

El Colegio de la Frontera Norte
Maestría en Desarrollo Regional
Promoción 1996-1998

Trayectorias Productivas y Tecnología Ambiental en la Industria
Maquiladora Electrónica de Tijuana

Tesis presentada por:

Humberto García Jiménez

Para obtener el título de:

Maestro en Desarrollo Regional

Comité Evaluador

Director de tesis: Mtro. Jorge Alonso Estrada

Lector Externo: Dr. Oscar Fernández Constantino

Lector Interno: Mtro. Carlos Montalvo Corral

Tijuana, B.C. a 3 de septiembre de 1998

Índice

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I	
HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN MANUFACTURERA Y EL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL EN LAS EMPRESAS TRANSNACIONALES	17
INTRODUCCIÓN.....	17
1. NIVELES DE DETERMINACIÓN SOCIOESPACIAL EN EL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE LAS EMPRESAS TRANSNACIONALES	19
1.1 Nivel global.....	22
1.1.1 Tendencias productivas mundiales y deterioro ambiental.....	22
1.2 NIVEL MESO GLOBAL.....	28
1.2.1 Condiciones macroeconómicas que influyen en los patrones de inversión y localización.....	28
1.2.2 La Regulación y el comportamiento ambiental.....	28
1.2.3 Estrategia Corporativa y Redes Inter-firma.....	30
1.2.3.1 Transferencia de funciones productivas.....	30
1.2.3.2 Transferencia de funciones ambientales.....	31
1.3 Nivel local - periférico.....	32
1.3.1 Tipo de aglomeración productiva.....	32
2. LA EMPRESA COMO UNIDAD DE ANÁLISIS.....	34
2.1 Perspectivas analíticas: la empresa Neoclásica y Evolutiva.....	34
3. EL APRENDIZAJE COMO ELEMENTO CLAVE DE LA EVOLUCIÓN PRODUCTIVA	36
4. EVOLUCIÓN DE COMPETENCIAS MANUFACTURERAS EN EMPRESAS FILIALES TRANSNACIONALES	38
4.1 Comportamiento productivo de empresas transnacionales por momentos de evolución.....	39
4.1.1 Rasgos comunes.....	39
4.1.2 Heterogeneidad productiva.....	42
4.1.3 Niveles de conocimiento manufacturero y características del producto.....	42
5. COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE EMPRESAS FILIALES TRANSNACIONALES.....	45
5.1 Tecnologías Ambientales utilizadas en empresas filiales electrónicas.....	46
5.1.1 Definición de tecnologías ambientales y sus principales diferencias.....	46
5.1.2 Tipología de tecnologías ambientales.....	48
5.1.3 Supuestos básicos.....	49
5.2 La filial en su red corporativa: momentos evolutivos y lógica organizacional.....	50
5.2.1 Escalas de conocimiento manufacturero por tipos de tecnología ambiental.....	53
6. CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO.....	55
CAPÍTULO II	
MOMENTOS EVOLUTIVOS Y TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS.....	56
INTRODUCCIÓN.....	56
PRIMERA SECCIÓN: RASGOS GENERALES Y DEFINICIÓN DE VARIABLES CRÍTICAS EN CADA MOMENTO EVOLUTIVO.....	58
1.1 Características generales de las plantas visitadas.....	58
1.2 Eventos críticos para distinguir cada momento evolutivo.....	60
1.3 Unidades básicas de análisis y temporalidad por grupo de trayectorias productivas.....	62
SEGUNDA SECCIÓN: CARACTERIZACIÓN DE EMPRESAS POR MOMENTOS EVOLUTIVOS.....	66
2.1 Momento Evolutivo I. Intensificación en el trabajo.....	66
2.1.1 Características Generales.....	66
2.1.2 Origen y funcionamiento.....	67
2.1.3 El ensamble simple de productos: la arquitectura de un momento de evolución productiva.....	68
2.1.4 Del ensamble simple a la integración de procesos de manufactura: factores, medios e implicaciones.....	72
2.2 Momento evolutivo II. Intensificación en procesos.....	78
2.2.1 Características generales.....	78
2.2.2 Los procesos de manufactura en el horizonte productivo del momento II.....	79

2.2.3 Del conocimiento de procesos manufactureros a la integración de actividades de diseño e investigación: factores, medios e implicaciones del cambio productivo 84

2.3 *Momento III. Intensificación en diseño e investigación*..... 91

2.3.1 Integración total de actividades manufactureras 91

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO 96

CAPITULO III

EVOLUCIÓN MANUFACTURERA Y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES: LAS FILIALES ELECTRÓNICAS COMO ÁMBITO DE APRENDIZAJE EN LA RELACIÓN PRODUCCIÓN - MEDIO AMBIENTE 100

INTRODUCCIÓN..... 100

1. TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS Y APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS AMBIENTALES..... 101

1.1 *Definición de unidades analíticas*..... 101

1.2 *Análisis descriptivo de tipo de residuos por procesos*..... 101

2. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL POR MOMENTOS EVOLUTIVOS 108

2.1 *Intensificación en el trabajo. Aspectos ambientales en su relación productiva* 108

2.2 *Rasgos ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos*..... 112

2.2.1 Aspectos ambientales en su funcionamiento operativo..... 112

2.2.2 Implicaciones administrativas del control de residuos..... 115

2.2.3 Conocimiento manufacturero y formas de organización productiva en el control de residuos..... 116

2.2.4 El camino sinuoso de la aplicación de conocimientos manufactureros en actividades ambientales 119

2.2.5 Fases de aplicación de tecnologías ambientales: Conocimiento manufacturero vs actividades ambientales 122

2.3 *La transición efectiva: Integración del conocimiento manufacturero en las actividades ambientales* 130

2.3.1 El papel de la norma ambiental ISO 14000 131

2.3.1.1 Actividades asociadas a la certificación ISO 14000 en el diseño de procesos y productos 133

2.3.2 Las actividades de diseño en labores de protección ambiental 134

IV. CONCLUSIONES..... 143

Resumen

Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria maquiladora electrónica de Tijuana

Las empresas transnacionales viven un proceso de reestructuración productiva desde mediados de la década de los setenta. Hoy, el paradigma organizacional se encuentra vinculado a la introducción del justo a tiempo/control total de calidad (JIT/TQM), el cual se inscribe como parte de sus estrategias para responder a las nuevas condiciones de flexibilidad y diferenciación de su entorno competitivo. Sin embargo, el reconocimiento de un creciente deterioro ambiental por parte de la comunidad mundial ha originado un intenso debate centrado en la lógica del desenvolvimiento económico, por lo cual se ha hecho necesario incorporar la variable ambiental en la toma de decisiones económicas.

De esta manera, al paradigma organizacional de la calidad total empieza a sumarse el de la seguridad y calidad ambiental. Bajo esta perspectiva, los aspectos concernientes a la protección ambiental empiezan a formar parte de las estrategias de reestructuración productiva en algunos corporativos transnacionales.

Estas megatendencias productivas y ambientales son transmitidas desde la corporación hacia sus filiales con la finalidad de adaptar su funcionamiento en contextos de operación marcados por la incertidumbre y una creciente diferenciación de mercados. En este proceso de transferencias se articulan las formas en que las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial, donde el aprendizaje de los agentes regionales es un elemento clave en la evolución de competencias productivas.

En este contexto, el objetivo principal del presente estudio es analizar los factores de aprendizaje y de evolución de competencias involucrados en la selección, introducción e implementación de tecnologías ambientales en las empresas filiales electrónicas de Tijuana. Así, la pregunta central que se responde en esta investigación es: ¿de qué manera la evolución de competencias productivas de las filiales transnacionales condiciona la introducción e implementación de tecnologías ambientales?

La argumentación básica de este trabajo sostiene que el comportamiento ambiental y productivo es resultado de una relación dinámica, dependiente de procesos de aprendizaje y de contextos específicos de operación en cada empresa transnacional. En este sentido, dado que la industria maquiladora de exportación electrónica en Tijuana ha experimentado diferentes fases de evolución productiva, la hipótesis central de la investigación establece que la capacidad, habilidad

y necesidad de incorporar tecnologías ambientales se encuentra asociada con el nivel de aprendizaje tecnoproductivo y el rol de la empresa filial dentro de su red corporativa.

El estudio abarca una muestra de 12 empresas que fueron seleccionadas y clasificadas en tres momentos de evolución productiva, mediante la identificación de los alcances del aprendizaje tecnoproductivo. Este concepto es operacionalizado a través de las diferentes funciones de ingeniería encontradas en Alonso, Contreras y Kenney (1996) y Alonso y Carrillo (1996).

Para llevar a cabo los objetivos planteados y comprobar la hipótesis propuesta, analizamos la adecuación de tecnologías ambientales en la evolución productiva de 12 empresas electrónicas visitadas durante los meses de junio y julio de 1998. El análisis de trayectorias productivas y tecnologías ambientales se basa en estudios de caso, sustentados por entrevistas en profundidad con gerentes de planta, producción e ingenieros del departamento ambiental, además de recorridos a nivel de los procesos de cada planta. Este análisis identifica los factores principales involucrados en la selección, introducción e implementación de tecnologías ambientales, que enriquecen el contexto de decisiones productivas y ambientales propuestas por nuestro modelo hipotético.

Lista de Cuadros

Cuadros	Capítulo I	Página
1	La empresa en diferentes contextos analíticos	36
2	Características generales por momentos de evolución productiva para empresas electrónicas transnacionales de Tijuana.	41
3	Niveles de complejidad y diferenciación del producto por momentos evolutivos	44
4	Niveles de conocimiento manufacturero y características del producto por momentos de evolución productiva	45
5	Principales diferencias entre tecnologías ambientales	48
6	Clasificación de tecnologías ambientales para empresas filiales electrónicas de Tijuana.	49
7	Evolución de competencias manufactureras y tecnología ambiental en empresas filiales electrónicas	55
Capítulo 2		
8	Principales productos por empresa.	59
9	Actividades más importantes por Momentos Evolutivos	61
10	Organización del trabajo por Momentos Evolutivos	61
11	Trayectoria Productiva. Empresa en Momento Evolutivo I	70
12	Evolución de Máquinas Automatizadas en Momento Evolutivo I	71
13	Trayectoria Productiva. Empresas en Transición del Momento I al II	76
14	Evolución de Competencias Manufactureras del Momento I al II	78
15	Trayectoria Productiva. Empresas en Momento Evolutivo II	82
16	Evolución de máquinas automatizadas de empresas en Momento Evolutivo II	83
17	Trayectoria Productiva. Empresas en Transición del Momento II al III	90
18	Evolución de competencias manufactureras del Momento Evolutivo II al III	91
19	Trayectoria Productiva. Empresa en Momento Evolutivo III	93
20	Formas de Aprendizaje por momentos de evolución productiva	98
21	Características de momentos críticos de transición	99
Capítulo 3		
22	Unidades básicas de análisis para observar la evolución manufacturera y la aplicación de tecnologías ambientales	101
23	Identificación de residuos típicos en filiales electrónicas de Tijuana.	102
24	Trayectoria Productiva y ambiental. Empresa en momento evolutivo I	111
25	Trayectoria Productiva y ambiental. Empresas en Transición del momento I al II	128
26	Trayectoria Productiva y ambiental. Empresas en Momento Evolutivo II	129
27	Trayectoria Productiva y ambiental. Empresas en Momento Evolutivo II - III	141
28	Trayectoria Productiva y ambiental. Empresa en Momento Evolutivo III	142
29	Fases de aplicación de tecnologías ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos	124
30	Evolución de competencias manufactureras y ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos	125
31	Actividades realizadas por los departamentos de ingeniería en empresas en transición del momento II al III	127
32	Fases de aplicación de tecnologías ambientales del momento II al III	140
33	Contexto de decisiones ambientales en empresas filiales transnacionales	152

Esquemas

	Pág.
1 Niveles de determinación socioespacial en el comportamiento ambiental de las empresas transnacionales	21
2 Asociación de momentos evolutivos y aplicación de tecnologías ambientales en empresas electrónicas transnacionales	52
3 Tipología de tecnologías ambientales según escala de conocimiento manufacturero.	53
4 Trayectorias por Momentos Evolutivos	59
5 Mapa cronológico de Momentos Evolutivos por empresas	65
6 Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos. Productos: Fuentes de poder y Balastras Electrónicas	103
7 Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos. Productos: Transformadores eléctricos	104
8 Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos. Productos: Paquetes de microonda y radio frecuencia	105
9 Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos. Productos: Bases de cerámica y Radio Frecuencia.	106
10 Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos. Productos: Tableros de silicón para aparatos electrónicos	107
11 Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental. Empresa en Momento Evolutivo I	109
12 Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental. Empresa en Transición del Momento I al II	126
13 Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental. Empresa en Momento Evolutivo II	127
14 Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental. Empresa en Transición del Momento II al III	136
15 Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental. Empresa en Momento Evolutivo III	137
16 Tipología de trayectorias de cambio tecnológico ambiental	151

Anexos

	Pág.
1 Características de las Trayectorias Productivas de Empresas Filiales Electrónicas	153
2 Características de las Trayectorias Ambientales de Empresas Filiales Electrónicas	166
3 Características de los cuestionarios aplicados en el trabajo de campo.	179
4 Guía de entrevistas en profundidad	195
5 Empresas en México Certificadas en ISO 14000	196

AGRADECIMIENTOS

El mundo de la investigación es un campo insaciable de búsquedas por entender nuestra realidad compleja. Este camino está lleno de alegrías, pasiones y esperanzas, pero también de momentos difíciles de desesperación e incertidumbre cuando la realidad rebasa nuestras capacidades para comprenderla. En estos momentos, el apoyo de familiares, amigos y compañeros son la principal fuente de aliento y enseñanza. Por este motivo va mi más profundo agradecimiento a mi padre y a mi cinita, por haberme aconsejado y animado siempre y bajo cualquier circunstancia; a mi tío Elías, que con su ejemplo me ha enseñado que es posible tener esperanza en el trabajo. También quiero agradecer a Jorge Alonso Estrada que con sus comentarios críticos y su apoyo sincero de amigo contribuyó en la elaboración de este documento, a Carlos Montalvo por su lectura paciente y sus consejos para mejorar la tesis. A los ingenieros (as) de las plantas quiero expresarles mi agradecimiento por su tiempo y paciencia durante las entrevistas, materia prima de esta investigación.

Con afecto quiero agradecer a mis compañeros y amigos de generación por haberme enriquecido con sus experiencias y conocimientos a lo largo de dos años de convivencia cotidiana. En especial a Paty, Rosa María, Ana Elena, Armando y Daniel que con su amistad y apoyo solidario fueron siempre una fuente inagotable de ánimo y fortaleza en los momentos más difíciles. Por último, quiero agradecer al Colegio de la Frontera Norte el espacio brindado en este tiempo para la reflexión y el análisis, y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico durante la maestría.

El universo requiere la eternidad... por eso afirman que
la conservación de este mundo es una perpetua creación
y que los verbos conservar y crear, tan enemistados aquí,
son sinónimos en el cielo...

Jorge Luis Borges

Introducción: *Nuevas formas de organización de las empresas transnacionales: competencia vs medio ambiente.*

Las empresas transnacionales viven un proceso de reestructuración productiva desde mediados de la década de los setenta. Ante la necesidad de responder rápida y eficazmente a los cambios en la demanda y las condiciones inestables de los mercados, han adoptado nuevas formas de organización productiva. Hoy, la introducción de nuevas formas de organización tienen como objetivo procurar mayores niveles de calidad y flexibilidad en la producción. La adopción del "justo a tiempo" en inventarios y procesos, "total quality control", círculos de calidad, Kanban, cero defectos (Zero defects) se inscriben como parte de la estrategia competitiva de las compañías transnacionales. En esta dinámica organizacional se han creado nuevas relaciones cliente-proveedor que permiten adecuar los canales de comunicación a las necesidades de mercado, además de formarse nuevas redes productivas y comerciales inter e intra empresas industriales.

De esta manera, las corporaciones procuran el logro de la calidad total, tanto en los procesos productivos como en sus canales de comercialización. Además de estas nuevas formas de organización productiva, el avance científico y tecnológico ha contribuido de manera significativa al cambio en los sistemas de producción. Los procesos de "innovación y difusión de tecnologías avanzadas en materia de diseño, producción, distribución y comercialización, han permitido acortar los plazos entre el diseño y la producción, con lo que se hace posible responder con mucho mayor rapidez que en el pasado a las nuevas demandas reales o inducidas..." (Boisier, 1992). Así, en la medida en que la competitividad es influida con mayor intensidad por el cambio tecnológico y la aplicación de nuevas formas de organización productiva, los factores competitivos se construyen con menor intensidad sobre la dotación natural de recursos naturales y mayor con vigor sobre la creación de conocimientos productivos.

Estas tendencias organizacionales y tecnológicas son transmitidas desde la corporación hacia sus filiales con la finalidad de adaptar su funcionamiento productivo a contextos marcados por la incertidumbre y una creciente diferenciación de productos. En este proceso de transferencia se

articulan las formas en que las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial (Malnight, 1996; Ferdows, 1997), con la evolución de competencias productivas en función de su capacidad para transferir conocimientos hacia las filiales y la capacidad de éstas para adaptar las funciones transferidas (Kogut y Zander, 1993; Ernst, 1997)

Al amparo de estas megatendencias productivas, el reconocimiento de un creciente deterioro ambiental por parte de la comunidad mundial ha originado un intenso debate centrado en la lógica del desenvolvimiento económico, donde el daño ambiental es considerado como una externalidad originada por la dinámica producción-consumo y donde la economía ambiental se propone crear los mecanismos necesarios para internalizar los costos ambientales al funcionamiento de los agentes productivos (Tamames, 1985; Gutman, 1986; Cornejo, 1997). De esta manera, los daños ocasionados al medio ambiente y sus efectos sobre la salud humana han hecho necesario incorporar la variable ambiental en la toma de decisiones de los agentes productivos.

Como parte de este debate, a nivel macroeconómico se plantea un conflicto entre las necesidades de crecimiento en el corto plazo y la protección ambiental en el largo plazo; mientras que a nivel microeconómico los dilemas se reflejan en el aumento de costos de operación por la introducción del medio ambiente al ámbito productivo de las empresas. En ambos niveles, la discusión ha derivado en una aparente contradicción entre elevar los niveles de competitividad internacional o mejorar el desempeño ambiental de las empresas (Walley y Whitehead, 1994; Jaffe, 1995; Magretta, 1997, Hart, 1997).

No obstante, la ubicación de los residuos contaminantes como resultado de un uso ineficiente de los factores de producción, junto con la existencia de barreras comerciales fundadas en principios de manejo ambiental, está propiciando que la protección ambiental se considere como un factor de competitividad internacional. Al respecto, Constantino (1996) nos señala que "el creciente terreno ganado por el ambiente en las agendas nacionales e internacionales (...) junto

con el reconocimiento tácito de la importancia geoestratégica de la dotación de recursos naturales, configuran un nuevo patrón de competitividad económica”.

En este contexto, la Comisión Económica para América Latina reconoce que el reto de la sustentabilidad “ha motivado la generación de un esfuerzo importante de *innovación tecnológica* tendiente precisamente a neutralizar los efectos negativos sobre el medio ambiente y a elevar la capacidad competitiva de los bienes frente a la creciente sensibilidad respecto a la dimensión ambiental” (CEPAL, 1991:6). Así, al paradigma de la calidad total (asociada a las nuevas formas de organización productiva) empieza a agregarse la dimensión de la seguridad y calidad ambiental (Porter Michael y Claas van der Linde, 1995; Puri, 1996). En esta perspectiva, los aspectos concernientes a la protección ambiental comienzan a formar parte de las estrategias de reestructuración corporativa (Leonard, 1988; Frank den Hond, 1996; Dobilas y MacPherson, 1997).¹

En este sentido, las empresas filiales transnacionales como parte de redes corporativas globales no escapan del contexto de estas megatendencias productivas y ambientales. De hecho su evolución productiva se asocia con la aparición de nuevas características tecnológicas y laborales tendientes a responder a las nuevas condiciones de competencia corporativas. Así, para el caso de Tijuana, en los últimos años se ha documentado que estas empresas, además de adoptar nuevas formas de organización productiva (González-Aréchiga y Barajas, 1989; Brown y Domínguez, 1989; Carrillo, 1989; González-Aréchiga y Ramírez, 1990; Wilson, 1992; Alonso et al, 1996; Hualde, 1997 y Contreras et al 1998), también han incorporado principios mínimos de comportamiento ambiental como parte de la estrategia competitiva del corporativo (Montalvo, 1992; Moncayo, 1996; Paz, 1996 y Strohl, 1997), los cuales han incluido la introducción y adopción de tecnologías ambientales en sus procesos productivos. Por esta razón, los aspectos concernientes a la protección ambiental empiezan a formar parte de su dinámica de reestructuración productiva. De

¹ De acuerdo con la *Global Environmental Management Initiative (GEMI)*, agencia de consultoría del gobierno estadounidense, para 1994, las compañías transnacionales que habían implementado algún programa de mejoramiento ambiental son: The Procter & Gamble, International Business Machines, Eastman Kodak, Northern Telecom, Anheuser-Bush, Johnson & Johnson, World Environmental Center, DuPont, Digital Equipment Corporation, Level Brother, Xerox, Browning-Ferris, Union Carbide, Elf, Florida Power & Light, Chemical Waste, The Southern Company, Duke Power, Allied Signal y Consolidated Rail.

esta manera, al debate sobre el cambio tecnológico, organizacional y de relaciones laborales en la maquiladora se agrega la discusión sobre las prácticas ambientales como parte de su cambio productivo. Así a la luz sus estrategias de reestructuración productiva, la relación entre tecnologías ambientales y procesos productivos se presenta como una relación crítica para entender la dinámica de su comportamiento ambiental,

En este contexto, en el presente estudio nos proponemos explorar la adecuación de tecnologías ambientales al funcionamiento operativo de las filiales electrónicas de Tijuana, cuya justificación reside en su desenvolvimiento productivo de los últimos tres años, los impactos ambientales potenciales que su actividad genera y la implementación de tecnologías ambientales como principios de manejo ambiental corporativo.²

Bajo esa tesitura, nuestra investigación tiene como objetivo general la identificación de los factores de aprendizaje y evolución de competencias involucrados en la selección, introducción e implementación de tecnologías ambientales al interior de las empresas maquiladoras electrónicas, con la finalidad específica de a) identificar las tecnologías ambientales utilizadas en este tipo de empresas, b) caracterizar los procesos productivos que han utilizado las empresas en su desempeño ambiental y c) establecer una tipología de trayectorias de cambio tecnológico ambiental.

