura de trabajo, de tecnología y de distribución social que es ya patrimonio valioso y debe preservarse, desarrollarse e impulsarse.

## 5 BIBLIOGRAFIA

### BIBLIOGRAFIA BASICA

#### LIBROS:

1. ARECHIGA, José Uriel. La Transferencia de Tecnología y el Atraso Tecnológico. México, Universidad Autónoma Metropolitana. (UAM). 1ra. ed. en México. 1988.
2. BACHELLE, A.S. (1985). Investigación, Invención, Innovación. México, UNAM Coord. de Humanidades, Centro de estudios. Sobre la Universidad.
3. BARNEY, G.O, C.A. Alonso. Estudios del Siglo 21 "Foro México 2010". México, Limusa. 1ra. ed. en México. 1988.
4. BERNAL, S.V.M. "et al". Inversión Extranjera Directa e Industrialización en México. México, UNAM Instituto de Investigaciones Económicas. 1ra. ed. en México. 1986.
- 5 BONSIEPE GUI, El diseño de la Periferia. México, Gustavo Gili, Primera Edición 1985
- 6 BONSIEPE GUI, Teoría y Práctica del Diseño Industrial , Barcelona España, Gustavo Gill 1975
7. CADENA, Gustavo. "et al". Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica. México, Ediciones Guernica, 1ra. ed. en México. 1986. UNAM, Administración de proyectos de innovación tecnológica.

8. CARRERE, Máximo Halty. Estrategias de Desarrollo Tecnológico para Países en Desarrollo. México, Colegio de México. 1ra ed. en México, 1986.
9. CROSS, Nigel. "et al". Diseñando el Futuro. Barcelona, Gustavo Gill. 1ra. ed. en Inglaterra. 1975.
10. DICKSON, David. (1977). Tecnología Alternativa. Madrid, H. Blume. 1ra. ed. en esp. 1980.
11. FURTADO, Celso (1978). Creatividad y Dependencia. México, Siglo XXI, 1ra. ed. en esp. 1979.
12. GIEDION, Siegfried. La Mecanización toma el mundo. Barcelona, Gustavo Gill, 1ra. ed. en esp. 1978.
13. MACEDO, Iván Assumpcao de. Diseño Industrial e Innovación Tecnológica. México, UNAM. 1ra. ed. en México. 1985.
14. MALDONADO, Tomás. El Diseño Industrial Reconsiderado. Definición, Historia, Bibliografía. Barcelona, Gustavo Gill. 1ra. ed. en esp. 1977.
15. MUMFORD, Lewis (1971). Técnica y Civilización. España, Alianza Editorial. 1ra. ed. en esp. 1971.
16. ORLOV, P. (1974). Ingeniería de Diseño. URSS, Mir. 1ra. ed. en Moscú. 1974. Vol. 1.
17. PEREZ, L.M. "et al" Articulación Tecnológica y productiva. México, UNAM Lecturas sobre desarrollo tecnológico. 1ra. ed. en México, 1986.
18. RICARD, André. Diseño ¿Por Qué?. Barcelona, Gustavo Gill. 1ra. ed. en esp. 1982.
19. ROSENBERG, Nathan. (1976). Tecnología y Economía. Barcelona, Gustavo Gill, 1979.
20. SABATO, Jorge A. y MACKENZIE Michael (1982) La Producción de Tecnología Autónoma o transnacional. México, Nueva Imagen ILET.
21. SANTIAGO, Amado. (1981). Invenovación. México, UNAM Coord. de Humanidades, Centro de estudios. Sobre la Universidad.
22. SCHUMACHER. (1978). Lo Pequeño es Hermoso. España, Hermann Blume. 1re. ed. en esp. 1978.
23. SOTO, Hernando de. El otro Sendero. "La Revolución Informal". México, Diana. 1ra. ed. en Perú. 1986.
24. ZAID, Gabriel. (1979). El Progreso Improductivo. México, Siglo XXI. 1ra ed. en México. 1979.

## **OTRAS PUBLICACIONES:**

1. Revista de pequeña y mediana industria, enero/febrero 1989, pag. #2
2. Serie temática IMP #2. Diagnóstico de la IMP en México 1987, SECOFI
3. Serie temática IMP #3. Políticas de Fomento a la IMP en América Latina y Experiencia Internacional 1987, SECOFI.
4. Encuesta 1987. La Industria Mexicana por Escala Productiva, SECOFI.
5. Folleto. Programa para el Desarrollo Integral de la IMP, 1985, SECOFI.
6. Catálogo de Servicios y apoyo para la IMP, 1985, SECOFI.
7. Folleto. Convenio SECOFI-CONACYT para Apoyar el Desarrollo Tecnológico de la IMP, 1985, SECOFI-CONACYT.
8. Primer Simposio sobre Diseño y Fabricación de Bienes de Capital en México, Facultad de Ingeniería, UNAM, febrero 27 a marzo 2, 1984.
9. Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior. 1990 - 1994.