Desde una perspectiva evolutiva, el análisis se realizó a través de la asociación de diferentes niveles de aprendizaje tecnoproductivo y formas de organización presentes en cada momento de evolución, elementos que forman parte del rol jugado por la filial al interior de su red corporativa. En este sentido, nuestra investigación se inscribe en los estudios que apuntan hacia el entendimiento de los mecanismos internos a través de los cuales las firmas adoptan y desarrollan innovaciones ambientales (Gladwin, 1987; Kemp, 1993, 1995 y 1997; Frank den Hond, 1996; Cepal, 1995). Así, el punto de partida de esta investigación es la implementación de tecnologías

² En 1993, Baja California concentró el 50.8% de las empresas generadoras de residuos peligrosos. De ese total, el 85.1% corresponde a las empresas maquiladoras electrónicas asentadas en la ciudad de Tijuana. Dirección General de Normatividad Ambiental. Instituto Nacional de Ecología. SEDESOL.

ambientales como parte de un proceso evolutivo de competencias, donde la empresa actúa como un ente socioorganizacional creador y portador de conocimientos. En este sentido, nuestra argumentación básica es que las relaciones entre lo productivo y lo ambiental no se pueden explicar de manera monolítica y estática en el tiempo, sino que se explican atendiendo a su naturaleza dinámica, dependiente de procesos de aprendizaje y de contextos de operación específicos.

Bajo este enfoque, el análisis de trayectorias productivas y la aplicación de tecnologías ambientales se definieron mediante la operacionalización de los alcances del aprendizaje tecnoproductivo y sus formas de organización, asociados a cada momento de evolución. Esta aplicación tuvo como base los hallazgos encontrados en las investigaciones de Contreras et al, (1996) y Alonso y Carrillo (1996), quienes proponen la aparición de funciones de ingeniería como parámetro en la evolución de competencias productivas.

A la luz de estos planteamientos, la hipótesis central que nos proponemos comprobar es que dado que las empresas electrónicas han experimentado diferentes fases de evolución productiva; su capacidad, habilidad y necesidad de incorporar tecnologías ambientales se encuentran asociadas al nivel de aprendizaje tecnoproductivo y al rol de la empresa filial dentro de su red corporativa, correspondiente a cada momento de evolución.

Para llevar a cabo los objetivos planteados y comprobar la hipótesis propuesta, analizamos la adecuación de tecnologías ambientales en la evolución productiva de 12 empresas electrónicas visitadas durante los meses de junio y julio de 1998. El análisis de trayectorias productivas y tecnologías ambientales se basa en estudios de caso, sustentados por entrevistas en profundidad con gerentes de planta, producción e ingenieros del departamento ambiental, además de recorridos por los procesos de cada planta.

La investigación comprendió la aplicación de dos fases operativas. En una primera parte se realizó una revisión de fuentes secundarias de información, con la finalidad de ubicar los antecedentes del problema y el marco analítico con el que se habían abordado los temas

ambientales en la industria maquiladora de exportación. Esta fase nos permitió ubicar los elementos que intervienen en su comportamiento ambiental, clasificarlos y distinguirlos según su particularidad de ocurrencia. En una segunda etapa se aplicó un cuestionario y se realizaron entrevistas a profundidad con ingenieros de producción y encargados del área ambiental. Esta fase tuvo como propósito central la construcción de trayectorias de vida productiva y ambiental correspondientes a cada una de las empresas visitadas. La información que se recabó en los cuestionarios concentra dos aspectos importantes para nuestra investigación:

- i) Tipos de tecnologías y formas de organización del trabajo sobre competencias productivas en plantas maquiladoras, además de la
- ii) Identificación de tecnologías ambientales, su naturaleza, importancia y tiempo de introducción.

La tesis se estructura a partir de tres capítulos. En el primero se exponen los elementos conceptuales que orientaron el trabajo de campo. Básicamente, en torno a tres líneas de análisis: a) niveles socioespaciales que influyen sobre el comportamiento ambiental, b) la empresa como lugar de aprendizaje tecnoproductivo y de organización social, y c) la ubicación de diferentes momentos de evolución productiva y ambiental en empresas electrónicas. El argumento central de este capítulo radica en que como resultado de la influencia de los diferentes niveles socioespaciales, se definen trayectorias productivas que conforman la asociación de diferentes momentos de evolución productiva y ambiental. Con este basamento teórico, en el capítulo dos validamos y clasificamos empíricamente a las empresas visitadas en tres momentos de evolución productiva. Aquí el propósito básico es mostrar los diferentes niveles de aprendizaje tecnoproductivo asociados al papel que juega la empresa dentro de su red corporativa. En el capítulo tres asociamos los cambios productivos de cada momento de evolución encontrados en el trabajo de campo, con la selección e instrumentación de tecnologías ambientales. En esta parte del documento se exploran los factores asociados en la aplicación de tecnologías ambientales. Por último, las conclusiones apuntan hacia la identificación de trayectorias de cambio tecnológico

ambiental y la propuesta de una política ambiental cuya base sea la consideración de diferentes fases de evolución productiva para (re) orientar el comportamiento ambiental de las empresas filiales electrónicas.

Capítulo I

Hacia la construcción de una teoría de la evolución manufacturera y el comportamiento ambiental en las empresas transnacionales

Introducción

Las nociones de medio ambiente han dejado de ser conceptos exclusivos de las ciencias físicas, biológicas o antropológicas para incorporarse a la terminología del funcionamiento económico. El acelerado deterioro de los recursos naturales utilizados intensivamente en los procesos productivos, así como la degradación del paisaje y el creciente deterioro de los centros urbanos, son algunos elementos que justifican la incorporación de la variable ambiental en la toma de decisiones de los agentes productivos.

En este contexto, el estudio sobre el comportamiento ambiental³ de las empresas ha partido de una preocupación por entender los procesos mediante los cuales los agentes adoptan nuevas actitudes frente al medio ambiente (Mercado, 1998; Domínguez, 1998 y Brown, 1998). Así mismo, se ha explorado la naturaleza de los incentivos económicos necesarios para que las empresas asuman un comportamiento productivo favorable a la protección ambiental (Mercado, 1995 y Paz, 1996). Sin embargo, en estos estudios el funcionamiento productivo de la empresa es observado de manera aislada de su contexto socioorganizacional;⁴ es decir, alejada de toda contingencia propia de su dinámica, donde las decisiones ambientales tienen lugar bajo criterios de racionalidad ilimitada y perfecta información del mercado.

Una manera adicional, que poco se ha explorado en los estudios sobre comportamiento ambiental, consiste en ubicar el funcionamiento productivo de la empresa en su contexto específico de operación, donde la relación entre lo ambiental y lo productivo, más que ser una relación

³ Comportamiento ambiental es el conjunto de acciones que llevan a cabo los agentes productivos para el cuidado del medio ambiente. Entre ellas, la aplicación de tecnologías ambientales para controlar y/o prevenir la contaminación generada por su actividad.

estática y monolítica en el tiempo, es un intercambio dinámico que evoluciona en diferentes momentos del desarrollo productivo de una empresa, en un tiempo y lugar determinados.

Con esta perspectiva analítica, este capítulo tiene como objetivo principal mostrar los elementos conceptuales involucrados en el desempeño ambiental y productivo de las empresas, en especial las firmas electrónicas de Tijuana, que se caracterizan por tener encadenamientos globales y cuya lógica de operación trasciende el ámbito local. Así, las siguientes líneas intentan aproximarnos al papel que juegan los elementos conceptuales sobre su comportamiento ambiental y productivo. Básicamente, en torno a tres vertientes de análisis:

- 1) Niveles socioespaciales que influyen sobre el comportamiento ambiental,
- 2) La empresa como un lugar de aprendizaje tecnoproductivo y de organización social, y
- 3) Los diferentes momentos de evolución productiva y ambiental que caracterizan el desempeño de las filiales electrónicas de Tijuana.

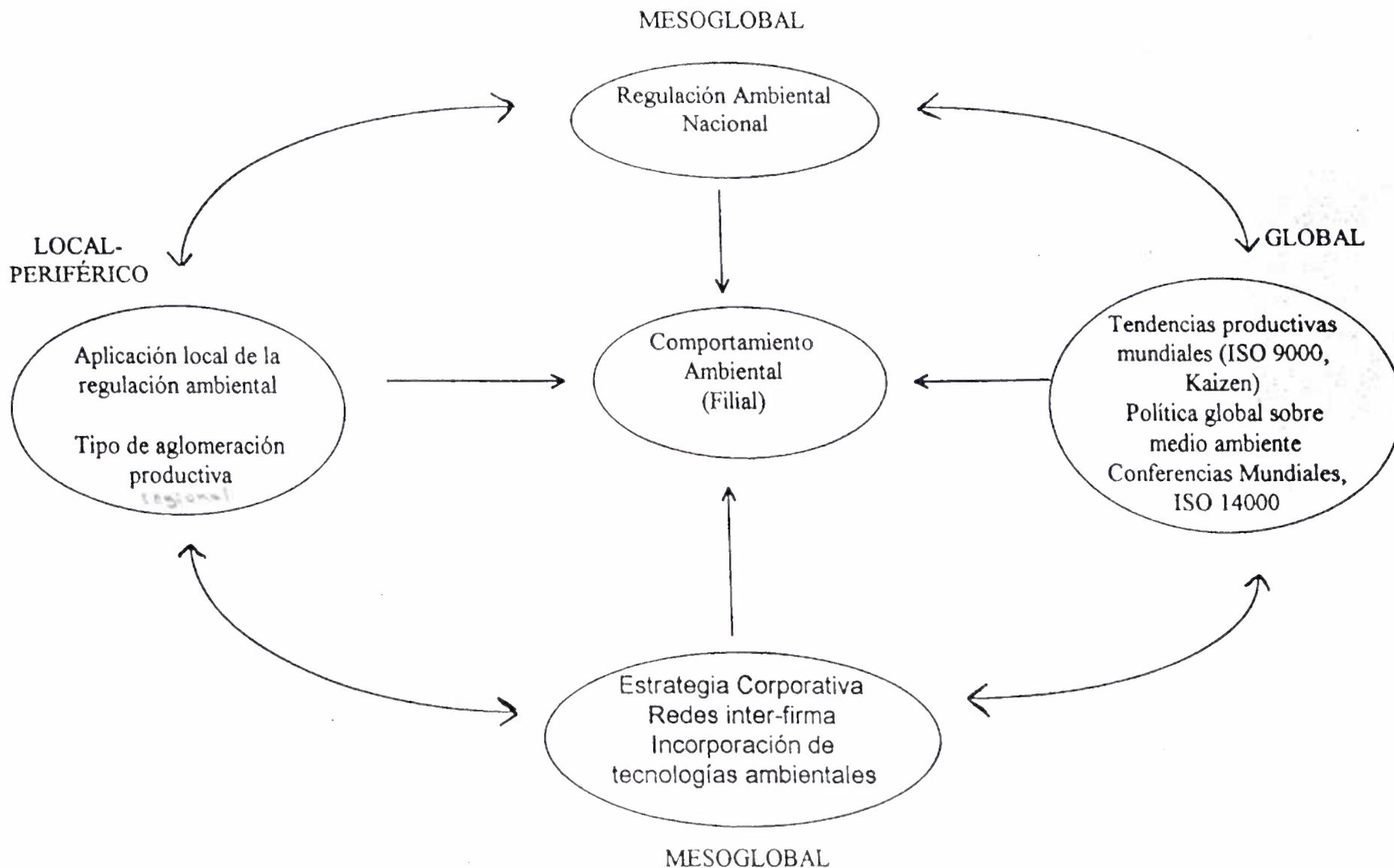
En el sentido de lo expuesto anteriormente, primero destacamos los niveles de determinación socioespacial que influyen sobre el comportamiento ambiental de las empresas filiales. Aquí ubicamos el comportamiento ambiental como producto de la articulación de diferentes procesos sociales, territorialmente localizados y sintetizados en cada nivel socioespacial. En este apartado hablamos de diferentes niveles (global, mesoglobal y local periférico), en la medida en que las decisiones de cada uno tienen influencia sobre el comportamiento ambiental de la filial.

De esta manera, la empresa se convierte en nuestra unidad básica de análisis, por lo que en un segundo apartado ubicamos el comportamiento de la empresa como agente económico, con base en la exposición de los supuestos de dos perspectivas teóricas: la escuela neoclásica y la escuela institucional-evolutiva. Aquí; enfatizamos la necesidad de abordar las relaciones productivas y ambientales con un enfoque dinámico; es decir, como resultado de los diferentes

⁴ Entendemos como contexto socioorganizacional, al conjunto de condiciones de organización social que influyen en el comportamiento de los agentes económicos.

Esquema 1

Niveles de determinación socioespacial en el comportamiento ambiental de las empresas filiales transnacionales



procesos de aprendizaje tecnoproductivo en contextos operativos específicos al interior de nuestra unidad básica de análisis.

Así, al hablar sobre aprendizaje discutimos el comportamiento productivo como un proceso de evolución de competencias donde la presencia y/o ausencia de diferentes funciones de ingeniería entendidas como fases del aprendizaje tecnoproductivo, se proponen como parámetro para distinguir los diferentes momentos de evolución en las empresas filiales electrónicas.

Por último, en un tercer apartado se muestran los diferentes momentos de evolución que caracterizan el comportamiento productivo de las filiales electrónicas de Tijuana. De acuerdo con estos elementos, se reflexiona en torno a las relaciones del comportamiento productivo con la dinámica del comportamiento ambiental, vía la identificación y clasificación de las tecnologías ambientales en función del nivel de aprendizaje tecnoproductivo requerido para su aplicación y la lógica organizacional de la empresa filial dentro de su red corporativa.

1. Niveles de determinación socioespacial en el comportamiento ambiental de las empresas transnacionales

Desde una perspectiva espacial, la contextualización de los fenómenos regionales son producto de la articulación de diferentes escalas o niveles socioespaciales, con un alcance particular sobre su desenvolvimiento. La designación de niveles socioespaciales es más que una predilección discursiva por dividir las variables que intervienen sobre un fenómeno, es producto de la reflexión en torno a cada nivel como un proceso de construcción social territorialmente localizado (Massey, 1984). En este sentido, cada nivel socioespacial representa diferentes escalas bajo los cuales tienen lugar las prácticas sociales que influyen sobre el desenvolvimiento de los fenómenos, escalas que pueden ser globales, mesoglobales o locales; dependiendo de su ámbito o alcance de influencia.

De esta manera, las relaciones causales de cada nivel socioespacial son observadas como posibles más que como determinantes en sus efectos; es decir, pueden ser alteradas sus implicaciones debido a otras relaciones que existan en el contexto particular de los fenómenos

(Massey, 1984). Este argumento nos permite evitar el establecimiento de relaciones causales mecánicas para explicar la dinámica de los fenómenos espaciales; dejando abierta la posibilidad de ubicar otros elementos que explicarían el fenómeno a la luz de su particularidad de ocurrencia.

Con este lente analítico, el fenómeno del comportamiento ambiental en empresas filiales de Tijuana es producto de la concurrencia de diferentes niveles socioespaciales. Ello significa concebir el comportamiento ambiental como un proceso de articulación de niveles globales, meso globales y locales (ver esquema 1), en el que cada uno contribuye parcialmente a la conducta ambiental de las filiales extranjeras y donde los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos en cada una de ellas. En este sentido, los niveles socioespaciales son los ámbitos en los que tiene lugar el comportamiento ambiental de la filial.

Las interacciones entre cada uno de ellos son más intensas que otras. Así, por ejemplo, la regulación ambiental nacional (nivel mesoglobal) puede verse influida por las discusiones mundiales sobre medio ambiente, o bien, las empresas transnacionales pueden reflejar una actitud respecto al medio ambiente (nivel mesoglobal) debido al establecimiento de la norma ISO 14000 como requisito de competitividad internacional (nivel global). Pese a estas influencias mutuas entre cada nivel socioespacial, creemos necesario discutirlos desde su ámbito de ocurrencia para distinguir su efecto sobre el comportamiento ambiental de las filiales. En función de lo dicho anteriormente, durante las próximas líneas presentaremos una semblanza de cada nivel socioespacial involucrado en el comportamiento ambiental, destacando en cada uno de los niveles dos factores que consideramos importantes para nuestra discusión: el ámbito productivo y el ambiental.

Así, en primer lugar se discute el nivel socioespacial global, donde destacamos dos fenómenos: por un lado, las tendencias mundiales de reestructuración productiva en empresas transnacionales y, por otro, el reconocimiento en foros internacionales del deterioro ambiental y sus implicaciones para las empresas corporativas. Posteriormente, presentamos las piezas que forman parte del nivel Mesoglobal, el cual por la diversidad de elementos involucrados se ha dividido en dos apartados. El primero tiene que ver con los órganos de intermediación nacional, donde la regulación ambiental y la política macroeconómica son elementos centrales; mientras que en el segundo apartado se expone la naturaleza de las relaciones corporativas inter-empresas, como parte de los procesos de transferencias productivas y ambientales. Por último, presentamos el nivel Local Periférico, donde hacemos referencia al tipo de aglomeración industrial en Tijuana.

1.1 Nivel global

1.1.1 Tendencias productivas mundiales y deterioro ambiental

Desde mediados de la década de los setenta asistimos a una crisis en la mayor parte de las economías mundiales que ha tenido implicaciones en las dinámicas de competencia corporativa. Al

respecto varios autores como Amin y Thrift (1993), Harrison (1994), Oman (1994) y Dahlman (1996) han identificado los elementos que alteraron su naturaleza. En primer lugar, destacan los efectos combinados de la saturación de mercados por la excesiva producción en serie, el fenómeno de la estanflación y el incremento súbito de los precios del petróleo; los cuales condujeron al estancamiento económico y alzas generalizadas de precios con la consiguiente disminución de los ingresos corporativos.

El segundo elemento ha sido la incorporación de nuevas tecnologías en comunicaciones y transportes basadas en la microelectrónica, que han posibilitado el movimiento rápido de grandes volúmenes de capital financiero de un lugar a otro, reduciendo significativamente los tiempos y costos de transporte, comunicación y procesamiento de datos. Este factor ha tenido dos implicaciones principales: por un lado, ha permitido la globalización del capital y de la demanda posibilitando el ensanchamiento del mercado de productos y de capital al permitir un mayor flujo de información entre los posibles compradores (Amin y Thrift, 1993; Harrison, 1994 y Oman, 1994); mientras que, por otro lado, el desarrollo científico y tecnológico ha permitido la incorporación de sistemas automatizados en los procesos de producción, promoviendo cambios en las formas de gestión productiva; donde el rol del conocimiento y los factores de aprendizaje son elementos relevantes en el desenvolvimiento de dinámicas productivas exitosas (Amin y Thift, 1993; Oman, 1994 y Dalhman, 1996).

Estos elementos han redimensionado los requerimientos de competitividad internacional, en tomo a tres elementos (Dahlman, 1996:72): calidad, respuesta a las necesidades del cliente y entrega rápida y creación de nuevas redes de distribución y aplicación creciente de técnicas de mercadotecnia

En este nuevo ambiente competitivo, algunas empresas corporativas han iniciado procesos deliberados de reconfiguración estructural con la finalidad de adaptarse al dinamismo de las nuevas condiciones del mercado. Al respecto, desde principios de la década de los ochentas diversas corrientes teóricas (Lipietz, Coriat, Boyer 1988; Freman y Pérez, 1988; Pérez, 1983; Piore y Sabel, 1984; Stoper y Scott, 1989) han estudiado la naturaleza evolutiva de los modelos de producción. Según Amin (1994) y Boyer (1997) se pueden identificar tres enfoque teóricos que tratan de

explicar las dinámicas de reestructuración productiva: la escuela regulacionista, el enfoque neoshumpeteriano y la perspectiva de la especialización flexible. No obstante estas discusiones teóricas, la característica central de los procesos de reestructuración productiva ha consistido en la adopción de principios del modelo de producción flexible, comúnmente asociado al sistema de producción de Toyota (TPS, por sus siglas en inglés).

Según Coriat (1995) y Shimizu (1998), los dos principios organizacionales del TPS fueron:

- a) La adopción del justo a tiempo concebido por Kiichiro Toyota, sostiene la idea de que la compañía debe comprar las cantidades exactas de insumos, alentado a los proveedores a distribuir esas partes cuando sean requeridas. El justo a tiempo es también un enlace entre los clientes y los planes de producción, que se aplica con la finalidad de tener mayor flexibilidad a posibles variaciones del mercado. Taiichi Ohno aplicó esta idea al interior de la empresa, durante el proceso de producción; con la finalidad de disminuir los costos de inventario (Toyota Production System, 1995:6). Al interior de la planta, el justo a tiempo se agiliza mediante el Kan-Ban, donde el trabajador del puesto de trabajo corriente abajo -"cliente"- es abastecido con unidades compradas al puesto corriente arriba en el momento en que lo necesite; tanto unidades producidas como insumos deben estar en movimiento sobre carretillas que no deben contener más de lo necesario (Toyota Production System, 1995:15).
- b) La Autonomatización y autoactivación consistió en la instalación de máquinas con un sistema automático para detener la producción en caso de problemas. La autonomatización también involucró a los operadores, quienes se suponía detendrían la línea de producción si había problemas, de tal manera que la calidad del producto podría ser garantizada y el problema resuelto en el mismo lugar (Toyota Production System, 1995; Coriat, 1995 y Shimizu, 1998). En este sentido, se establecen dispositivos organizativos referentes a la ejecución del trabajo, donde los trabajadores son capaces de supervisar varias máquinas automáticas colocadas cerca del operador, lo cual plantea la organización del trabajo basada en puestos polivalentes de trabajadores multifuncionales. Con ello se procura la construcción de líneas de trabajo en

forma de "U" (Coriat, 1995:59), al tiempo que la gestión de la calidad es integrada a lo largo de la ejecución de tareas, vía el establecimiento de trabajos estandarizados y mejoramientos continuos (Kaizen) sobre esta misma base (Toyota Production System, 1995:32).

De esta manera, el justo a tiempo y la automatización, junto con el involucramiento de los obreros y gerentes en actividades de mejoramiento continuo sincronizan los componentes entre líneas de aprovisionamiento y ensamble (Toyota Production System, 1995:27 y Coriat, 1995:41). La manera de involucrar a los trabajadores fue a través de un sistema salarial que consideraba la productividad y el entrenamiento continuo como elementos básicos de pago (Shimizu 1998 y 1999).

En este sentido, el concepto de producción ligera hace referencia a un modelo "puro" de organización y por tanto válido universalmente (Bonazzi 1993:3). El conjunto de principios generales, que, según Bonazzi, caracterizan al modelo de producción ligera son:

- 1) La eliminación de los recursos abundantes, lo que implica menor espacio, movimiento de materiales, tiempo para preparar la maquinaria, personal, aparatos informativos y tecnologías austeras. Esto se persigue mediante el suministro y la producción en una forma de regulación justo a tiempo, tratando de adaptarse de la mejor manera posible a las variaciones del mercado
- 2) El objetivo de la calidad total, o bien el cero defectos sin aumento de los costos. Se trata de eliminar los procesos de control de calidad (ex post de la producción) por medio de una revisión continua y el objetivo de "hacerlo bien la primera vez". Con ello la calidad se incorpora al proceso productivo con la progresiva eliminación de los controles *ex post*.
- 3) Involucramiento de la mano de obra en las decisiones relativas a la producción. No sólo se requiere un cierto grado de destreza manual sino también la participación que posibilite la variación de tareas, en la eliminación de defectos; lo cual presupone una elevada capacidad profesional de los trabajadores en la línea de producción.
- 4) La participación de los subcontratistas. Estos son seleccionados dependiendo de su capacidad para colaborar con la empresa en un proyecto de largo plazo, que abarca desde la planificación del producto hasta su constante mejoramiento a través del tiempo. Con ello se trata de desarrollar

una red cooperativa basada en relaciones de confianza, transparencia recíproca y contratos a largo plazo.

En cuanto a la transferencia de este modelo se han delineado dos vertientes analíticas que representan que han orientado los trabajos sobre la emergencia y difusión de modelos productivos (Abramo y Montero 1995:88):

- a) una primera vertiente que propone la aplicación sistémica de los elementos de la producción ligera, donde su adopción se presenta como la única posibilidad (one best way) de sobrevivencia para las empresas ante nuevos contextos de apertura y globalización de mercados el mercado (Womack et al 1990), y
- b) una vertiente relativista que enfatiza la singularidad de experiencias para mostrar la aplicación híbrida de modelos de producción (Boyer et al, 1998; Freyssenet et al, 1998).

En este contexto de discusión sobre la transferencia de elementos del modelo de producción japonés, el reconocimiento de un creciente deterioro ambiental por parte de la comunidad mundial ha originado un intenso debate centrado en la lógica del desenvolvimiento económico. Los daños ocasionados al medio ambiente y sus efectos sobre la salud humana han sido reconocidos en los principales foros de discusión mundial. Particularmente, desde 1972, con la Conferencia de Estocolmo y con la serie de discusiones sobre medio ambiente que, a partir de esa fecha, han tenido lugar en el seno de la Organización de las Naciones Unidas.

Aunado a ello, la tendencia cada vez más creciente entre la comunidad de negocios de ubicar a los residuos contaminantes como un gasto ha propiciado la búsqueda de un funcionamiento productivo basado en la lógica de un mejor aprovechamiento de los factores de producción (Porter y Van der Linde, 1995). Estas percepciones han permeado en algunos sectores productivos de manera creciente, de tal suerte que, actualmente, los aspectos referidos a la protección ambiental están empezando a ser considerados como un factor de competitividad internacional (Cepal, 1991; OECD, 1992). Al paradigma exitoso de la calidad total empieza a

agregarse la dimensión de la seguridad y calidad ambiental (Puri, 1996). Ello significa, en una perspectiva de largo plazo, que los aspectos concernientes al medio ambiente están empezando a ser parte de las estrategias de decisión corporativa (Dobilas y MacPherson, 1997).

Como parte de esta preocupación, el establecimiento de estándares internacionales sobre protección ambiental surgen con la finalidad de "homologar los procesos productivos respecto a sus efectos sobre el medio ambiente" (Constantino, 1996). Es el caso de la iniciativa ISO 14000, la British Standard 7750 y la Canadian Standards Association, que, aun siendo guías voluntarias de manejo ambiental, comienzan a constituirse como garantías de un mejor manejo de los asuntos ambientales. Desde nuestro punto de vista, esta situación se encuentra en sus primeras etapas, por lo que su impacto real sobre el desenvolvimiento competitivo está por observarse en los próximos años.

Con estas reflexiones sobre el medio ambiente y la competitividad ha emergido una vieja discusión acerca de la capacidad transformadora del desarrollo tecnológico, ahora cristalizada en la fe (casi ciega) acerca del desenvolvimiento de tecnologías ambientales para mitigar los daños ocasionados al medio ambiente (Tapia y Pichs, 1997). Al respecto, es necesario reflexionar acerca de los efectos limitados de esta posición; sobre todo, si consideramos que el desarrollo de conocimientos científicos, prácticas de ingeniería y procesos de producción se ha dado sin considerar el medio ambiente como variable integrante del proceso productivo, por lo que las posibilidades técnicas de reconvertir los procesos para proteger el medio ambiente se encuentran limitadas a la base misma del desarrollo tecnológico (Nelson y Winter, 1982; Freeman y Pérez 1982; Dosi, 1988; y Kemp, 1994 y 1997).

En este sentido, aunque la ISO 14000 es un buen elemento para iniciar la reestructuración productiva en aspectos ambientales, tiene serias limitaciones técnicas en el corto plazo para llegar

a un efectivo control y prevención de la contaminación (Ver también a Johansson, 1997 y Colby, 1997).⁵

Por último, es importante señalar que estas tendencias globales condicionan de manera indirecta el comportamiento ambiental de las empresas filiales. Principalmente, debido a la influencia de este nivel en las relaciones inter-empresas, vía la transferencia de formas de organización productiva para adaptarlas a un nuevo contexto competitivo; y al nivel de la elaboración de normas y reglas contenidos en la regulación ambiental nacional.

1.2 Nivel Meso global

1.2.1 Condiciones macroeconómicas que influyen en los patrones de inversión y localización

A partir de 1982 se asiste a un replanteamiento del modelo de crecimiento económico. La reorientación del modelo de sustitución de importaciones hacia un modelo de industrialización orientado hacia la exportación forma parte de un cambio en la estrategia de crecimiento. En este contexto, la Industria Maquiladora de Exportación (IME), que durante la estrategia sustitutiva de importaciones había jugado un papel periférico, se convierte en un elemento clave dentro del nuevo modelo de crecimiento (De la O Martínez, María Eugenia, 1994; Alonso y Carrillo, 1996; Alegría, Carrillo y Alonso, 1997).

Este cambio en las condiciones macroeconómicas ha sido un factor importante en la localización de empresas transnacionales en la frontera norte. Con ello se ha consolidado el crecimiento económico de estas regiones basado en la industria maquiladora de exportación; sin embargo este cambio, también ha sido acompañado de efectos adversos sobre el medio ambiente.

1.2.2 La Regulación y el comportamiento ambiental

⁵ A la luz de la protección ambiental que llevan a cabo las empresas al amparo de la certificación ISO 14000, es necesario elaborar una agenda de investigación que permita profundizar los alcances técnicos y organizacionales de este nuevo estándar.

En virtud de que el medio ambiente ha sido considerado como una variable exógena al funcionamiento de los agentes económicos, los incentivos para modificar el comportamiento ambiental de las empresas no han provenido directamente del mercado.

Lo anterior se debe a que, en un primer momento, el contexto productivo de las empresas no ha incentivado la introducción de tecnologías ambientales; pero también se debe a que la elección de los agentes económicos se realiza en un ámbito de información limitada, donde el uso de sus factores de producción no refleja necesariamente el interés social. Por lo anterior, se comprende que la introducción del cuidado ambiental en su esquema operativo sea resultado directo de la presión ejercida por la regulación ambiental (Kemp, 1993; OECD, 1992, Skea, 1995).

Bajo esta tesitura, se ha documentado que en México las condiciones institucionales han propiciado que las empresas observen un comportamiento ambiental reactivo. Al respecto, Constantino (1996:781) menciona tres circunstancias institucionales que caracterizan el contexto de aplicación de la normatividad: a) falta de incentivos financieros, b) ausencia de recursos humanos capacitados y suficientes para dar un seguimiento a las obligaciones ambientales y c) deficiente estructura de sanciones por incumplimiento de la normatividad ambiental la cual es relativamente permisiva debido a la incapacidad de monitoreo por parte de las agencias gubernamentales.

Este marco institucional ha implicado que la aplicación de políticas ambientales se haya desarrollado mediante el empleo de instrumentos de comando y control, es decir, a través del establecimiento de cuotas y estándares de contaminación. En términos de la aplicación de tecnologías ambientales, esta situación ha propiciado que las empresas privilegien la estrategia de corregir externalidades por encima de la opción de evitarlas (Alfie, 1993 y Constantino, 1996:782). Entre tanto, en lo concerniente a los costos operativos el uso de tecnologías de control se aplica bajo la lógica de que es más barato adaptar el proceso productivo para disminuir la contaminación (actividades de control) que cambiar el sistema de producción (actividades de prevención). De acuerdo con estas evidencias, la influencia de la regulación en el comportamiento ambiental se sustenta en el uso de tecnologías de control (Skea, 1995).

A pesar de sus características particulares, este nivel mesoglobal es influido por las discusiones en el nivel global de nuestra exposición, sobre todo en la definición del tipo de regulación ambiental establecida en nuestro país. Así, en un primer momento las presiones externas han sido el motor principal para estimular la creación e instrumentación de normativas ambientales (Carmona, 1996:111).

1.2.3 Estrategia Corporativa y Redes Inter-firma

1.2.3.1 Transferencia de funciones productivas

En cuanto al surgimiento de nuevas relaciones inter-empresa, se plantea que la lógica subyacente se ubica en el aprovechamiento de economías de escala y de alcance bajo un contexto caracterizado por el cambio en las condiciones de mercado. Sin embargo, la lógica no es solamente en función de los costos, sino también de la capacidad de la firma de transferir conocimientos hacia otras empresas, lo cual puede limitar su capacidad de expansión de operaciones (Kogut, 1993 y Malnight, 1996).

En el transcurso de dichos cambios los procesos de aprendizaje organizacional, tecnológico y productivo se han constituido como parte importante de la reestructuración productiva. El aprendizaje, entendido como las formas en que las empresas construyen y organizan el conocimiento y sus rutinas en torno a sus competencias, ha cobrado importancia en un contexto de operación caracterizado por el acelerado cambio tecnológico y la incertidumbre asociada al funcionamiento de mercado (Dosi, 1994a y 1994b). En una dinámica productiva de mayor competitividad, la búsqueda de mayores niveles de aprendizaje es un imperativo constante dentro de la empresa. Sin embargo, sus ritmos se encuentran vinculados a su historia productiva y ésta, a su vez, es resultado del contexto operativo.

En el ámbito productivo de la maquiladora, los procesos de aprendizaje forman parte de las relaciones inter-firma, tanto las formas de relación matriz-subsidiaria como de cliente-proveedor suponen la adquisición de conocimientos a través del intercambio de insumos y la transformación

de productos. En este sentido, al tipo de relaciones inter-firma se asocian diferentes tipos de aprendizaje condicionando los ritmos de transferencia, los cuales pueden implicar la integración de funciones productivas avanzadas, cambiando con ello los roles de la empresa filial en el contexto de su red corporativa (Fersdows, 1997 y Birkinshaw y Hood, 1998).

En esta perspectiva, los procesos de transferencia suponen la creación de competencias manufactureras a través del aprendizaje de los agentes económicos (Alonso y Carrillo, 1996). En este sentido, la extensión de las relaciones inter-firma se encuentran afectadas por la naturaleza estructural del mercado, las características propias del proceso de producción y las especificaciones del producto.

Respecto a las características del proceso, los ritmos en transferencia productiva y, por tanto, del aprendizaje en la maquiladora se encuentran directamente relacionados con la parte del proceso global que le toca realizar. Sin embargo, los procesos de aprendizaje no son resultado exclusivo de las relaciones inter-firma, sino también de las condiciones institucionales locales. A su vez, el modo en que se produce la transferencia productiva es influido directamente por las ventajas que motiva el crecimiento de la firma en otras fronteras (i.e. cercanía con mercados principales, disminución de costos de operación, etcétera).

Así, la capacidad que tenga una matriz de transferir conocimientos y la capacidad de la subsidiaria de asimilarlos constituyen dos elementos importantes para establecer la posibilidad de transferencia de fases del proceso productivo. En este sentido, los canales de comunicación son importantes en la creación de capacidades para manufacturar un producto.

1.2.3.2 Transferencia de funciones ambientales

En años recientes algunas compañías transnacionales han decidido instrumentar una estrategia ambiental en sus esquemas de operación. Las transformaciones en la naturaleza de su organización y de sus productos forman parte de este esfuerzo. Estas empresas se han percatado de que la implementación de estrategias ambientales puede conducirles a tener ventajas

competitivas (Maxwell et al., 1995 y GEMI, 1994). Ello, a partir del mejoramiento en la calidad del producto, de la reducción de costos operativos, del mejoramiento de la imagen ambiental y de la apertura de nuevos mercados (Rozga, 1996:9 y Tapia y Pichs, 1997:120).

Sin embargo, existen pocas evidencias sobre cómo las corporaciones responden a los problemas ambientales en sus empresas filiales. Aparentemente, algunas empresas han establecido políticas corporativas respecto a la conservación de recursos y a los problemas de seguridad y salud de los trabajadores (Dobilas y MacPherson, 1997). Algunas han creado departamentos de manejo de asuntos ambientales o diseñado responsabilidades ambientales dentro de la operación de las empresas subsidiarias (Gladwin, 1987 y Maxwell et al. 1995). Sin embargo, sus funciones se limitan a la codificación, interpretación y comunicación de actividades ambientales (v.gr. cursos e información sobre nuevas regulaciones), además de la coordinación de actividades y relaciones externas (Gladwin, 1987).

Aquí podemos decir que la influencia de las tendencias mundiales en materia ambiental se expresa en la adopción de la norma ISO 14000, además de algunos estándares ambientales de carácter internacional (v.gr. British Standard: BS 7750, Canadian Standard), en algunas empresas transnacionales, que tienen como principal preocupación el acceso a mercados donde se exige que los productos cumplan con requisitos mínimos de manejo ambiental. En México, esta tendencia cobra una importancia creciente en la medida que son cada vez más las empresas transnacionales que inician procesos de certificación en sus filiales mexicanas (ver anexo 4).

1.3 Nivel local - periférico

1.3.1 Tipo de aglomeración productiva

En los últimos años, los estudios sobre la industria maquiladora de exportación han documentado la existencia de empresas con diferentes dinámicas de operación. Desde empresas ensambladoras con bajos niveles tecnológicos y la utilización de mano de obra barata en sus procesos, hasta

unidades productivas que incorporan maquinaria automatizada y utilizan mano de obra calificada (González-Aréchiga y Ramírez, 1990).

De esta manera, se destaca la existencia de al menos dos formas de funcionamiento productivo que, en términos generales, muestran un cambio cualitativo en cuanto a sus niveles tecnológicos (Brown y Domínguez, 1989), modelos productivos (Wilson, 1992), formas de organización del trabajo (Carrillo y Ramírez, 1993) y niveles de aprendizaje industrial (Alonso y Carrillo, 1996).

Bajo esta tesitura, se han identificado periodos de referencia en los cuales tiende a predominar cierto tipo de empresas que, de acuerdo con los estudios citados van desde empresas ensambladoras hasta firmas de manufactura. En términos generales, estas investigaciones han ubicado los años de referencia para las empresas ensambladoras entre 1965 y 1985, 1985-1997 con dominio de las firmas manufactureras.⁶

Como empresas filiales transnacionales, cada modalidad supone formas de organización productiva diferenciadas que impactan el desenvolvimiento productivo de cada empresa. Así, los condicionamientos productivos de la red corporativa en los que se inscribe la acción de las filiales constituyen espacios de operación productiva, donde existe una imbricación entre los imperativos impuestos por las agencias globales y la forma en que las agencias locales los asimilan (Massey, 1984).

Como parte de estos condicionamientos productivos, en algunas empresas se observa la exigencia de requerimientos ambientales en la producción de su principal producto, lo cual constituye una manera de impulsar desde las matrices la incorporación de ciertos principios de comportamiento ambiental. En el caso de Tijuana, estos requerimientos se expresan con mayor intensidad en la industria electrónica, donde varias empresas filiales transnacionales se encuentran en proceso de certificación ambiental ISO 14000.

⁶Dentro de este último grupo, la industria electrónica es uno de los sectores donde abunda este tipo de empresas. Por sus características productivas (i.e introducción de tecnologías automatizadas, introducción de nuevas formas de organización, incremento en las actividades de proceso), estas empresas se colocan entre las que predominan en el sector maquilador manufacturero.

De esta manera, el tipo de aglomeración industrial es un elemento que condiciona el intercambio productivo y que, en un contexto de exigencias ambientales corporativas, constituye un punto de partida para la transferencia de principios de comportamiento ambiental.

Después de haber hecho una revisión de los principales aspectos presentes en cada nivel socioespacial, podemos decir que la articulación de cada uno de estos niveles influye en el comportamiento ambiental de las filiales transnacionales, articulación que adquiere diferentes matices y pautas de operación en el comportamiento productivo y ambiental al interior de cada empresa.

Por tal razón, aun cuando cada nivel socioespacial se encuentra presente en el comportamiento ambiental, cada empresa constituye un laboratorio distinto donde se asimila de manera diferente la articulación de los niveles propuestos. Así, el resultado de la articulación de los niveles socioespaciales se sintetiza en la generación de diferentes trayectorias de comportamiento ambiental en cada una de las empresas filiales en Tijuana.

Bajo estas circunstancias, es necesario el estudio de las trayectorias tomando como unidad analítica a la empresa filial en Tijuana, por lo que resulta conveniente exponer algunos elementos teóricos que expliquen la dinámica de su comportamiento ambiental a la luz de sus motivaciones económicas.⁷

2. La empresa como unidad de análisis

2.1 Perspectivas analíticas: la empresa Neoclásica y Evolutiva.

En este apartado se exponen los supuestos básicos de la escuela neoclásica y evolutiva que explican el comportamiento de la empresa como agente económico. Este apartado es importante para ubicar la perspectiva teórica que hemos elegido para explorar el comportamiento ambiental.

En la empresa neoclásica el comportamiento de los agentes se basa en la existencia de información perfecta acerca del conjunto de opciones que tienen a su alcance. Es decir, tienen

conocimiento exacto sobre las cantidades y precios de los factores productivos ofrecidos en el mercado donde su condición de agentes racionales los posibilita para elegir la opción que maximice su tasa de ganancia.

De esta manera, los supuestos de racionalidad ilimitada e información perfecta orientan las decisiones propias del comportamiento económico de los agentes. Según Hualde (1997) estos supuestos involucran la existencia de, al menos, cuatro consideraciones respecto a su comportamiento: a) percepción de los agentes de manera ahistórica; b) que éstos tengan las mismas posibilidades de elección racional, lo cual implica que sean iguales en el mercado; c) por lo cual, el papel concedido a las instituciones es dejado fuera de toda influencia sobre el comportamiento de los agentes económicos, y d) el intercambio productivo al ser dirigido por la racionalidad ilimitada elimina las condiciones de incertidumbre.

Por su parte, en la teoría evolutiva los agentes económicos actúan en un contexto donde no se cuenta con información perfecta respecto al conjunto de opciones posibles. Esto implica que la racionalidad de los agentes económicos sea limitada en cuanto a la disponibilidad de información. De esta manera, la actuación de los agentes se basa en la búsqueda de rutinas operativas a través del ensayo y error en contextos caracterizados por la incertidumbre (Nelson y Winter, 1982). Así, los factores de aprendizaje y el contexto de operación diferenciada de la empresa son importantes para entender su dinámica productiva. Ello plantea observar a la empresa como un lugar de aprendizaje productivo y de organización social (Dosi y Malerba, 1996).

En este sentido, el comportamiento ambiental y productivo de las empresas tiene lugar al amparo de dos fenómenos estrechamente relacionados: los procesos de aprendizaje acumulativo y el ambiente de selección de la firma. Los primeros, como resultado de las prácticas productivas y organizacionales y los segundos, como producto del desarrollo institucional (Nelson y Winter, 1982; Kemp, 1995 y Dosi, 1994a).

⁷ Hablamos de comportamientos económicos debido a que todo comportamiento ambiental expresado en acciones necesarias para proteger el medio ambiente se deciden con base en consideraciones de costo/beneficio.

Por estas razones, el comportamiento ambiental y productivo puede observarse desde dos líneas de pensamiento económico: la teoría económica neoclásica y la teoría evolutiva (Ver cuadro 1).

Cuadro 1

La empresa en diferentes contextos analíticos

Elementos	Neoclásicos	Evolutivos
Empresa	Abstraída del contexto socio organizacional.	Imbricada en su contexto socio organizacional
Decisiones Económicas	Determinística	Heurística-Sistémica
Supuestos	Racionalidad maximizadora de ganancias apoyada en la perfecta información de precios	Racionalidad limitada por el aprendizaje y su contexto de operación. (Path dependence)

Fuente: Elaboración propia con base en Nelson y Winter, 1982; Dosi y Marengo, 1994b y Dosi y Malerba, 1996

Desde nuestro punto de vista, los planteamientos de la teoría evolutiva se aproximan con mayor detalle a los requerimientos de nuestra argumentación básica, en la que sostenemos que las relaciones entre el comportamiento ambiental y productivo no se pueden explicar de manera monolítica y estática en el tiempo (como lo plantearían los supuestos básicos de la escuela neoclásica), sino que es una relación dinámica, dependiente de los procesos de aprendizaje y del contexto de operación diferenciados en cada empresa transnacional. La evolución de tecnologías ambientales se presenta como posibilidad (i.e a partir de su aprendizaje productivo), y por la necesidad sintetizada en su ambiente de selección (v.gr. rol de la empresa en su red corporativa, estrategia de reducción de costos, regulación ambiental, política del corporativo).

3. El aprendizaje como elemento clave de la evolución productiva

Como mencionamos anteriormente, la creación de conocimiento es una actividad que se basa en la existencia de condiciones de incertidumbre y ausencia de información relevante para facilitar la decisión. En respuesta, las firmas desarrollan procedimientos y rutinas internas útiles en la solución

de problemas operativos requeridas bajo ciertos contextos productivos que, con el paso del tiempo, encierran el grado de especialización productiva de cada empresa mediante el desarrollo de competencias específicas,⁸ imbricadas en procesos de aprendizaje dinámicos. Es decir, a través de pruebas de ensayo y error que les permitan mejorar su desempeño en el tiempo (Katz y Kosacoff, 1998).

En el ámbito productivo de la maquiladora electrónica, este desarrollo de rutinas ha implicado la creación de competencias para responder a exigencias productivas específicas, en función de diferentes contextos de operación donde los procesos de aprendizaje sobre las operaciones manufactureras han sido un factor clave para entender la evolución hacia nuevas modalidades productivas.

Por ello, los alcances del aprendizaje tecnoproductivo son un parámetro clave para distinguir diferentes momentos de la evolución productiva, que se manifiestan en la existencia de diferentes funciones de ingeniería, las cuales, para propósitos de este documento, muestran "los diferentes niveles de control y dominio sobre las características del producto y el proceso productivo en la manufactura" (Alonso y Carrillo, 1996); los cuales, por sus contenidos de conocimiento manufacturero, expresan la evolución de competencias en empresas filiales del tercer mundo.⁹

Así, cada momento evolutivo supone el desarrollo de competencias productivas acordes con mayores niveles de conocimiento manufacturero donde las funciones de ingeniería son el parámetro básico para ubicar los alcances del aprendizaje tecnoproductivo en empresas filiales electrónicas (Alonso y Carrillo, 1996). Estas funciones se definen a partir de lo que sus propios autores denominan como:

- 1) Ingeniería de procesos, cuya función es la de determinar las tareas que implica la producción de un bien.

⁸ Entendemos por competencias al conjunto de tareas productivas en las que se especializan los agentes productivos para desarrollar sus funciones operativas al interior de su red corporativa.

⁹ En el desarrollo de este documento, cuando hablemos de funciones de ingeniería nos referiremos al conocimiento manufacturero necesario para que las empresas realicen sus procesos productivos.

- 2) Ingeniería de producto-proceso, cuya tarea consiste en la obtención de mejoras en la manufacturabilidad del producto mediante rediseños incrementales del producto.
- 3) Ingeniería de diseño y desarrollo. Se trata de actividades de ingeniería para ajustar el producto a las variaciones en las especificaciones del mismo.
- 4) Investigación y Desarrollo. Constituye el nivel más alto de control y dominio sobre las características del producto, desde su diseño hasta su manufacturabilidad o diseño de procesos. Esta función representa la unificación de las actividades de proceso y producto en una misma unidad productiva.

De esta manera, las funciones de ingeniería representan formas crecientes de control y dominio sobre las características del proceso y del producto, y por tanto, representan también formas crecientes de conocimiento manufacturero que se expresan en la creación de competencias al interior de las empresas filiales transnacionales.

4. Evolución de competencias manufactureras en empresas filiales transnacionales

Una vez que hemos establecido los alcances del aprendizaje tecnoproductivo como un elemento clave de la evolución de competencias, es necesario discutir las características de los diferentes momentos evolutivos presentes en el comportamiento productivo de las empresas filiales electrónicas de Tijuana.

Con esa finalidad, en las próximas líneas exponemos los principales elementos de la evolución productiva en dos apartados. En el primero destacamos las características comunes presentes en cada momento evolutivo, a partir del conocimiento manufacturero que se asocia a cada ámbito de operación. En el segundo apartado exponemos los elementos que le otorgan un carácter diferenciado al funcionamiento productivo de las empresas, con base en los contenidos de conocimiento asociados a las características del producto.

4.1 Comportamiento productivo de empresas transnacionales por momentos de evolución.

4.1.1 Rasgos comunes

Bajo la óptica de evolución de competencias, los contenidos de conocimiento para ejecutar las labores manufactureras son importantes para entender su evolución industrial. Respecto al contenido de conocimiento que suponen las formas dominantes de operación manufacturera, Alonso y Carrillo (1996) y Hualde (1997) han planteado la existencia de tres momentos evolutivos en la trayectoria productiva de las empresas: intensificación del trabajo, intensificación en procesos e intensificación en procesos y productos.¹⁰ Para estos autores cada momento evolutivo supone el desarrollo de competencias productivas acordes con mayores niveles de conocimiento manufacturero, por lo que cada momento se presenta como niveles incrementales de aprendizaje tecnoproductivo (Alonso y Carrillo, 1996 y Contreras et al, 1997).

En esta línea de discusión, un primer momento evolutivo de la IME electrónica lo constituyen las empresas dedicadas al ensamble simple, donde la introducción de máquinas y herramientas tiene un bajo contenido tecnológico. La organización del trabajo y de la producción se sustenta del trabajo manual intensivo realizado por mujeres en una línea de producción continua y de tareas repetitivas (Iglesias, 1985 y Carrillo y Hernández, 1996). En esta etapa evolutiva, las labores administrativas y de trabajo manual son las únicas actividades asignadas a las agencias locales. Su estrategia competitiva se basa en el aprovechamiento de mano de obra barata, en función de mayores volúmenes de producción por trabajador (Alonso y Carrillo, 1996).

La existencia de un segundo momento evolutivo se asocia a la necesidad de incrementar los niveles de control del proceso productivo y elevar la calidad del producto. En esta etapa las empresas se orientan hacia procesos de manufactura y a introducción de tecnologías

¹⁰Por motivos de exposición, decidimos realizar algunos cambios nominativos respecto a las categorías empleadas por Alonso y Carrillo (1996) y Hualde (1997). Para el caso de las generaciones productivas, en este documento las entendemos como Momento Evolutivo I (Intensificación en el trabajo), Momento Evolutivo II (Intensificación en procesos) y Momento Evolutivo III (Intensificación en procesos y productos); que se

automatizadas en el proceso productivo se presenta como un detonador hacia nuevas formas de organización del trabajo (Carrillo, 1989 y 1990; Brown y Domínguez, 1989 y 1990). Una mayor participación del trabajador en el proceso productivo a través de la formación de círculos de calidad, la utilización de mano de obra calificada (técnicos e ingenieros), además de un aumento en el empleo masculino, son rasgos que caracterizan a esta nueva organización del trabajo (Carrillo y Hualde, 1990; Carrillo y Micheli, 1990; y Wilson, 1992).

Por su parte, en la línea de producción se promueve la ordenación de máquinas automatizadas en células que conjugan distintos procesos de un producto (Brown y Domínguez, 1990). En este tipo de empresas las agencias locales intervienen con mayor intensidad en los procesos mediante la aplicación de mayores niveles de conocimiento manufacturero. Por esta razón, su fuente competitiva radica en la eficientización de procesos vía la disminución de costos unitarios, mejoramiento de la calidad, control de inventarios y reducción de tiempos muertos en la línea de producción (Palacios, 1989 y González-Aréchiga y Ramírez, 1989).

El surgimiento de un tercer momento de evolución se ha concentrado en la existencia de unas cuantas empresas (Delphi-General Motors y el complejo Samsung). No obstante ha recibido atención por algunos investigadores, quienes han convenido en que la existencia de unas cuantas empresas es suficiente para iniciar la discusión de sus principales características (Hualde, 1997 y Carrillo y Hualde, 1997).

Este tipo de empresas se distinguen debido a que sus actividades de proceso y producto se unifican; es decir, realizan actividades de diseño, investigación y desarrollo desde la manufactura del producto hasta el diseño del mismo. Alonso y Carrillo (1996) han documentado que "el nivel tecnológico aumenta considerablemente (...) pero no por la adaptación de procesos automatizados, sino por la maquinaria (...) para el diseño de productos".

La organización del trabajo se realiza a partir de la conformación de equipos de alto nivel de capacitación técnica en funciones que privilegian "la creatividad en el diseño, creación y

corresponden con lo que ellos denominan intensificación del trabajo manual, Racionalización del trabajo y Conocimiento Intensivo, respectivamente.

manufacturabilidad de los productos y procesos". Las agencias locales realizan actividades que escapan al universo productivo del ensamble y la manufactura para convertirse en agentes dinamizadores dentro del diseño de productos y procesos. La fuente de competitividad radica en la disminución del tiempo en la realización de los proyectos, lo que incluye la reducción de costos de operación desde el diseño del producto hasta su manufactura (Alonso y Carrillo, 1996; Carrillo, 1993 y 1995). En el cuadro 2 se muestran las características asociadas a cada momento evolutivo, discutidas anteriormente.

Cuadro 2
Características generales por momentos de evolución para empresas electrónicas transnacionales de Tijuana.

Momentos evolutivos	Trabajo	Tecnología	Organización de la producción	Estrategia competitiva
I Intensificación del trabajo manual	a) Femenino b) Baja educación, sin capacitación c) Operaciones simples	a) Escasa b) Trabajo manual c) Herramientas simples	a) En línea por lotes b) Trabajo fragmentado	a) Bajos salarios y b) Disminución de costos administrativos
II Intensificación en proceso	a) Más personal masculino b) Justo a tiempo, círculos de calidad c) Operaciones críticas y polivalencia limitada d) Segmentación de la mano de obra.	a) Plantas de control numérico b) Robots c) Microscopios d) Herramienta más sofisticada	a) En línea o células b) Equipos de trabajo c) Líneas flexibles	Competitividad: a) Aumento de productividad y calidad en manufactura b) Reducción de costos unitarios, inventario y tiempos muertos.
III Intensificación en Diseño e Investigación	a) Predominio de profesionistas b) Trabajo de diseño y planeación c) Competencias múltiples	a) Diseño asistido por computadora. b) Sistemas en red	a) Estaciones de trabajo b) Máxima flexibilidad	Competitividad: a) Disminución de costos de operación, tiempo de implementación y manufacturabilidad

Fuente: Adoptado de Hualde, 1997.

4.1.2 Heterogeneidad productiva.

Es importante destacar que la identificación de rasgos comunes entre cada momento evolutivo no presupone un desarrollo lineal y unívoco de las empresas a través de cada fase. Alonso y Carrillo (1996) señalan que al interior de cada uno de estos momentos “existe una diversidad de empresas y productos que varían notablemente en cuanto al nivel de conocimientos requeridos por la actividad manufacturera y de ensamble; donde los niveles de conocimiento tienen que ver con la naturaleza del producto y el tipo de procesos utilizados (Alonso y Carrillo, 1996:51).

En esta sección reflexionamos acerca de la influencia que ejerce la naturaleza del producto en las funciones de ingeniería. En especial, analizamos sus diferentes niveles de complejidad y diferenciación que condicionan la existencia de conocimientos manufactureros necesarios para su producción.

4.1.3 Niveles de conocimiento manufacturero y características del producto

Las características del producto definen diferentes niveles de complejidad y diferenciación que se asocian a diferentes niveles de conocimiento manufacturero. Por ejemplo, un producto más complejo requiere de mayores conocimientos manufactureros en virtud del número de componentes y niveles de calidad involucrados, lo cual, a su vez, implica una mayor complejidad en las tareas de manufactura (Alonso y Carrillo, 1996), mientras que mayores niveles de diferenciación demandan la existencia de conocimientos especializados para manufacturar un producto bajo ciertas condiciones de calidad.

Desde el punto de vista de la transferencia productiva, la existencia de diferentes niveles de complejidad y diferenciación tienen implicaciones claves para observar los alcances del aprendizaje tecnoproductivo. No es lo mismo trasplantar procesos para elaborar productos donde los niveles de complejidad y diferenciación varían muy poco (como en el caso del ensamble simple), que adaptar procesos de manufactura donde constantemente se requieren hacer ajustes en las líneas de

producción. En esta última, la capacidad de los ingenieros requiere un mayor contenido de conocimientos manufactureros para cumplir con las escalas de producción exigidas, tanto en número como en calidad del producto.

Así, por su influencia en la determinación de contenidos de conocimiento, los niveles de complejidad y diferenciación son claves para ubicar los niveles de control y dominio sobre los procesos manufactureros presentes en cada momento evolutivo. El cuadro 3 nos muestra un modelo hipotético para ubicar los momentos de evolución de una empresa, dados diferentes niveles de complejidad y diferenciación del producto.

Por ejemplo, si una empresa elabora productos de baja complejidad y baja diferenciación, los contenidos de conocimiento manufacturero son muy elementales. En función de estas características del producto ubicaríamos a la empresa en su primer momento evolutivo, es decir, con jornadas intensivas en trabajo y labores de ensamble simple que requieren bajos niveles de conocimiento manufacturero para su implementación.

Por su parte, si un producto requiere un mayor número de componentes y exigencias de calidad crecientes (i.e de alta complejidad), acompañados de niveles altos de diferenciación, entonces los requerimientos de producción exigen la existencia de mayores niveles de control y dominio sobre las características del producto y del proceso, para cumplir con estos niveles de complejidad y diferenciación. En esta coyuntura, el contenido de conocimientos manufactureros se ubica en lo que para nosotros constituye el tercer momento evolutivo.

Cuadro 3
Niveles de Complejidad y Diferenciación del producto por Momento Evolutivo

Características del producto	Diferenciación		
	Baja	Media	Alta
Alta	2 ^a	2 ^a - 3 ^a	3 ^a
Media	1 ^a - 2 ^a	2 ^a	2 ^a -3 ^a
Baja	1 ^a	1 ^a -2 ^a	2 ^a

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis agregado de trayectorias productivas.

Tenemos entonces que a diferentes niveles de complejidad y diferenciación se asocian diferentes exigencias de conocimiento manufacturero donde los movimientos entre cada nivel provocan cambios de un momento evolutivo a otro; es decir, el desarrollo de competencias productivas específicas correspondientes a un nivel dado de conocimiento manufacturero que se asocia a un momento de evolución, el cual se expresa mediante la existencia de diferentes funciones de ingeniería al interior de una empresa filial (ver cuadro 4).

Cuadro 4

Niveles de conocimiento manufacturero y características del producto por momentos de evolución productiva.

Momento Evolutivo	Función de ingeniería	Características del producto	
		Complejidad	Diferenciación
I	Ingeniería simple	Baja	Baja
II	Ingeniería de procesos y producto	Alta	Baja
		Baja	Alta
III	Diseño, Investigación y Desarrollo	Alta	Alta

Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 3 y en el apartado 3.

5. Comportamiento Ambiental de empresas filiales transnacionales

En este apartado nos interesa exponer la asociación entre el comportamiento productivo de una empresa transnacional y la aplicación de tecnologías ambientales con base en la construcción dinámica de capacidades productivas, amparadas en los alcances del aprendizaje tecnoproductivo. Así, el nivel de conocimiento manufacturero y la lógica organización (que expresa el rol de la empresa filial dentro de la red corporativa mediante su estrategia de reducción de costos), son los basamentos presentes en cada momento evolutivo.

Con esa finalidad, en primer lugar se presentan de manera sucinta los supuestos de los que partimos para explicar la introducción de tecnologías ambientales en empresas electrónicas transnacionales. En segundo lugar, hacemos una caracterización de las tecnologías ambientales (TA) utilizadas por las empresas electrónicas filiales. Con esta finalidad discutimos la definición de TA, las identificamos y clasificamos a partir de las categorías propuestas por Skea (1995:390). En seguida presentamos los elementos que asocian el comportamiento productivo y ambiental, tomando como base el rol de la filial dentro de la red corporativa y los niveles de conocimiento manufacturero asociados a cada momento de evolución. Por último discutimos los diferentes

niveles y/o escalas de conocimiento manufacturero asociados a cada tipo de tecnología ambiental, correspondientes a cada momento evolutivo.

5.1 Tecnologías Ambientales utilizadas en empresas filiales electrónicas

5.1.1 Definición de tecnologías ambientales y sus principales diferencias

Definimos las tecnologías ambientales como aquellas a través de las cuales se opera, planea o transforma la problemática ambiental derivada de la actividad económica. Éstas se dividen en dos grupos básicos: tecnologías de control y tecnologías de prevención (Skea, 1995 y US EPA, 1997). Las primeras también se conocen como de final de chimenea (end-of-pipe), mientras que las segundas reciben denominaciones que abarcan desde clean technologies hasta green technologies.

Las tecnologías de control (end-of-pipe) consisten en equipo que puede ser incorporado a los procesos industriales existentes para mitigar las consecuencias ambientales de su operación (Skea, 1995:389), mientras que las tecnologías de prevención se refieren al uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la generación de contaminantes o residuos en su fuente de origen (US-EPA, 1997). Ello se logra por medio de cambios económicos en la producción, el diseño y la manufacturabilidad del producto (US EPA/SEMARNAP, 1996).

Diferencias entre tecnologías ambientales

a) *Temporalidad de aplicación.*

Una de las diferencias más importantes entre estos tipos de tecnología es su temporalidad de aplicación; mientras que las tecnologías de control son implementadas después de que los residuos han sido generados por la actividad productiva, las tecnologías de prevención se aplican con la finalidad de reducir el flujo de residuos antes de que sean generados. Así, entre ellas media un aspecto de decisión básico respecto a los residuos inherentes a cualquier actividad productiva: determinar lo que se debe hacer una vez generados (end-of-pipe), o bien prevenir su generación (clean technologies).

b) Estrategia de costos y tipo de manejo ambiental

Las tecnologías de prevención pueden reducir los costos mediante el uso eficiente de la materia prima y disminuir los costos asociados con el control de la contaminación, al mismo tiempo que ayudan a proteger el medio ambiente y reducir los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores (Skea, 1995; US EPA/SEMARNAP, 1996, y US EPA, 1997). En virtud de que las empresas buscan disminuir sus costos asociados con sus obligaciones ambientales, la aplicación de este tipo de tecnologías implica una búsqueda de mejoramiento en su desempeño ambiental, que resulta en un comportamiento ambiental proactivo (Skea, 1995).

Por el contrario, la instrumentación de tecnologías de control se asocia con el incremento en los costos por manejo de residuos. Desde esta perspectiva, el comportamiento ambiental de las empresas es reactivo respecto a su aplicación, debido a que son implementadas con la finalidad de cumplir sus obligaciones legales (Skea, 1995).

c) Oportunidades de aplicación

Según la US EPA/SEMARNAP (1996), las acciones para prevenir la contaminación son básicamente tres: a) cambio de materiales; b) cambios en el diseño de procesos e incorporación de tecnologías recientes que aumenten la eficacia o reduzcan la cantidad de contaminantes, y c) mejoramiento de las prácticas de operación. Por su parte, la aplicación de las tecnologías de control implican el manejo, la disposición y el tratamiento de residuos, lo que significa que existe un traslado de los contaminantes de un ambiente a otro (Skea, 1995). En el cuadro 5 se muestran en forma resumida las principales diferencias entre tecnologías de control y prevención, discutidas en líneas anteriores.

Cuadro 5
Principales diferencias entre tecnologías ambientales.

Aspectos principales	Tecnologías de Control	Tecnologías de Prevención
Temporalidad de aplicación	Después	Antes
Decisión sobre los residuos	Lo que se debe hacer una vez generado	Evitar que se generen
Implicaciones de costos	Elevan los costos por disposición	Reducen costos mediante el uso eficiente de materias primas y el mejoramiento en el control de residuos
Manejo ambiental	Reactivo	Proactivo
Oportunidades de aplicación	a) Tratamiento de residuos b) Reciclaje fuera del sitio del trabajo.	a) Cambio de materiales b) Cambio en diseños de proceso c) Mejoramiento de prácticas de operación

Fuente: Elaboración propia con base en Skea, 1995; US EPA/SEMARNAP, 1996, y US EPA, 1997.

5.1.2 Tipología de tecnologías ambientales.

La división de las tecnologías ambientales en tecnologías de control y prevención, si bien es cierto que es ilustrativa para distinguir sus diferencias operativas, resulta de poca utilidad cuando nos aproximamos a las diferentes aplicaciones tecnológicas en ámbitos de operación específicos. Por ello es necesario distinguir varias categorías de tecnologías ambientales que pudieran encontrarse entre las tecnologías de control y prevención (Ver cuadro 6).

A partir de esta consideración, Skea (1995) plantea la existencia de varias clases de tecnología, dependiendo del contexto y/o circunstancia en los que se implementa las tecnología ambientales. Por ejemplo, pueden aplicarse fuera o dentro de la empresa, pueden estar asociadas a productos o procesos, o bien se pueden distinguir entre tecnologías que reducen los residuos y aquellas que reducen las emisiones.

A partir de esta tipología, clasificamos las tecnologías ambientales en las empresas filiales electrónicas mediante el establecimiento de tres elementos básicos: a) la descripción de procesos de manufactura comunes a las plantas visitadas, b) la identificación de puntos críticos de generación de residuos y c) la descripción de la forma en que son tratados y manejados los residuos.

Cuadro 6
Clasificación de tecnologías ambientales para empresas filiales electrónicas de Tijuana

Grupo de tecnologías ambientales	Tecnologías ambientales observadas	Definición
Tecnologías de control (end-of-pipe)	Control de emisiones	Conducción de humos y vapores generados en proceso
	Manejo de residuos Segregación de materiales (cartón y plásticos) Monitoreo	Disposición de residuos sólidos y peligrosos Separación de cartones y plásticos para venderlos a empresas recicladoras Seguimiento de datos estadísticos sobre cantidad de residuos generados
Tecnologías de Prevención "Clean Technologies"	Control en proceso	Prácticas y técnicas para minimizar la corriente de residuos durante el proceso. Minimización de residuos a través de reuso de materiales recuperados del flujo de residuos
	Control en producto y proceso	Reducción de Scrap Reciclaje Rediseño de procesos y producto Minimización de residuos desde el diseño del proceso y producto

Fuente: Elaboración propia con base en Skea (1995) y en visitas a plantas maquiladoras durante mayo-julio de 1998.

5.1.3 Supuestos básicos

- Cualquier actividad que tenga como objetivo la protección ambiental tiene un costo económico externo a los gastos normales de una empresa.

- b) Las decisiones sobre la implementación de tecnologías ambientales son consideradas en términos de su impacto sobre los costos de producción.
- c) En el mediano plazo, el costo ambiental se considera como un costo fijo dentro de los costos administrativos.
- d) Los actores económicos (en este caso los gerentes de planta, de producción y del medio ambiente) deciden en función de una racionalidad limitada, según la cual el aprendizaje tecnoproductivo y la naturaleza de su relación con su red corporativa son elementos importantes en sus decisiones.¹¹

5.2 La filial en su red corporativa: momentos evolutivos y lógica organizacional

En empresas del primer momento evolutivo, el cliente pone la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, mientras que la empresa filial se encarga de ensamblar los productos y manejar las cuestiones administrativas ligadas al funcionamiento de la empresa (i.e pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos).¹² En este caso, el tipo de relación establecida se sustenta en el pago por producto ensamblado, el cual constituye su fuente principal de ingreso para mantener las labores administrativas y después de un límite de producción, constituye su principal fuente de ganancias. En este sentido, la estrategia de ganancias de la empresa se basa en la disminución de costos administrativos (v.gr. vía la utilización de mano de obra barata) y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible. En este contexto, la implementación de tecnologías ambientales eleva los costos administrativos, principal fuente de ganancias. Por ello, este tipo de empresas tiende a tener de cero a un mínimo control y monitoreo.

¹¹En especial nos referimos al tipo de relación que las empresas filiales establecen con sus principales clientes o con su casa matriz. Como veremos, en nuestra investigación se identifican al menos cuatro tipos de relaciones, en escala ascendente según su independencia de operación: Shelter, subcontratista manufacturero, filial transnacional y empresa matriz. Estos tipos de relaciones determinan los contextos específicos de operación para cada una de las empresas visitadas.

¹² Comúnmente se refiere a empresas que actúan como Shelter o de subcontratación manufacturera.

Por su parte, las empresas ubicadas en el momento II son filiales de empresas corporativas que realizan labores de manufactura, en las que el tipo de relación se basa en la asignación de un presupuesto financiero para realizar sus operaciones, que se fundamentan en el diseño de procesos sobre bocetos de producto provenientes de la casa matriz.

En este caso, la fuente de ganancias la constituyen, generalmente, la reducción de costos administrativos (v. gr. vía utilización de mano de obra barata, principalmente) y la disminución del costo por unidad de producto (v. gr. vía la reasignación de tareas en línea, búsqueda de nuevas materias primas, tecnologías automatizadas, rediseños de producto para mejorar procesos e implementación de nuevas formas de organización). Ahora bien, debido a que la principal tarea de este tipo de empresas es el proceso de manufactura, su fuente competitiva radica en la eficientización de procesos, vía incrementos en la productividad y calidad del producto. Esto implica que la reducción de costos unitarios sea una parte importante de su fuente de ganancias y que la disminución de costos administrativos sea menos relevante.

En este contexto productivo, los costos del control ambiental son observados de una manera menos nociva respecto a su principal competencia (reducción de costos unitarios), debido a que el costo ambiental se redistribuye sobre la base del costo unitario, es decir, permite tolerar un mayor costo administrativo asociado con el control ambiental. Así, desde el punto de vista de los costos, existe una mayor capacidad por incorporar tecnologías de control ambiental, las cuales se ubican en la implementación de medidas que eficienten las actividades de proceso, con la finalidad de disminuir la cantidad de residuos generados durante el mismo. Por tanto, el tipo de tecnología ambiental asociada a este momento evolutivo es de control de residuos en proceso (final de chimenea). Por las implicaciones sobre el diseño de procesos, el conocimiento manufacturero de este tipo de empresas tiene que ver con las funciones de ingeniería de procesos y de procesos-producto.

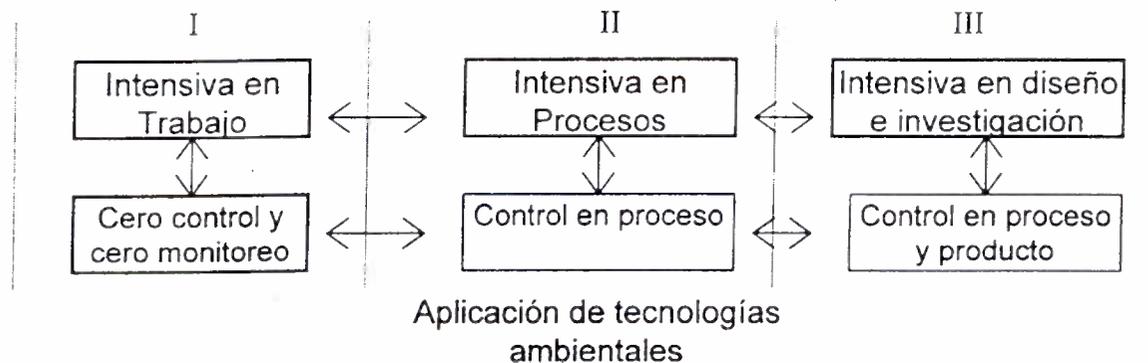
Esta situación marca una diferencia clave respecto a las empresas del momento I, donde los costos asociados al control ambiental inciden directamente en su principal fuente de ganancias

(i.e reducción de costos administrativos), mientras en este tipo de empresa los costos ambientales se redistribuyen sobre la base de los costos unitarios.

Por su parte, las empresas que se hallan en su tercer momento evolutivo han integrado a su funcionamiento las actividades de proceso y diseño de producto. Estas firmas funcionan como auténticas casas matrices, desde donde se produce y distribuye el producto. En esta coyuntura productiva, la principal fuente competitiva se sustenta en la disminución del tiempo en la realización de los proyectos,¹³ además de promover la reducción de todos los costos (i.e administrativos y unitarios) desde el diseño del producto hasta su manufactura. Bajo esta línea de argumentación, los costos asociados al control ambiental (como parte de los costos de administración) se reducen mediante el rediseño del producto para minimizar la generación de residuos y disminuir los costos por su disposición. La asociación entre los momentos evolutivos y la aplicación de tecnologías ambientales se presentan en el siguiente esquema:

Esquema 2

Asociación de momentos evolutivos y aplicación de tecnologías ambientales en empresas electrónicas transnacionales.

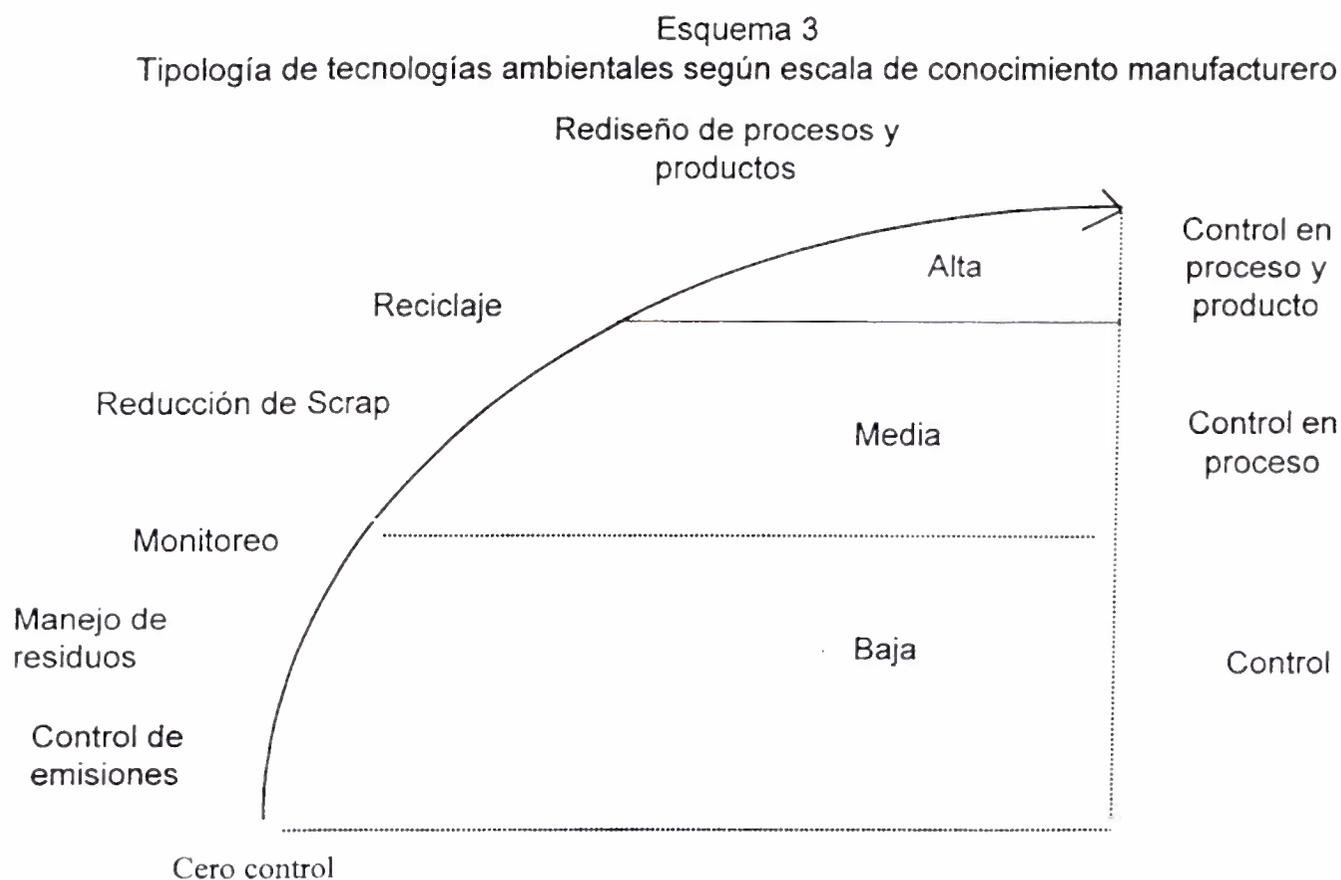


Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en el esquema 2, la sucesión de momentos evolutivos supone que la introducción de tecnologías ambientales se asocia a diferentes niveles de conocimiento manufacturero y estrategias de reducción de costos, dado por rol de la empresa filial dentro de su red corporativo expresado a través de las funciones productivas que realiza (ensamble simple, manufactura e investigación y desarrollo).

5.2.1 Escalas de conocimiento manufacturero por tipos de tecnología ambiental

Por lo dicho anteriormente, la trayectoria ambiental de las empresas transnacionales evoluciona en tres fases operativas: a) cero control y cero monitoreo b) tecnologías de control en proceso y c) tecnologías de prevención en proceso y producto, correspondientes a cada momento evolutivo. En este sentido, cada nivel de tecnologías ambientales se asocia a diferentes niveles de conocimiento manufacturero. Por este motivo, cada tipo de tecnología ambiental expresa diferentes escalas de vinculación con el conocimiento manufacturero (ver esquema 3).



Fuente: Adaptación propia sobre la base de Skea (1995).

De esta manera, decimos que en la escala baja se encuentran las tecnologías que por su naturaleza podemos considerarlas como típicas de final de chimenea y cuya aplicación se vincula con bajos o nulos niveles de conocimientos manufactureros. En una escala media se ubican las

¹³Es decir, el tiempo que media entre el diseño del producto y su manufacturabilidad en la línea de producción.

tecnologías ambientales que para su aplicación demandan la existencia de conocimientos manufactureros. En la escala más alta se encuentran las tecnologías ambientales que tratan de disminuir la contaminación desde su fuente de origen, y que en su instrumentación requieren de niveles altos de conocimientos sobre el diseño del producto y su manufacturabilidad.

Reflexiones finales

En el primer momento evolutivo el control ambiental va directamente a los costos administrativos, principal fuente de ganancias, por lo que, desde el punto de vista de sus costos y beneficios este tipo de empresas tenderán a no aplicar tecnologías de control ambiental. En el segundo momento evolutivo, los costos de control ambiental elevan los costos administrativos, pero éstos se distribuyen sobre la base de los costos unitarios, vía ahorros en actividades de proceso. En este sentido, desde el punto de vista de los costos, la firma tiene la posibilidad de introducir tecnologías de control durante el proceso. Por último, en las empresas del tercer momento evolutivo los costos de control ambiental son disminuidos desde el diseño del producto hasta su manufacturabilidad, tratando de reducirlos como costos fijos de administración. Esto es, tratan de eliminar el control de final de chimenea desde el diseño del proceso. Por esta razón, la aplicación de diferentes clases de tecnología se vincula con diferentes niveles de conocimiento manufacturero que posibilitan u obstaculizan la introducción de tecnologías ambientales.

En función de estas consideraciones, dos condiciones se asocian a la introducción de los diferentes tipos de tecnología ambiental: la estrategia de reducción de costos, implícita en el rol de la filial en su red corporativa (relación productivo organizacional), y la existencia al interior de las plantas de diferentes contenidos de conocimiento manufacturero (ver cuadro 7). En otras palabras, la introducción de tecnologías ambientales se asocia directamente con la evolución de competencias productivas desarrolladas por las empresas filiales electrónicas de Tijuana.

Cuadro 7
Evolución de competencias manufactureras y tecnología ambiental en empresas filiales electrónicas

Momento Evolutivo	Escala	Estrategia de costos	Función de ingeniería	Tecnología ambiental
I	Baja	Eficientizar costos administrativos	Ingeniería simple	Cero control y cero monitoreo
II	Media	Eficientizar costos por proceso	Ingeniería de Procesos y Proceso-producto	Control en proceso
III	Alta	Eficientizar costos por proceso y producto	Diseño Investigación y Desarrollo	Control en procesos y producto

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusión del capítulo

Nuestra propuesta teórica en este capítulo tiene como base la existencia de diferentes niveles de conocimiento y rol diferenciados de la empresa en su red corporativa como elementos importantes para entender el comportamiento ambiental de las empresas filiales electrónicas. Sin embargo, existen otros elementos que influyen en el fenómeno que se ubican en diferentes niveles de socioespacialidad que convergen al interior de las empresas de manera diferenciada, produciendo diferentes trayectorias productivas y ambientales. Por esta razón, este planteamiento que asocia momentos evolutivos en lo productivo y ambiental, no se basa en una propuesta determinística (como decir que la aplicación de una o cual tecnología pasa necesariamente por la adquisición de determinados conocimientos manufactureros), sino más bien está sujeto a contextos específicos que resultan en comportamientos ambientales diferenciados. Por tanto, se trata de tipos ideales cuyo fin es servir de instrumento para reconstruir la lógica sobre la que operan realmente las empresas, cuyo análisis nos permita identificar los factores involucrados en la selección e implementación de tecnologías ambientales que enriquezcan el contexto de decisiones productivas y ambientales propuestas por el modelo hipotético planteado en este capítulo.

Capítulo II

Momentos Evolutivos y Trayectorias Productivas

Introducción

La mayor parte de los estudios analizan el comportamiento productivo de las empresas en momentos estáticos, sin considerar los aspectos dinámicos que influyen sobre su desenvolvimiento productivo. Tal vez ello se deba a que en la dinámica productiva se suceden diferentes realidades; unas a otras entonando variaciones inmersas en su naturaleza cambiante. De tal suerte que, cuando logramos aproximarnos a su explicación, nuevas circunstancias surgen en el horizonte, alterando el grado de comprensión sobre su comportamiento. Por ello, no es fácil llevar a cabo un análisis que considere la dinámica productiva en cada fase o momento de evolución.

Sin embargo, es necesario y hasta indispensable considerar el comportamiento de los fenómenos desde una perspectiva dinámica. En este sentido, es importante definir un parámetro que permita ubicar los diferentes momentos o fases de desenvolvimiento en una perspectiva móvil, sin perder de vista el movimiento de otras variables que pueden ser importantes en el desarrollo del fenómeno.

Guiados por esta preocupación, en este capítulo nuestra inquietud central es observar la evolución de competencias, utilizando como parámetro central los alcances del aprendizaje tecnoproductivo. La manera de operacionalizarlo es a través de la identificación y clasificación de funciones de ingeniería presentes en cada momento de evolución productiva. El instrumento utilizado se deriva de la investigación realizada por Alonso, Contreras y Kenney (1996) y Alonso y Carrillo (1996) en sus estudios sobre el impacto de las transnacionales en el desarrollo de la región fronteriza.

En este contexto, el capítulo tiene por objetivo validar empíricamente la diferenciación productiva asociada a cada momento de evolución, no como una sucesión de fases crecientes o decrecientes sino como la coexistencia de diferentes fases al interior de la industria maquiladora de

exportación. Por ello hemos decidido dividirlo en dos secciones; la primera se subdivide en cuatro apartados que tienen por objetivo general la ubicación de las características productivas de las empresas visitadas. Así, primero presentamos los rasgos generales que distinguen al grupo de empresas visitadas. En seguida, a partir del procesamiento de datos del trabajo de campo, mostramos las actividades asociadas con la *función de ingeniería* para distinguir cada momento de evolución. Por último, mostramos las empresas que nos servirán como unidad analítica, tanto para caracterizar cada momento evolutivo como para identificar las trayectorias de cambio entre un momento y otro. Aquí se discute sobre la temporalidad específica de las trayectorias productivas de cada una de las empresas.

Una vez ubicadas las variables críticas para definir cada momento evolutivo, en la segunda sección de este capítulo caracterizamos su existencia, teniendo en cuenta los resultados del trabajo de campo. En seguida de cada momento evolutivo discutimos los momentos críticos de transición, destacando tres elementos que consideramos importantes: factores, medios e implicaciones del cambio productivo. Concluimos este capítulo destacando los elementos que distinguen a los diferentes momentos de evolución productiva, además de los factores presentes en las fases de transición de un momento a otro.

Primera Sección: Rasgos generales y definición de variables críticas en cada momento evolutivo

1.1 Características generales de las plantas visitadas

Debido a que no existen datos disponibles por empresa sobre la evolución productiva y la adecuación de tecnologías ambientales en la industria maquiladora electrónica, se realizaron entrevistas en profundidad y se levantó un cuestionario con gerentes de planta y encargados del área ambiental. La muestra abarcó un total de 12 plantas que, de acuerdo con el directorio de la Asociación de la Industria Maquiladora, pertenecen en su totalidad a la rama de aparatos electrónicos y equipo (Rama 54). De las plantas visitadas, seis fueron creadas durante la década de los ochenta; cinco iniciaron operaciones entre 1991 y 1994 mientras que una fue fundada en 1996. A excepción de una planta que tiene participación de capital nacional, el resto son completamente extranjeras. Entre éstas predomina la participación del capital de Estados Unidos (58%), seguido por Inglaterra, Japón y Taiwan (17.1%, 16.6% y 8.3%, respectivamente). El principal mercado al que destinan parte o la totalidad de su producción es hacia Estados Unidos (80%), acompañado de América Latina (15%) y Europa (5%). En promedio, 42% tienen menos de 300 trabajadores y el resto menos de 1000. En el cuadro 8 podemos observar los principales productos fabricados por estas empresas.

Cuadro 8

Principales productos por empresa

Empresa	Producto
A	a) Ensamble de placas de circuitos integrados b) Transistores de potencia c) Módulos de radio frecuencia
B	Ensamble de fuentes de poder
C	a) Ensamble de placas de circuitos integrados b) Generador automotriz.
D	Ensamble de fuentes de poder
E	Arneses con tela de sensores de rayos laser.
F	Balastras electrónicas
G	Tableros de silicon para aparatos eléctricos y electrónicos
H	Transformadores eléctricos
I	Ensamble de fuentes de poder ininterrumpibles
J	Ensamble de televisores
K	a) Paquetes de microonda b) Radio frecuencia c) Paquetes de fibra óptica d) Bases de cerámica para semiconductores y circuitos eléctricos
L	Ventiladores para fuentes de poder

1.2 Eventos críticos para distinguir cada momento evolutivo

Los criterios para distinguir cada momento evolutivo se basan en la identificación y clasificación de funciones de ingeniería, como parámetros de medición del aprendizaje tecnoproductivo. En el procesamiento de datos, su identificación se deriva de las actividades más importantes consideradas por cada una de las empresas (cuadro 9), que fueron tomadas de los trabajos de Alonso, Contreras y Kenney (1996). Así, consideramos las actividades relacionadas con las funciones básicas de ingeniería: proceso, diseño e investigación y desarrollo.

En cuanto a la distinción entre los momentos I y II, se considera como evento crítico la actividad de ingeniería de procesos, así como las actividades que tienen relación con su desenvolvimiento: certificación ISO 9000, adquisición de materias primas y la adaptación y rediseño incremental de productos. Para distinguir el momento III, la aparición de actividades relacionadas con el diseño del producto, la investigación y desarrollo de nuevos procesos y productos son los eventos críticos para diagnosticar la existencia de este momento evolutivo.

Además, consideramos las formas de organización del trabajo como eventos asociados con las principales actividades productivas. Ello debido a que facilitan las actividades manufactureras y permiten el desarrollo de las capacidades ingenieriles al interior de los procesos productivos (cuadro 10).¹⁴

¹⁴ Esta distinción es clave para diferenciar entre empresas ensambladoras y de manufactura. En este sentido, las formas de organización permiten diferenciar la existencia de fases de desarrollo: distinción entre los momentos I y II.

Cuadro 9
Actividades más importantes por Momentos Evolutivos.

Momentos Evolutivos	Actividades más importantes
I	a) Ensamble básico b) Producción por lotes
II	a) Rotación de tareas b) Sistema de control en tiempo real de proceso (SCTRP) c) Capacitación a gerentes y empleados d) Certificación ISO 9000 e) Adaptación y Rediseño de procesos f) Adquisición de materias primas g) Adaptación y rediseño incremental de productos
III	h) Fabricación y diseño de componentes i) Diseño del producto j) Gestión financiera k) Investigación y Desarrollo

Fuente: Elaboración propia con base en el procesamiento de información del cuestionario 1 (véase el anexo 3).

Cuadro 10
Organización del trabajo por Momentos Evolutivos.

Momento Evolutivo	Formas de organización
I	a) Tiempos y movimientos b) Producción por lotes
II y III	a) Control Estadísticos de procesos b) Justo a tiempo (JIT) en inventarios c) JIT en procesos d) Multicalificación e) Manufactura Celular f) Círculos de Calidad g) Equipos de trabajo h) Descentralización en el piso i) Unidades de negocio j) Reducción de scrap

Fuente: Elaboración propia con base en el procesamiento de información del cuestionario 1 (ver anexo 3).

Estos eventos críticos son importantes para distinguir la aparición de cada momento evolutivo en la trayectoria productiva de una empresa. Con la atención puesta en las variables que mencionamos anteriormente, en las próximas líneas ubicaremos cronológicamente la sucesión de momentos evolutivos para cada una de las empresas consideradas.

1.3 Unidades básicas de análisis y temporalidad por grupo de trayectorias productivas

Con la finalidad de definir las unidades básicas, hemos revisado cronológicamente los principales aspectos productivos ocurridos en las empresas visitadas (véase anexo 1). Fijamos nuestra atención en sus actividades más importantes y las formas de organización del trabajo. Así, construimos las trayectorias productivas de cada empresa por momento evolutivo.

Como se puede observar en el esquema 4, de las doce empresas analizadas, siete se encuentran o han pasado durante su vida productiva por el momento I, once han iniciado o pasado alguna vez por el momento II, siete se encuentran en momentos de transición (I-II y II-III), mientras que una ha evolucionado desde el momento I hasta el momento III (empresa L).

Para caracterizar cada grupo de empresas tomaremos aquellas que durante su vida productiva pasaron por algún momento evolutivo. En la medida que se cuente con información sobre el momento la anexaremos para caracterizarlo,¹⁵ mientras que para realizar el análisis de trayectorias de cambio nuestra unidad de análisis serán las empresas que hayan transitado en su vida productiva de un momento evolutivo a otro (i.e I-II y II-III).

¹⁵ Aquí es importante señalar que a partir de los datos de la entrevista en profundidad y de los cuestionarios se reconstruye la vida productiva de cada una de las empresas. Sin embargo, en casi todas las entrevistas se particulariza en información actual sobre su funcionamiento productivo, por lo cual en algunas no es posible encontrar elementos puntuales de su pasado, necesarios para caracterizar cada momento de evolución.

Esquema 4
Trayectorias por Momentos Evolutivos

Trayectoria Productiva	Empresas	Momentos evolutivos
1	A	I
2	B, C, D	I → II
3	E, F y G	II
4	H e I	I → II → III
5	J y K	II → III
6	L	I → II → III

Fuente: Elaboración propia con base en la reconstrucción de trayectorias de vida productivas (véase el anexo1).

A partir del esquema anterior se identifican seis trayectorias básicas:

Trayectoria 1. Se ubican las empresas que iniciaron actividades y permanecen dentro de las características del momento evolutivo I. Como se observa, de las plantas visitadas la única que se encuentra en esta situación es la planta A.

Trayectoria 2. Son empresas que nacieron en el momento I y que han transitado hacia el momento II. Aquí, las empresas visitadas B, C y D se encuentran bajo esta trayectoria.

Trayectoria 3. Aquí se incluyen empresas que por sus características productivas nacieron en el momento evolutivo II y que hasta la fecha han permanecido en esta fase productiva. Nos referimos a las plantas E, F y G.

Trayectoria 4. Abarca empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I y que actualmente se encuentran transitando hacia el momento III. Es el caso de las empresas H e I.

Trayectoria 5. Se ubican las empresas que iniciaron su vida productiva en el momento II y que han transitado hacia el momento III. Es el caso de las empresas K y J.

Trayectoria 6. Aquí se ubican las empresas que han transitado por los tres momentos evolutivos. La empresa L es la única que se encuentran en esta situación productiva.

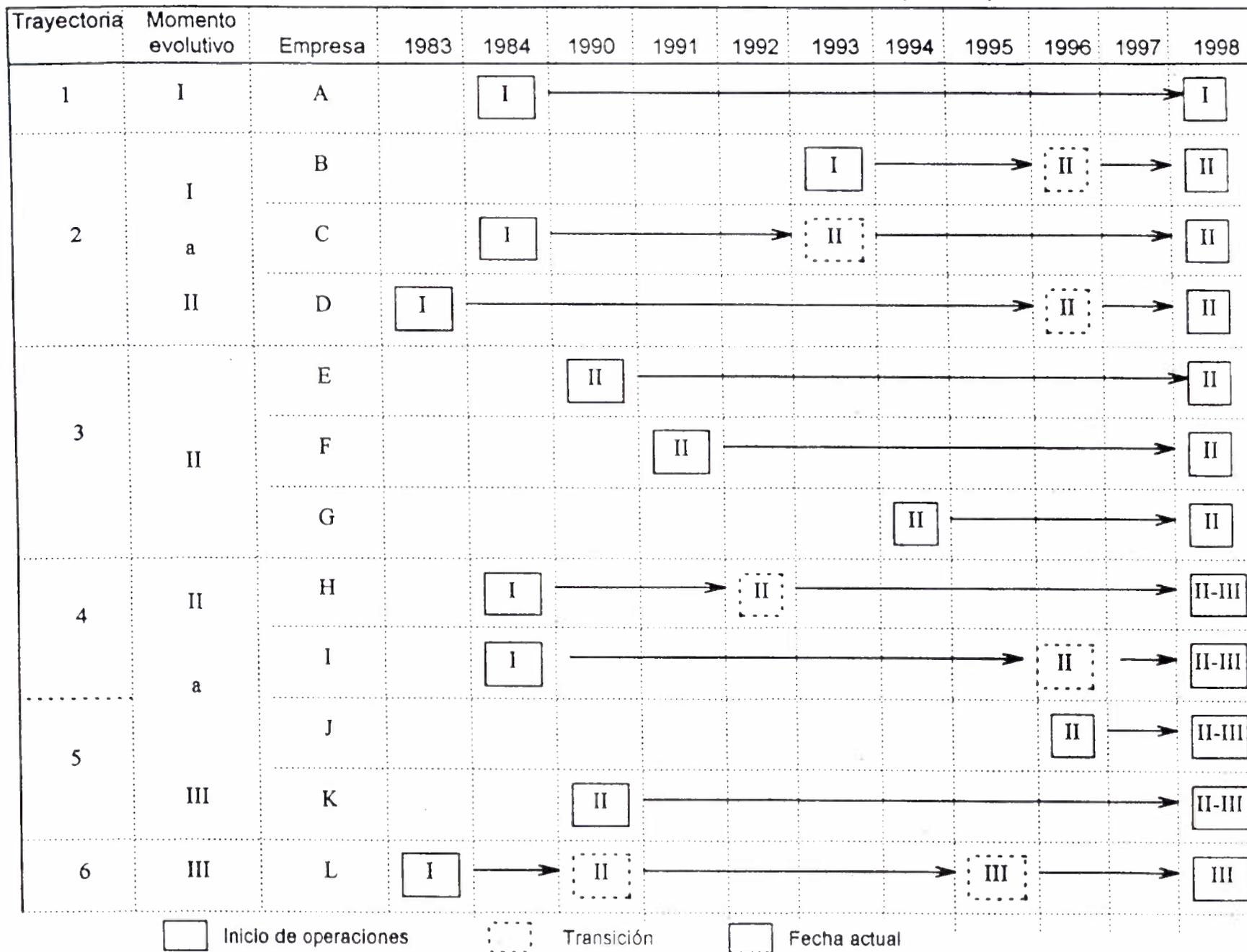
Hasta aquí hemos ubicado las trayectorias por momento evolutivo, pero ésta es una presentación agregada de trayectorias productivas que no refleja su aparición cronológica, por lo que es necesario discutir la temporalidad específica de cada trayectoria por empresas con la finalidad de observar su evolución productiva. Al respecto, es importante destacar que las empresas consideradas en cada momento evolutivo han entrado en cada fase de manera diferente en el tiempo. Con esa finalidad, el esquema 5 muestra la evolución temporal de cada una de las empresas por tipo de trayectoria.

Aquí podemos observar que las empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I aparecen desde principios de los ochenta (trayectorias 1, 2, y 5). El cuadro también ilustra que las plantas del momento II se concentran entre 1990 y 1996 (trayectorias 2, 3 y 4) mientras que la planta del momento III inicia operaciones desde 1983 (trayectoria 6). El esquema también muestra que las trayectorias 1 y 3 no han evolucionado hacia otros momentos desde su fundación; se trata de empresas que han permanecido en el momento I y II prácticamente desde el inicio de sus actividades productivas.

Este tipo de aglomeración productiva confirma, guardando las proporciones del tamaño de muestra, el predominio de empresas manufactureras desde mediados de los ochenta y su consolidación desde 1990, identificadas por Brown y Domínguez (1989), Wilson (1992) y Alonso y Carrillo (1996).

Esquema 5

Mapa cronológico de momentos evolutivos por empresa



Fuente: Elaboración propia con base en anexo 1

De este conglomerado de empresas es importante señalar la temporalidad de los fases críticas de transición de un momento a otro. En este caso, las transiciones del momento I al II han tenido lugar entre 1993 (planta C) y 1996 (planta B y D); mientras que el momento crítico de transición entre II y III ha ocurrido en el periodo 1997-1998 (plantas I, J y K). Aquí, la excepción es la planta H, que inició su transición desde 1992. Por trayectoria evolutiva, la aparición cronológica de transiciones I-II y II-III es importante porque muestra una progresión en el contenido de conocimiento manufacturero en una perspectiva dinámica.

En términos generales el esquema 5 nos muestra la coexistencia diferenciada de distintos momentos evolutivos entre empresas que nos aproxima al tipo de aglomeración industrial encontrada en nuestras visitas de campo. Mientras que unas empresas evolucionan (trayectorias 2, 4 y 5), otras empresas, desde esta perspectiva, involucionan en el tiempo (trayectorias 1 y 3).

Segunda Sección: Caracterización de empresas por momentos evolutivos.

En esta sección se tiene como objetivo validar empíricamente las características asociadas a cada momento evolutivo. Básicamente, nos interesa destacar su origen, funcionamiento productivo (relaciones matriz-subsidiaria, formas de organización del trabajo, tipos de tecnología), y las funciones de ingeniería asociadas a cada momento. Los datos agrupados por empresa correspondientes a estas características se presentan en el anexo 1. Con este grupo de variables intentamos mostrar la existencia de diferentes competencias productivas asociadas a cada momento evolutivo.

2.1 Momento Evolutivo I. Intensificación en el trabajo

2.1.1 Características Generales

Para la caracterización de este momento se retoman dos trayectorias productivas identificadas en nuestra investigación (ver esquema 5). En la trayectoria 1 se encuentra la empresa A, que desde su fundación ha permanecido en este momento evolutivo, mientras que en la trayectoria 2 se

encuentran las empresas B, C y D, que iniciaron en esta fase pero que han transitado hacia el momento II. De este grupo retomaremos los elementos que correspondan al momento I de su vida productiva.

2.1.2 Origen y funcionamiento

Como se puede observar en el esquema 5, las empresas consideradas en esta fase iniciaron operaciones a principios de los años ochenta, a excepción de la empresa B que nació en 1993. El contexto productivo de este grupo de empresas se distingue por dos modalidades de funcionamiento: en primer lugar, las plantas que operan como unidades tipo shelter y, en segundo lugar, las empresas que han operado como subcontratistas manufactureros.

En el caso de la empresa A que funciona como unidad shelter, el cliente envía los insumos, la tecnología y el diseño del proceso, mientras que el personal de la empresa se encarga de ensamblar el producto y conducir las funciones administrativas. Así nos lo manifestó su gerente de planta: "...los clientes son los dueños de la maquinaria, nosotros nos encargamos de armar el producto con nuestra gente..." además, nos proporcionó otra característica de este tipo de empresa, cuando agregó que "como empresa nos interesa ensamblar el mayor número de lotes de pedido¹⁶ para obtener mayores ingresos por unidad de producto". Esta tendencia fue confirmada por el gerente de la empresa B, quien nos manifestó que "reciben un pago por unidad de producto ensamblado y que ésta es su principal fuente de ingreso para cumplir con sus obligaciones administrativas". A partir de esta evidencia podemos decir que la relación con sus clientes se basa en el pago por unidad de producto ensamblado. En este sentido, la principal competencia de estas empresas es el ensamble de productos y las actividades referidas a la administración.

Por su parte, las empresas C y D, que durante su estancia en este momento evolutivo funcionaron como subcontratistas, tuvieron la característica de que fueron empresas independientes, lo cual implicó que la totalidad de la propiedad fuera de socios que se dedicaban a buscar pedidos de producción. En estas empresas los administradores tienen una participación en

la propiedad de la empresa; en especial la empresa C, donde el gerente de planta participa como socio activo desde 1987. Pese a esta distinción, su principal actividad se refiere al ensamble de lotes de producto y a la realización de labores administrativas.

Por la naturaleza de su ámbito de competencia, los principales cambios se concentran en el procesamiento de datos administrativos. Por ejemplo, en la empresa A durante 1996 se introdujeron paqueterías de cómputo y se adquirieron computadoras para realizar un mejor manejo de la nómina de pago.

2.1.3 El ensamble simple de productos: la arquitectura de un momento de evolución productiva

Características del producto y funciones de ingeniería

Debido a que las actividades de diseño de procesos son transferidas totalmente de los clientes, estas empresas no participan directamente en el rediseño de manufactura. De hecho son tan simples las actividades de ensamble que no requieren adecuaciones importantes a las condiciones locales.

Respecto a los procesos, lo que les interesa, por ser una actividad crítica para continuar recibiendo pedidos, es que los productos sean ensamblados adecuadamente. En este caso, la empresa A ha instalado una persona por cada línea de producción, auxiliada por un representante del cliente, para supervisar que los productos sean ensamblados de acuerdo a las características del producto. Sin embargo, debido a que el ensamble de los productos es sencillo, el seguimiento requerido por los ingenieros de producción es mínimo y en ocasiones hasta una persona que no sea ingeniero puede realizar las labores de supervisión. Por ejemplo, en la empresa A, el supervisor es un administrador de empresas que tiene trabajando medio año en esta planta. A esta forma de participación del ingeniero le llamamos *ingeniería simple*.

¹⁶ En el lenguaje de producción, esto significa que la maquiladora está obligada a producir un número determinado de piezas, que ellos llaman lotes de pedido.

Organización del trabajo

Como podemos observar en el cuadro 11, en la empresa A la forma de organización predominante se refiere a la definición de tiempos y movimientos. La principal razón para introducir estas modalidades de organización se fundamentan en disminuir los riesgos productivos de la rotación o el ausentismo de personal. Como nos manifestó un gerente de planta, “nos interesa que el trabajador sepa realizar más de una labor para que pueda llevar a cabo otras actividades en caso que se requiera”.

Como pudimos constatar en el recorrido por la planta A, las labores de ensamble son muy sencillas y llevadas a cabo en su mayoría por mujeres (de 18 personas que laboraban una línea, 15 eran mujeres). El nivel de conocimientos para realizar sus operaciones es mínimo. Nos comentaba su supervisora que “con ser cuidadosas y delicadas en el ensamble de piezas es suficiente para considerarlas como buenas ensambladoras”. En esta empresa prácticamente todas las actividades se refieren al ensamble manual de productos a través de la utilización de mano de obra femenina.

Tipo de Tecnologías

Las máquinas y herramientas utilizadas en las líneas de producción son sencillas; no requieren un conocimiento especializado por parte del operador para manejarlas. Como podemos observar en el cuadro 12, las máquinas semiautomatizadas y las computadoras en actividades administrativas predominan en cada una de las empresas visitadas.

Cuadro 12
Evolución de máquinas automatizadas en Momento Evolutivo I.

Empresa	Años	Máquinas de inserción	Computadoras	Equipo semiautomático	Total de unidades
A	85	-	-	-	-
	90	-	-	2	2
	95	-	-	2	2
	97	-	-	2	2
B	93	-	-	-	-
	94	-	-	-	-
	95	-	2	3	5
C	85	-	-	-	-
	90	-	-	-	1
	91	-	6	-	8
D	85	-	-	-	-
	90	-	5	-	5
	91	-	3	-	3

Nota: Para las plantas B, C y D los datos son tomados antes de su transformación hacia el momento evolutivo II.
Fuente: Elaboración propia con base en el cuestionario correspondiente a las plantas A, B, C y D.

En síntesis, podemos decir que las principales características de este momento evolutivo son:

- a) Funcionamiento operativo. Estas empresas se caracterizan por funcionar como unidades shelter y de subcontratación manufacturera. Esta forma de operar condiciona el desarrollo de sus competencias, las cuales se limitan al ensamble de producto mediante pagos por unidad ensamblada y las labores administrativas propias de su operación. Tienen poca o nula participación en el diseño de los procesos y ésta se limita a la supervisión de las tareas de ensamble, labor que en ocasiones es llevada a cabo por personas que no son ingenieros.
- b) Estrategia de costos: En estas empresas, la principal fuente de ingresos se destina a gastos que se relacionan con la continuidad de su operación (i.e salarios, pago de renta, luz y servicios de mensajería), por lo que su estrategia de costos, para aumentar sus niveles de ganancia, se concentran en la reducción de los costos administrativos.
- c) Formas de organización: Las formas básicas de organización del trabajo se refieren a la rotación de tareas, con poca o nula participación del trabajador en el proceso.

Una vez descritas las principales características de este momento evolutivo, es necesario identificar los elementos críticos asociados con el cambio de rasgos productivos. Con esta finalidad, en las próximas líneas revisamos los casos de empresas que han evolucionado del momento I al II. Básicamente, para preparar el camino que nos conduce hacia el momento evolutivo II.

2.1.4 Del ensamble simple a la integración de procesos de manufactura: factores, medios e implicaciones

En este apartado nos interesa destacar los elementos involucrados en el cambio de un momento a otro. Las preguntas básicas que pretendemos responder son: ¿por qué, desde cuándo y cómo han llevado a cabo el cambio?, ¿qué ha implicado para su vida productiva la transición del ensamble simple de productos hacia la integración de mayores actividades de procesos? Estas preguntas se desarrollan en tres subapartados: Características generales, Factores, Medios e Implicaciones del cambio.

Características generales

Las empresas consideradas en esta fase de transición son aquellas que nacieron en el momento I pero que han experimentado un proceso de evolución productiva hacia el momento II. Es decir, empresas que han pasado del ensamble simple de productos hacia la integración de mayores procesos de manufactura. Como podemos observar en el esquema 5, las plantas B, C y D son consideradas en este momento de transición. De estas empresas, los años críticos de transición se ubican en 1996 (plantas B y D), mientras que para la empresa C el cambio se ubica desde 1993 (ver esquema 5).

Se caracterizan por ser plantas establecidas desde hace más de diez años, además de haber sido adquiridas a principios de los años noventa por un corporativo diferente a su antigua casa matriz, particularmente, las empresas C y D, que con el cambio de dueño (1993 y 1996, respectivamente) iniciaron un proceso de reestructuración productiva que las ha conducido a la

incorporación de mayores actividades de ingeniería de procesos. Por su parte, la empresa B se inicia en esta fase hasta 1996 (ver cuadro 13).¹⁷

Factores de cambio

La relación con sus principales clientes ha sido un factor clave en la transformación productiva de estas empresas. A partir de que su principal cliente se certifica en ISO 9000, estas empresas tienen necesidad de garantizar mayores niveles de calidad y diferenciación del producto para asegurar su permanencia en el mercado. Esta situación opera para las empresas B y D, que en 1995 comienzan a incorporar mayores actividades relacionadas con el seguimiento de procesos, con la finalidad de asegurar mayores estándares de calidad en sus productos. Estas actividades las condujeron hacia el logro de la certificación en ISO 9000 en 1996 (cuadro 13).

En el caso de la empresa C, además de mayores requerimientos de calidad, la intensa diferenciación en el ensamble de sus principales productos ha sido un factor clave para rediseñar sus procesos. Este momento crítico lo empieza a vivir desde 1993, año en el que las exigencias de demanda se incrementaron en número y diferenciación (cuadro 13). Como nos comentó su gerente de planta, "en los últimos años la disminución del ciclo de vida de nuestros productos ha propiciado un cambio constante en las especificaciones del producto, razón por la cual hemos tenido la necesidad de adaptar y rediseñar las líneas de producción para satisfacer la demanda de nuestros clientes".

En función de lo dicho anteriormente, los factores de cambio presentes en la transición del momento I al II son:

- a) Mayores exigencias del cliente por *mayores niveles de calidad* del producto, por la necesidad de incorporarse a la ISO 9000, y
- b) Exigencia de mayores niveles de *diferenciación del producto*, como consecuencia del acortamiento del ciclo de vida del producto.

¹⁷ Esta planta también se distingue por incorporar mayores actividades de procesos, pero funcionando como unidad shelter. Esto nos indica que no todas las empresas con este tipo de funcionamiento se pueden

Medios del cambio

Una vez que ubicamos los factores de cambio es necesario explorar la manera en que le entraron a las actividades de proceso; Es decir indagar a través de qué medios se valieron para aprender labores incrementales de procesos.

Con respecto a ello, las plantas B y D iniciaron las actividades de rediseño de procesos cuando empezaron a *elaborar los procedimientos para certificarse en ISO 9000*. Durante esta fase, el intercambio de ingenieros entre estas plantas y sus principales clientes sobre ingeniería de procesos fue muy intensa. Al respecto nos comenta el gerente de la empresa B que “los ingenieros de los clientes venían a darnos cursos sobre ingeniería de procesos, para implementar nuevas líneas y resolver los problemas asociados a la línea de producción (...) hasta ese momento no nos había interesado esta actividad, por lo que nos costó mucho trabajo aprender las particularidades del proceso”. A su vez, en la planta D *el intercambio* se dio con la visita *de ingenieros* de esta planta a otras empresas en Estados Unidos para aprender los nuevos procesos que debían implementarse. Incluso durante esta fase esta empresa dejó de funcionar como unidad shelter y paso a ser una filial de su principal cliente.

En cuanto a la empresa C, la *comunicación permanente con sus principales clientes* acerca de las *especificaciones* del producto les ha permitido realizar modificaciones al proceso para adecuarlos a los nuevos requerimientos de calidad y diferenciación. Al respecto nos comenta su gerente de planta, “nuestros clientes han sido una fuente de información importante para instrumentar cambios en los procesos; ellos se sienten a gusto con nosotros porque sabemos adaptarnos a sus necesidades de pedido, y nosotros pues tenemos que entrarle para no quedar fuera del mercado...” Así, el intercambio de información a través de visitas recíprocas de ingenieros (entre estas plantas y sus clientes) ha sido un elemento clave para asimilar sus nuevas responsabilidades en procesos.

Además de este factor, la *implementación de nuevas formas de organización productiva* posibilitaron que las tareas en la línea de producción incrementaran los niveles de productividad y calidad del producto. Aunque la implementación de formas de organización del trabajo no obedece a un patrón cronológico uniforme, podemos observar que la instalación del justo a tiempo en inventarios, la rotación de tareas y el control estadístico de procesos son formas de organización que permiten eficientizar las actividades de proceso (ver cuadro 13); es decir, facilitan la distribución de tareas al interior de las líneas de producción. En esa medida, posibilitan la ingeniería de procesos permitiendo cambiar las operaciones con la finalidad de producir con mayores niveles de calidad y al menor costo por unidad posible. Al respecto, el gerente de la planta B nos comenta que “la implementación de estas nuevas formas de organización nos ha permitido tener un mayor control sobre las actividades de proceso, que se ha traducido en la producción de mayores unidades de producto con niveles de calidad aceptables...”

En términos generales, las actividades de rediseño de procesos han consistido en incremento de líneas de producción y la adaptación de procesos a diferentes productos. Estas actividades se presentan con regularidad a partir de que inician su transformación productiva hacia el momento II. Por lo dicho anteriormente, los medios para operar la transición del momento I al II han sido:

- a) Elaboración de procedimientos para obtener certificación ISO 9000,
- b) Intercambio de ingenieros matriz - subsidiaria y subsidiaria - matriz,
- c) Comunicación permanente sobre especificaciones de producto con clientes principales,
- d) Implementación de nuevas formas de organización del trabajo. En especial, Justo a Tiempo en inventarios, multicalificación, etc.

Implicaciones del cambio

A partir del aprendizaje de procesos, la *relación* con sus principales *clientes* se ha modificado sustancialmente. Ahora ellos (clientes) ordenan el producto y las empresas filiales se encargan de diseñar el proceso y producen los mismos productos pero con mayores exigencias de calidad, lo cual significa un mayor seguimiento sobre las tareas de la línea para disminuir la cantidad de piezas rechazadas. En este sentido, el proceso demanda un mayor contenido de conocimiento manufacturero.

En términos de sus competencias, este cambio representa un salto cualitativo importante respecto a las condiciones productivas de su inicio. Ahora no tan sólo son empresas *ensambladoras*, sino que se han convertido en *plantas manufactureras* con la obligación de producir *con mayores niveles de calidad y diferenciación*. En este sentido, su fuente competitiva reside en la utilización de trabajo intensivo, pero sobre todo en sus actividades de ingeniería de procesos, amparada en la búsqueda de medidas que efficienten sus tareas en la línea de producción, bien sea aplicando nuevas formas de organización o buscando nuevas materias primas. Algunas empresas como B y D han experimentado cambios en sus líneas de producción, de *líneas por lotes de producto* a la instrumentación de *líneas de flujo continuo*.

Así, las implicaciones que ha tenido la introducción de funciones de ingeniería de procesos se refieren a la disminución de niveles de rechazo y reducción de costos por unidad de producto. Ello significa que aun cuando sigan produciendo los mismos productos, el seguimiento de los procesos es más riguroso. A su vez, esto involucra una mayor intervención de ingenieros durante el proceso manufacturero, además de la aplicación de diferentes modalidades de organización del trabajo. En esta perspectiva, su lógica de operación se reorienta hacia la efficientización de procesos, aun cuando las actividades administrativas sigan formando parte importante en su funcionamiento operativo.

Por lo dicho anteriormente, las implicaciones para las empresas que han transitado del momento I al II han sido (ver cuadro 14):

- a) *Cambio de funcionamiento productivo.* Unas empresas se hicieron filiales de corporaciones transnacionales, donde ésta ordena el producto y las empresas filiales se encargan de diseñar el proceso.
- b) *Cambio de plantas ensambladoras a plantas manufactureras con mayores niveles de calidad y diferenciación.* Ello ha implicado que sus funciones de ingeniería evolucionen desde la supervisión (ingeniería simple) hacia la instalación de procesos (ingeniería de proceso).
- c) *De líneas de producción por lotes hacia la instrumentación de líneas de flujo continuo.*
- d) *Estrategia de costos:* de disminución de costos administrativos hacia la eficientización de procesos a través de la disminución de costos por unidad de producción.

Cuadro 14

Evolución de competencias manufactureras del Momento I al II

Contexto de operación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Línea de producción	Formas de organización
Programa shelter y de subcontratación	Ingeniería simple	Disminución de costos administrativos	Línea por lotes	Rotación de tareas



Certificación en ISO 9000	Ingeniería de procesos	Disminución de costos unitarios	Línea continua	JIT en inventarios y procesos, multicalificación
---------------------------	------------------------	---------------------------------	----------------	--

Fuente: Elaboración propia con base en la construcción de trayectorias productivas de las plantas B, C y D (véase anexo 1)

2.2 Momento evolutivo II. Intensificación en procesos

2.2.1 Características generales

Como podemos observar en el esquema 5, en este momento evolutivo se agrupan las empresas en torno a tres trayectorias productivas. En la trayectoria 2 se ubican las empresas que han transformado su vida productiva del momento I al II (empresas B, C y D). En la trayectoria 3

encontramos a las plantas que nacieron en el momento II. Nos referimos a las plantas E, F y G, consideradas como típicas de este momento evolutivo. Por último, las trayectorias 4 y 5, donde se están las empresas que por sus características operativas se encuentran en plena transición del momento II al III (empresas H, I, J y K), forman parte de este tercer bloque de empresas. Sin embargo, por la información disponible para caracterizar este momento evolutivo, tomaremos como referencia a las empresas consideradas típicas del momento II (empresas E, F y G).

2.2.2 Los procesos de manufactura en el horizonte productivo del momento II

Las empresas que empezaron funcionando en este momento productivo iniciaron operaciones entre 1990 y 1994; durante su puesta en marcha han aprovechado la experiencia acumulada por ingenieros que laboraban en otras maquiladoras antes de trabajar en estas plantas. Según nos comentó un ingeniero de producción de la empresa G, "trabajo en esta empresa desde su fundación y cuando entré me pidieron al menos dos años de experiencia en la instrumentación de procesos..."¹⁸

En la mayoría de los casos funcionan como filiales de transnacionales y reciben un presupuesto anual cuya responsabilidad de manejo está a cargo del personal administrativo de la planta. Bajo este esquema, el corporativo solicita el producto y la empresa se responsabiliza de organizar el proceso de manufactura por lo que con el presupuesto que reciben tienen que cumplir con sus obligaciones administrativas y requerimientos de producción.

Bajo este contexto productivo, su estrategia competitiva se basa en la calidad y la efficientización de procesos, disminuyendo los costos por unidad de producto en la línea de producción. En este sentido, orientan sus actividades de procesos en tres líneas básicas de acción: búsqueda de materias primas, adaptaciones parciales al producto para ajustarlo a condiciones

¹⁸ "A pesar de que los procesos de esta empresa son diferentes respecto a mi antiguo empleo, esta experiencia me facilitó aprender fácilmente mis nuevas obligaciones..." Entrevista al gerente de producción de la empresa G.

locales de producción, y la instrumentación de formas de organización que permitan hacer mas fluida la producción.¹⁹

Por ejemplo, los ingenieros de las empresas E y F han realizado labores importantes de balanceo de líneas para adecuarlas a las nuevas especificaciones del producto. Así han reorganizado las tareas de proceso, de tal manera que elaboran productos con diferentes características en una misma línea de producción. A su vez, los ingenieros de la empresa G han tenido necesidad de rediseñar sus procesos con la finalidad de adaptarlo a la disponibilidad de materias primas.

Por lo dicho anteriormente, la actividad de los ingenieros de proceso juega un papel importante para ajustar los diseños que provienen del corporativo a condiciones locales de producción. De hecho, en algunas empresas, como F y G el departamento de procesos concentra a los ingenieros de mayor capacitación y experiencia. De tal manera que, "cuando se presentan problemas en la línea, los departamentos de producción y calidad se sujetan a los lineamientos del área de procesos".²⁰

La reorganización frecuente de procesos tiene implicaciones importantes en los contenidos del conocimiento manufacturero; en este caso, el conocimiento del proceso y las características del producto para realizar cambios en la línea de producción. Ello es relevante porque no es lo mismo trasplantar procesos donde la especificación del producto varía muy poco (como en el caso del ensamble simple), que adaptar procesos donde constantemente se requieren hacer ajustes para que sigan siendo eficientes; pero no tan sólo el conocimiento del proceso en sí mismo, sino también el trabajo en equipo y la coordinación al interior de la corporación.

Al respecto, estas plantas mantienen una estrecha relación con los ingenieros de su casa matriz. Por ejemplo, la empresa E envía cada seis meses ingenieros de la planta para recibir capacitación sobre la implementación de nuevos procesos, mientras que la planta F intercambia

¹⁹En esta perspectiva, los ingenieros de estas plantas tienen la responsabilidad de reducir cada año los costos de producción, identificando oportunidades de nuevos insumos o mejorando las tareas del proceso, de tal manera que impliquen un aumento en la calidad del producto.

²⁰ Entrevista con el gerente de planta de la empresa G.

experiencias en reuniones bimestrales celebradas entre los ingenieros de todas las empresas filiales del corporativo.

Además de estos encuentros inter-empresa, al interior de la planta la implementación de nuevas formas de organización del trabajo permite la instrumentación de procesos y la creación de canales de comunicación entre los ingenieros de proceso y los trabajadores. Ello con la finalidad de identificar problemas y soluciones para mejorar sus actividades de proceso.

En especial, los equipos de trabajo han sido aprovechados en la detección y solución de problemas. Al respecto, nos comenta el gerente de la planta F que "...gracias a las sugerencias de los trabajadores los ingenieros de procesos han considerado elementos técnicos para mejorar las prácticas de producción (...) si usted quiere se trata de sugerencias elementales y faltos de fundamento técnico; pero que nos han ayudado a detectar problemas donde no habíamos pensado tenerlos".

Sin embargo, como podemos observar en el cuadro 15, esta forma de organización no ha sido una de las primeras en instrumentarse. Antes bien, las diferentes formas de organización se han instalado de manera gradual. La explicación que encontramos a este fenómeno de adecuación paulatina se asocia con las necesidades por resolver problemas específicos en cada proceso de manufactura, los cuales obedecen al contexto particular de operación de las plantas consideradas. Estos problemas pueden referirse al mejoramiento de las labores de inspección de calidad (aplicación de control estadístico de procesos), de sus entregas de producto (justo a tiempo en inventarios) y de balanceo de líneas (justo a tiempo en procesos y equipos de trabajo).

La empresa E es la excepción a este comportamiento. Aquí, el corporativo instrumentó desde el principio de su operación las formas de organización del trabajo que se requirieron para responder con mucho mayor rapidez a la constante diferenciación de productos (ver cuadro 15).

Cuadro 15
Trayectoria Productiva
Empresas en Momento Evolutivo II

Aspectos productivos	Empresa E Inicio de operaciones: 1990									Empresa F Inicio de operaciones: 1991								Empresa G Inicio de operaciones: 1994							
	90	91	92	93	94	95	96	97	98	91	92	93	94	95	96	97	98	91	92	93	94	95	96	97	98
	Actividades más importantes																								
Momento Evolutivo I																									
Ensamble Final																									
Acopio y procesamiento de informac.																									
Momento Evolutivo II																									
Capacitación a gerentes y empleado																									
Certificación ISO 9000																									
Adaptación y rediseño de procesos																									
Adquisición de materias primas																									
Adaptación y rediseño de productos																									
Momento Evolutivo III																									
Fabricación de componentes																									
Diseño del producto																									
Gestión Financiera																									
Investigación y Desarrollo																									
Organización del trabajo																									
Momento Evolutivo I																									
Rotación de tareas																									
SCTRP																									
Control estadístico de procesos																									
Momento Evolutivo II y III																									
JIT en inventarios																									
JIT en procesos																									
Multicalificación																									
Manufactura celular																									
Círculos de calidad																									
Equipos de trabajo																									
Descentralización en el piso																									
Unidades de negocio																									
Reducción de scrap																									

Tipos de tecnología

Como podemos observar en el cuadro 16, la introducción de máquinas de inserción automática está presente en la empresa E, mientras que en las plantas E y G predomina la introducción de computadoras en producción.

Cuadro 16

Evolución de máquinas automatizadas en Momento Evolutivo II

Empresa	Año	Máquinas de inserción	Computadoras en producción	Equipo semiautomático	Total de unidades
E	85	-	2	-	2
	90	-	2	-	2
	95	-	15	-	15
	97	-	20	-	20
F	85	-	-	-	-
	90	2	-	8	10
	95	6	-	9	15
	97	6	-	12	18
G	85	-	-	-	-
	90	-	7	5	12
	95	-	10	10	20
	97	-	10	14	24

Fuente: Elaboración propia en base a cuestionarios de las empresas E, F, y G.

En síntesis, las principales características de este momento evolutivo son:

- a) Funcionamiento operativo: Se refiere a plantas filiales de un corporativo transnacional que funcionan como unidades de negocio, donde la matriz les asigna un presupuesto para llevar a cabo sus actividades. Sus principales competencias se asocian a la elaboración de procesos sobre diseños que provienen de su casa matriz.
- b) Estrategia de costos y funciones de ingeniería: Esta organización productiva condiciona que su principal fuente de ganancias se ubique en la disminución de costos administrativos, pero con un peso mayor en las actividades manufactureras. Así, la eficientización de procesos, vía incrementos en la productividad y calidad, es parte importante en la reducción de costos unitarios, principal fuente de ganancias. De esta manera, su estrategia de costos se basa en el mejoramiento de procesos (para adaptarlos a condiciones locales), el cual demanda mayores niveles de conocimiento manufacturero en los ingenieros locales para eficientizar los procesos,

todo en un contexto caracterizado por la exigencia de mayores niveles de calidad y diferenciación del producto.

En este sentido, las *funciones de ingeniería* identificadas en estas empresas son: de procesos, debido a que diseña las actividades en la línea de producción, y de proceso productos, puesto que realizan rediseños menores al producto para hacer más eficiente su producción.

- c) Formas de organización del trabajo: Respecto a las formas de organización del trabajo, este momento se distingue por la aparición del Justo a Tiempo en inventarios y procesos, multicalificación, manufactura celular, círculos de calidad, equipos de trabajo, principalmente.

2.2.3 Del conocimiento de procesos manufactureros a la integración de actividades de diseño e investigación: factores, medios e implicaciones del cambio productivo

Al igual que la transición analizada con anterioridad (I-II), en este apartado nos interesa saber los por qué, cuándo y cómo del cambio productivo del momento II al III, así como los resultados en que ha derivado esta transición. A la luz de los datos obtenidos en el trabajo de campo, respondemos a estas preguntas, básicamente, en función del desarrollo de los siguientes apartados: características generales, factores, medios e implicaciones del cambio.

Características generales

Dentro de este grupo de empresas identificamos dos trayectorias productivas (ver esquema 5). Las empresas H e I se encuentran en la trayectoria 4 y se caracterizan por: a) haber iniciado su vida productiva en el momento I, b) transitado entre 1991 y 1992 al momento II al ser adquiridas por un nuevo corporativo y, c) que entre 1993 y 1998 inician su transformación hacia el momento III. Otro grupo de empresas se agrupan en torno a la trayectoria 5; en ésta se encuentran las plantas J y K, que por sus características productivas nacieron en el momento II (1996 y 1990, respectivamente) y también se encuentran en transición hacia el momento III (1998 y 1997). Como podemos observar en el esquema 2, los años críticos de transición se ubican entre 1997 y 1998. La excepción a este comportamiento es la empresa H, que transitó hacia esta fase desde 1992.

Estas empresas se encuentran en transición hacia el momento III, debido a que están integrando actividades de diseño de productos. Desde la perspectiva del corporativo, la transferencia de esta función productiva se presenta como paso previo a la introducción de actividades de investigación y desarrollo de nuevos productos.²¹

En estas plantas, los ajustes al diseño del producto se llevan a cabo conforme a niveles de calidad y diferenciación exigidos por su demanda, apoyándose en su experiencia sobre la manufacturabilidad del producto. Como podemos observar en el cuadro 17, la experiencia acumulada de las empresa H e I, desde que iniciaron la adaptación y rediseño de procesos, es de tres y dos años, respectivamente, mientras que para K, cuya experiencia se basa en la manufactura de productos desde el inicio de sus actividades, median seis años en incorporar actividades de diseño. A su vez, la planta J lo hace después de dos años de haber iniciado operaciones.

Esta diferencia de aplicación de actividades de diseño puede obedecer a tres elementos presentes en su vida productiva: a) naturaleza del producto, demandas diferentes por productos con ciertas especificaciones; b) aprendizaje diferenciado en el manejo de procesos y, c) necesidades corporativas diferentes respecto a las funciones que representa su empresa filial en la red transnacional.

Factores de cambio

La necesidad de incorporar actividades de diseño en las actividades productivas se sustenta en la naturaleza de su demanda externa, la cual se ha expresado en la introducción de nuevos productos y en el incremento de la demanda de productos diferenciados.

En el caso de la empresa K, desde 1995 ha vivido la introducción de nuevos productos, acompañada de una constante diferenciación en cada uno de ellos. Esto ha demandado ajustes constantes en las actividades de proceso, junto con un intenso intercambio de experiencias al

²¹ Esta percepción la retomamos de lo dicho por los ingenieros de planta. En especial, cuando se les preguntó acerca de los planes de expansión de la empresa filial dentro de su red corporativa.

interior de los departamentos de ingeniería.²² Esto derivó en la transferencia de funciones de diseño (1997), con la finalidad de disminuir los costos de operación y responder con mayor rapidez a los requerimientos de demanda.

En otras plantas, como la H, la creciente diferenciación del producto por lotes de pedido ha tenido como resultado que los ingenieros hayan diseñado y producido ocho nuevos productos, que sólo en esta empresa filial son manufacturados. Al respecto, su gerente de planta nos señaló: "...los productos que hemos diseñado atienden a especificaciones exclusivas de nuestro principal mercado (Estados Unidos); ésta es la principal razón de que estos productos sólo sean hechos en esta planta..."

También en la empresa J, este año (1998) iniciaron actividades de diseño de producto con la finalidad de responder con mayor rapidez a las diferentes especificaciones demandadas por el mercado de su principal producto. Como nos señaló su gerente de producción, "este año hemos tenido que incorporar nuevos productos y nuevas líneas de producción. Básicamente, debido a que nuestra permanencia en el mercado depende de la calidad y diferenciación del producto..."

En este proceso de cambio es importante señalar el papel que ha jugado el corporativo transnacional en la transferencia de funciones de diseño. Principalmente, por la reorientación de su estrategia competitiva a través de sus empresas filiales; es decir, dada la intensa diferenciación de sus productos en mercados atendidos por sus filiales, resulta ventajoso transferir algunas actividades de diseño con la idea de disminuir costos de proceso, al tiempo de satisfacer rápidamente las condiciones cambiantes de su demanda.²³

Sin embargo, la iniciativa para disminuir costos de proceso desde el diseño no ha provenido directamente del corporativo. Por ejemplo, los ingenieros de las plantas H e I tomaron la iniciativa de realizar ajustes al producto mucho antes de que la empresa corporativa se decidiera a transferir esta función. El gerente de la planta H nos comentó que "...como parte de sus actividades por

²² Estas experiencias se refieren al intercambio de expresiones al inicio o final de la jornada para discutir los problemas y soluciones presentados en la línea de producción.

disminuir sus costos en proceso empezamos a realizar cambios menores en el diseño del producto (...) conforme los pedidos fueron siendo más diferenciados, solicitamos al departamento de productos su autorización para realizar estas actividades en la planta..."

Una situación similar se presentó en la planta I, donde por iniciativa de los ingenieros de proceso "tuvimos que adecuar el diseño del producto y el proceso para reducir el número de piezas rechazadas (...) ante esta contingencia, vinieron ingenieros del corporativo a formalizar estas actividades a través de cursos de capacitación".

Otro elemento que ha favorecido la transferencia de actividades de diseño es la percepción del corporativo respecto al conocimiento de los ingenieros sobre la manufactura del producto. Por ejemplo, en la planta I el corporativo decide transferir estas actividades después de que los ingenieros instalaron un proceso de manufactura en otra planta de la corporación. Nos comenta su gerente de producción: "...en ese momento se dieron cuenta que podían ahorrarse dinero debido a que este servicio lo subcontrataban (...) desde entonces nos valoran como ingenieros calificados en el proceso de manufactura..." Después de esta experiencia, la corporación decidió transferir sus actividades de diseño a esta empresa filial. Así, desde principios de 1998, cuatro ingenieros de manufactura se encargan de realizar actividades relacionadas con el diseño de productos.

Este conjunto de experiencias nos conduce a identificar dos factores de cambio asociados a la transición del momento evolutivo II al III: a) la intensa diferenciación del producto demandada por el mercado que atiende la filial y b) desde el punto de vista del corporativo, la posibilidad de disminuir costos de proceso aprovechando el conocimiento sobre las actividades manufactureras de los ingenieros locales.

Medios del cambio

Los canales de comunicación desarrollados entre la empresa matriz y su filial han sido un vínculo determinante para la formación de competencias relacionadas con el diseño del producto. Por

²³ Con la introducción de las actividades de diseño es posible disminuir los costos de proceso. Ello debido a la posibilidad que representa diseñar un producto con características específicas al tiempo de eficientizar las

ejemplo, en la empresa H las discusiones en torno al mejoramiento de procesos y productos tienen lugar en el seno de un *comité corporativo* donde participan los jefes de ingenieros de proceso y producto de todas las empresas conexas a la red transnacional.

En otras empresas el trabajo en equipo es menos formal pero no menos importante. En las plantas I y J los ingenieros mexicanos son enviados a la planta matriz para aprender la instalación de nuevos procesos y productos.²⁴ En la planta trabajan en colaboración directa con los ingenieros enviados por la corporación. Al mismo tiempo que existe trabajo en equipo intra e inter-plantas, la cooperación entre los ingenieros, clientes y proveedores es creciente en la medida que el diseño del producto requiere modificaciones muy particulares. Por ejemplo, en la planta K la relación de los ingenieros de proceso y producto con sus principales clientes es importante para ajustar el producto a sus requerimientos específicos, mientras que la participación de los proveedores es necesaria para ajustar rápidamente los pedidos de insumos utilizados durante la producción del producto.

Por otra parte, como podemos observar en el cuadro 17, cuando aparece la función de diseño del producto lo hace sobre base de formas de organización que ya existían durante el momento II. El JIT en inventarios y en procesos, el control estadístico, la manufactura celular, los círculos de calidad y los equipos de trabajo ya habían sido implementados como medidas para efficientizar los procesos. El comportamiento observado se debe a que éstas son actividades que efficientizan el proceso y no están involucradas directamente con las funciones de diseño; es decir, en términos operativos las labores de proceso son un paso previo al diseño de productos.

En función de lo dicho anteriormente, la evidencia empírica sugiere que los medios para cambiar hacia actividades de diseño han sido:

- a) *Comité corporativo*, donde participan los jefes de ingenieros de proceso y producto de todas las empresas conexas a la red transnacional.

actividades necesarias para manufacturarlo.

²⁴ La empresa J presenta la particularidad de que, antes de que se concluyera la construcción de su planta tenía contratados a varios ingenieros, los cuales fueron entrenados en la casa matriz para instalar los procesos al inicio de operaciones en 1996.

- b) *Trabajo en equipo intra e inter empresas.* A nivel intra, intercambio de ingenieros entre matriz y subsidiaria. A nivel inter, cooperación entre ingenieros, clientes y proveedores para diseñar el producto.

Implicaciones del cambio

La implicación más evidente y directa es que estas empresas, además de realizar actividades de ingeniería de procesos, incorporan a sus competencias productivas el diseño de productos. En su relación con la matriz, ésta envía las especificaciones del producto y la empresa se encarga de diseñar el proceso. Sólo que ahora, en función de su conocimiento manufacturero, tiene mayor capacidad de adaptar cambios en el diseño del producto.

Sus funciones de diseño rebasan el ámbito de la propia empresa, iniciándose una nueva relación con sus principales clientes y proveedores, que se caracteriza por un mayor intercambio de información sobre las especificaciones del producto. Esta nueva relación productiva condiciona que a las labores de eficientización de procesos se agregue la disminución de costos unitarios desde el diseño del producto. En síntesis, existen tres implicaciones básicas en la transición del momento II al III (ver cuadro 18):

- a) En base a su conocimiento sobre la manufactura del producto, ejercen un mayor control y dominio sobre sus características. Ello significa que, a sus funciones de ingeniería de procesos, se agrega el diseño del producto como una de sus principales actividades.
- b) La relación con la matriz se caracteriza por una mayor colaboración en el diseño de productos, acrecentando los vínculos con sus principales clientes y proveedores para diseñar los productos.
- c) Se empieza a privilegiar el ahorro de costos de manufactura desde el diseño del producto.

Cuadro 18

Evolución de competencias manufactureras del Momento Evolutivo II al III.

Contexto de operación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Forma de organización
Certificación en ISO 9000	Ingeniería de procesos y producto	Eficientización de costos en proceso	Control estadístico, Equipos de trabajo, JIT en inventarios y proceso



a) Intercambio productivo directo con clientes y proveedores, b) Mayor colaboración con matriz actividades de diseño	Diseño	Eficientización de costos en proceso y diseño del producto	No existe un cambio significativo. Se siguen aplicando las mismas formas instrumentadas para efficientizar el proceso.
---	--------	--	--

Fuentes: Elaboración propia con base en la construcción de trayectorias productivas de plantas H, I, J y K (véase anexo 2).

2.3 Momento III. Intensificación en diseño e investigación

2.3.1 Integración total de actividades manufactureras

En nuestra investigación, sólo encontramos una empresa que se encuentra en el momento evolutivo III. Como se puede observar en el esquema 5, esta empresa ha evolucionado por todas las fases productivas descritas anteriormente. Nace en 1983 como empresa ensambladora de productos electrónicos bajo el programa shelter. Posteriormente, en 1990 es vendida a un corporativo y se convierte en filial transnacional con participación de capital estado unidense. Durante esta transacción el nuevo corporativo introduce cambios importantes en su funcionamiento, de tal manera que para 1991 (un año después de su venta) logra la certificación de calidad ISO 9000 con la que se consolida como empresa manufacturera (ver cuadro 19).

A partir de ese año sus principales actividades de proceso se orientaron en torno a tres elementos: a) aplicación de formas de organización del trabajo que permitieran mayor fluidez a las actividades de producción, b) búsqueda de materias primas que eficientizaran los procesos y c) adaptación y rediseños menores al producto para hacerlo más manufacturable. Estas actividades, asociadas a sus funciones de ingeniería de procesos, contribuyeron para que en el periodo 1990-1994 se incrementara su experiencia en relación a la eficientización de procesos. Para 1995 es adquirida por un nuevo corporativo, que decide cerrar su fábrica matriz en Estados Unidos y transferir sus actividades de diseño e investigación de nuevos productos hacia esta empresa. Desde entonces funciona como empresa matriz, integrando las tareas de ensamble, manufactura y diseño de nuevos productos.²⁵

En 1995, con la incorporación del diseño e investigación se crea un laboratorio de ingeniería donde se fabrican productos muestra para los clientes; además, se desarrollan nuevos modelos para lanzarlos al mercado. En estos laboratorios se realizan pruebas y ajustes al proceso para verificar que cumpla con los requerimientos de diferenciación y calidad. Una vez aprobada la prueba piloto y que el cliente acepta las especificaciones del producto, se instrumenta en la línea de producción.

Dos elementos son críticos en el desenvolvimiento de la dinámica anterior: por un lado, el contacto directo que tienen los clientes con la ingeniería de diseño para definir las características y cantidades del producto y, por otro, la comunicación interna entre departamentos de ingeniería. El primer elemento implica que el ingeniero de diseño negocie directamente con el cliente sobre las especificaciones del producto, actuando como agente de venta para

²⁵ Esta integración ha incluido la necesidad de fabricar sus propios componentes de producción. Por el tipo de producto, la producción de moldes y tornos especializados es uno de los principales insumos que son fabricados en esta empresa.

colocarlo ya desarrollado. Al mismo tiempo, actúa en estrecha vinculación con el área administrativa para realizar la compra de insumos requeridos para el diseño del producto. Esta relación es posible gracias al establecimiento de procedimientos y políticas corporativas que permiten esta interacción. Por ejemplo, la existencia de una cláusula en el reglamento de trabajo que permite al jefe de ingenieros de diseño establecer contacto directo con un cliente para definir las características del producto. Todo ello siempre y cuando presente informes a la gerencia general sobre los resultados de su negociación.²⁶

El segundo elemento crítico se asocia con la comunicación interna entre los departamentos de calidad, producto y proceso, tanto para diseñar el producto como para verificar que los nuevos diseños funcionen una vez instalados en la línea de producción. De esta manera, se gesta lo que se conoce como ingeniería concurrente, donde las actividades de proceso se integran con funciones de diseño de productos.

En ambas situaciones los medios de comunicación utilizados varían desde la utilización de sistemas globales (i.e fax, correo electrónico) hasta el contacto personal de los ingenieros con sus clientes a través de visitas recíprocas para precisar especificaciones del producto.

De acuerdo a su esquema de operación, su principal fuente competitiva consiste en disminuir los costos de diseño y manufactura, mediante la disminución del tiempo en la realización de los proyectos sobre nuevos productos. De tal manera que, por la lógica de su funcionamiento, se procura disminuir todos los costos asociados con su operación (i.e administrativos, de manufactura y diseño).

Formas de organización

El desarrollo de nuevos productos es realizado por un grupo de ingenieros de cada departamento, los cuales se encargan de proyectos específicos de productos a desarrollar. En esta perspectiva, no existen caminos productivos predeterminados que tengan que seguir los diseñadores; más bien,

²⁶ En este sentido, los conocimientos del ingeniero de diseño abarcan la elaboración de órdenes de producción, la generación de órdenes de compra y la coordinación con sus proveedores para supervisar los

se fomenta la capacidad de creación de los ingenieros para manejar los procesos y realizar modificaciones pertinentes en el desarrollo de nuevos productos. Como nos comentó su gerente de producción "...a los ingenieros que entran a trabajar a esta empresa se les proporciona una capacitación para conocer los equipos, pero de ahí en adelante son ellos los que se desenvuelven, los que se meten al sistema de las máquinas y son ellos los responsables directos de la manufacturabilidad del proceso..."

Las formas de organización del trabajo que se aplicaban para eficientizar los procesos siguen siendo importantes para su realización en la línea de producción. Como podemos observar en el cuadro 19, cuando se incorporan las actividades de diseño e investigación la mayor parte de las formas de organización ya habían sido introducidas.

Los diseños de nuevos productos no se caracterizan por la utilización de máquinas automatizadas, sino más bien por la adaptación y rediseño de equipos electrónicos de prueba, los cuales, según nos comentó su gerente, "son hechos por ingenieros del Tecnológico de Tijuana a través de un convenio de colaboración técnica".

A la luz de la evidencia empírica, las principales características del momento evolutivo III son:

- a) *Funcionamiento operativo*: Estas firmas funcionan como auténticas casas matriz, donde se produce desde donde se distribuye el producto. En esta empresa, las actividades de proceso y producto se unifican en una sola unidad productiva, que se encarga del desarrollo del producto, desde el diseño hasta la manufactura. A través de una estrecha colaboración, los ingenieros de diseño trabajan directamente con los clientes y proveedores en el desarrollo de nuevos productos. En este contexto, las agencias locales realizan actividades que escapan al universo productivo del ensamble y la manufactura, para convertirse en agentes dinamizadores dentro del diseño de productos y procesos.

- b) *Estrategia de costos*: En esta coyuntura productiva, la principal fuente competitiva se sustenta en la disminución del tiempo en la realización de nuevos proyectos de productos,²⁷ por lo que se promueve la reducción de todos los costos (i.e administrativos y unitarios) desde el diseño del producto hasta su manufactura.
- c) *Funciones de ingeniería*: Debido a que han integrado las actividades de proceso y producto, llevan a cabo las funciones de diseño, investigación y desarrollo.
- d) *Formas de organización*: Trabajo en equipo de ingenieros de proceso, calidad y diseño asignados al desarrollo de proyectos específicos sobre nuevos productos. De esta manera se gesta lo que se conoce como ingeniería concurrente. En estos equipos se fomenta la capacidad de creación de los ingenieros para manejar los procesos y realizar las modificaciones pertinentes en el desarrollo de nuevos productos.

Conclusiones del capítulo

El objetivo general de este capítulo fue validar empíricamente la evolución de competencias, utilizando como parámetro central los alcances del aprendizaje tecnoproductivo, operacionalizado en las visitas a empresas maquiladoras con la identificación y clasificación de las funciones de ingeniería presentes en cada momento de evolución productiva (Alonso, Contreras y Kenney, 1996). Con estas herramientas, el objetivo de este capítulo fue mostrar la diferenciación productiva en cada momento de evolución, no como una sucesión de fases crecientes o decrecientes, sino como la coexistencia de diferentes fases al interior de la industria maquiladora de exportación.

Observadas como formas de aprendizaje inter e intra empresas, los hallazgos encontrados en el trabajo de campo se sintetizan en el cuadro 20. Aquí se puede apreciar la evolución de competencias manufactureras (i.e funciones de ingeniería) asociadas al papel que juega la filial en su red corporativa, cristalizada mediante su estrategia de reducción de costos.

²⁷Es decir, el tiempo que media entre el diseño del producto y su manufacturabilidad en la línea de producción.

Por último, los principales elementos asociados al cambio de un momento evolutivo a otro son presentados en el cuadro 21. Aquí destaca la naturaleza diferenciada del cambio en contextos productivos y niveles de aprendizaje tecnoproductivo específicos.

Cuadro 21
Características de Momentos Críticos de Transición

Momentos de transición	Factores de cambio	Medios	Implicaciones
De I al II	<ul style="list-style-type: none"> a) Exigencias del cliente por mayores niveles de calidad del producto. b) Necesidad de incorporarse al estándar de calidad ISO 9000. c) Mayores requerimientos de diferenciación, motivada por la disminución del ciclo de vida del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Intercambio de ingenieros matriz - subsidiaria y subsidiaria - matriz, con la finalidad de instrumentar procesos y elaborar procedimientos ISO 9000 b) Intercambio de información con clientes sobre especificaciones de producto para modificar procesos. c) Implementación de nuevas formas de organización del trabajo: JIT en inventarios, en proceso, manufactura celular, círculos de calidad y equipos de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> a) En su relación Matriz - Subsidiaria actúan como filiales de corporativos extranjeros. Les asignan un presupuesto anual. b) Diseñan el proceso sobre bocetos de producto proveniente del corporativo. c) Lo cual implica que ahora son Plantas manufactureras. d) Cambio de líneas de producción de lotes por líneas en flujo continuo e) Eficientización de procesos, Disminución de costos por unidad de producción.
De II al III	<ul style="list-style-type: none"> a) Intensa diferenciación del producto demandada por el mercado que atiende la filial, y b) Posibilidad por disminuir costos de proceso aprovechando el conocimiento sobre las actividades manufactureras de los ingenieros locales. 	<ul style="list-style-type: none"> a) Formalización intercambio de conocimientos a través de un comité corporativo. b) Intercambio periódico de ingenieros entre matriz y subsidiaria. c) Relación de los ingenieros de proceso y producto con sus principales clientes 	<ul style="list-style-type: none"> a) En la relación Matriz- subsidiaria se observa mayor colaboración en el diseño de productos, b) Intercambio constante con sus principales clientes y proveedores para diseñar los productos. c) Mayor control y dominio sobre las características del producto y, d) Eficientización de proceso desde diseño del producto.

Fuente: Elaboración propia con base en anexo I

Cuadro 20

Formas de Aprendizaje por Momentos de Evolución Productiva: Síntesis de hallazgos empíricos

Aprendizaje	Características	I	II	III
Orientación	Estrategia de costos	Reducción de costos administrativos y utilización de trabajo intensivo.	Eficientización de procesos.	Disminución de costos de operación, desde el diseño del producto hasta su manufactura.
Inter-empresa	Relación matriz-subsidiaria	Actúa como empresa shelter o de subcontratación manufacturera	La matriz encarga el producto y los ingenieros diseñan el proceso	La filial se encarga del desarrollo del producto, desde la concepción hasta la manufactura.
	Canales de comunicación	Se limitan al intercambio de información sobre insumos y productos.	i) Intercambios de personal técnico ii) Memorándum	La filial establece relaciones directas con proveedores de la corporación.
Intra empresa	Funciones de ingeniería	Ingeniería Simple	Ingeniería de proceso Ingeniería de proceso producto	Diseño Investigación y Desarrollo
	Formas de organización	Rotación de tareas, con poca o nula participación del trabajador en el proceso.	Justo a tiempo en inventarios y procesos, Multicalificación, manufactura celular, círculos de calidad y equipos de trabajo	Ingeniería concurrente Sistemas globales de información.

Fuente: Elaboración propia con base en anexo 1.

Capítulo III

Evolución manufacturera y tecnologías ambientales: las filiales electrónicas como ámbito de aprendizaje en la relación producción - medio ambiente

Introducción

Una de las conclusiones básicas del capítulo anterior fue la existencia de diferentes momentos de evolución productiva en las plantas filiales electrónicas visitadas. Intentamos mostrar que cada momento evolutivo se asocia con la existencia de conocimientos manufactureros específicos, cristalizados a través de la clasificación e identificación de funciones de ingeniería (ver cuadro 20). También mostramos que estas funciones de conocimiento se asocian a los diferentes roles que la planta juega dentro de la red corporativa, lo que se refleja en su estrategia de reducción de costos (ver cuadro 20 y 21). A partir de estos hallazgos empíricos, este capítulo tiene como objetivo analizar las trayectorias productivas en relación al medio ambiente, con la finalidad de identificar los factores involucrados en la selección, introducción e implementación de tecnologías ambientales.

Por lo dicho anteriormente, en primer lugar se definen las empresas objeto de análisis. En seguida ubicamos los residuos generados durante los procesos básicos de manufactura, identificados en las empresas visitadas; ello, con la finalidad de mostrar los problemas ambientales asociados a este tipo de plantas. En tercer lugar, para observar la manera en que son tratados sus residuos, presentamos una caracterización de los aspectos ambientales correspondientes a los momentos de transición entre cada momento de evolución. Aquí nos interesa destacar tres aspectos del comportamiento ambiental de las empresas: a) el papel que juega el medio ambiente de la empresa filial en el contexto de su red corporativa; b) el tipo de tecnologías ambientales que aplican, su ubicación temporal y la forma en que son instrumentadas al interior de su funcionamiento operativo y, c) las formas de organización para implementar estas tecnologías. Por

último, a partir de esta información se ubican las trayectorias de cambio tecnológico ambiental y los factores involucrados en la selección de tecnologías ambientales.

1. Trayectorias Productivas y Aplicación de Tecnologías Ambientales

1.1 Definición de unidades analíticas

Con la finalidad de observar la aplicación diferenciada de tecnologías ambientales en cada trayectoria productiva, hemos decidido exponer los resultados con base en las fases críticas de transición de un momento evolutivo a otro. Es decir, nos interesa observar la transición productiva en relación con las aplicaciones de tecnología ambiental; esto es, qué sucede cuando la empresa cambia del momento I al II y del II al III. Con esta labor en mente, nos auxiliamos del esquema 4 del capítulo 2 para definir las unidades analíticas básicas, como se ilustra en el siguiente cuadro:

Cuadro 22

Unidades básicas de análisis para observar la evolución manufacturera y la aplicación de tecnologías ambientales.

Trayectoria	Empresa	Momento evolutivo
1	A	I
2	B, C, y D	I - II
3	E, F, y G	II
4	H e I	II - III
5	J y K	II - III
6	L	III

Fuente: Elaboración propia con base en esquema 4 del capítulo 2.

1.2 Análisis descriptivo de tipo de residuos por procesos

Antes de iniciar la discusión acerca de las aplicaciones de tecnología ambiental, creemos necesario ubicar los tipos de residuos generados en los procesos productivos de las filiales electrónicas. A partir de los recorridos hechos durante nuestras visitas y del tipo de productos identificados, clasificamos los diferentes procesos de producción y ubicamos sus puntos críticos de generación de residuos.

En total se identificaron cuatro procesos típicos, que se ilustran en los esquemas 6, 7, 8, 9 y 10, los cuales ubican los puntos de generación de residuos agrupados en el cuadro 23 de acuerdo a las partes comunes del proceso que los genera.

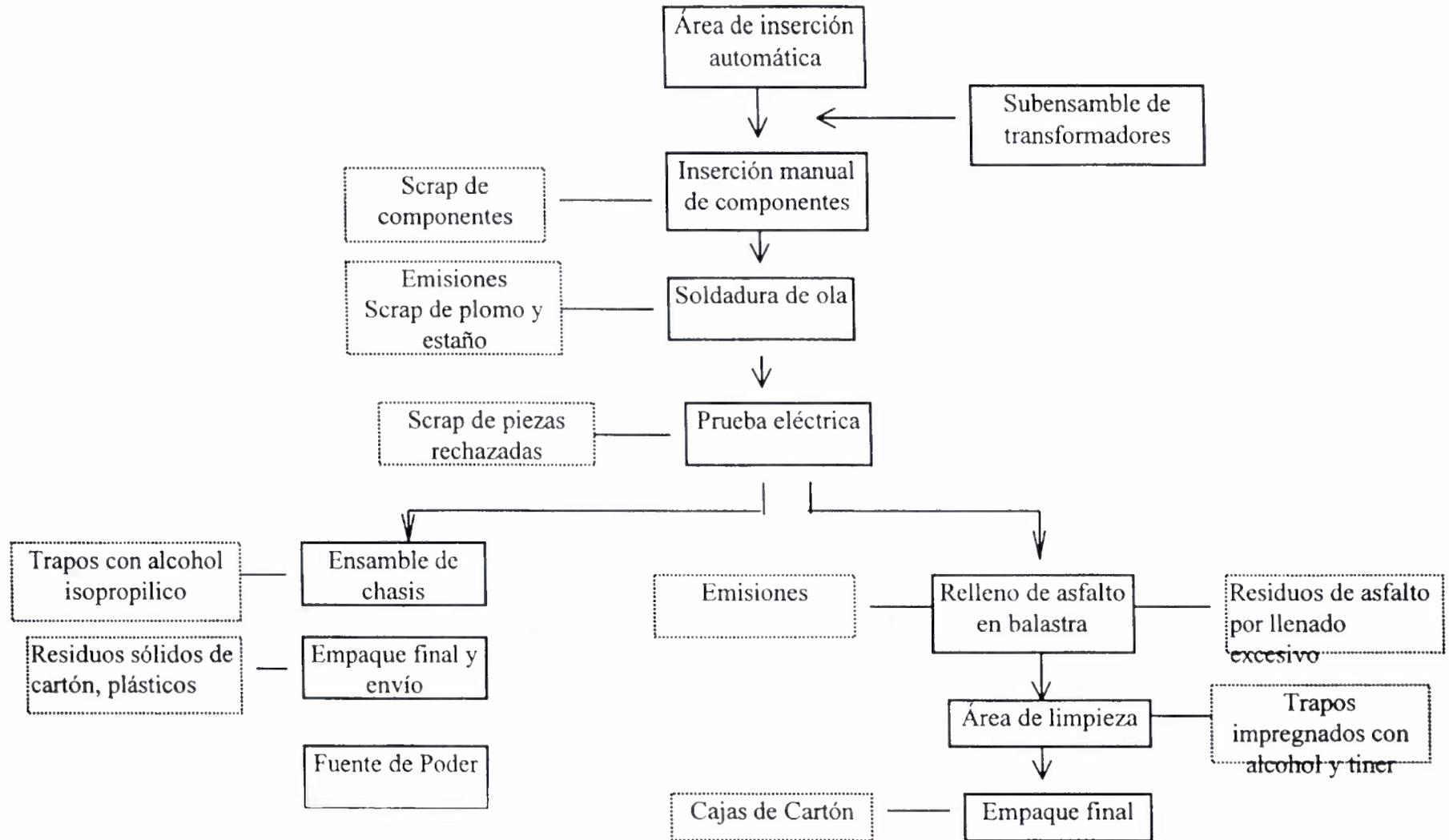
Cuadro 23
Identificación de residuos típicos en filiales electrónicas de Tijuana

<i>Tipo de residuo</i>	<i>Parte del proceso que lo genera</i>
Scrap de componentes	Inserción manual y automática de componentes
Emisiones a la atmósfera	Soldadura de ola Horno de curado para transformador Soldadura en horno
Scrap de plomo y estaño	Soldadura de ola
Scrap de piezas rechazadas	Área de pruebas eléctricas
Trapos impregnados con alcohol isopropílico	Ensamble de chasis Área de limpieza Inserción de E de acero
Residuos sólidos de cartón y plástico	Empaque final y envío
Cables de cobre dañados	Embobinado
Residuos de barniz	Área de barnizado
Scrap de silicón y polímeros	Mixión o mezclado de sustancias
Material no conforme y/o Scrap de tableros de silicon.	Moldeo Impresión Inspección final
Aceites y lubricantes	Horneado
Trapos impregnados de tolueno	Impresión
Scrap de gomas, cobre, níquel y estaño	Ensamble de componentes y aplicación de bases de soldadura
Generación de aguas residuales	Limpieza y pulido de piezas
Scrap de cerámica por perforación	Operación Dobbing Área de corte
Trapos impregnados con tinta de tuxeno	Troquelado de vías, Rellenado de vías, Impresión de placas y Laminación

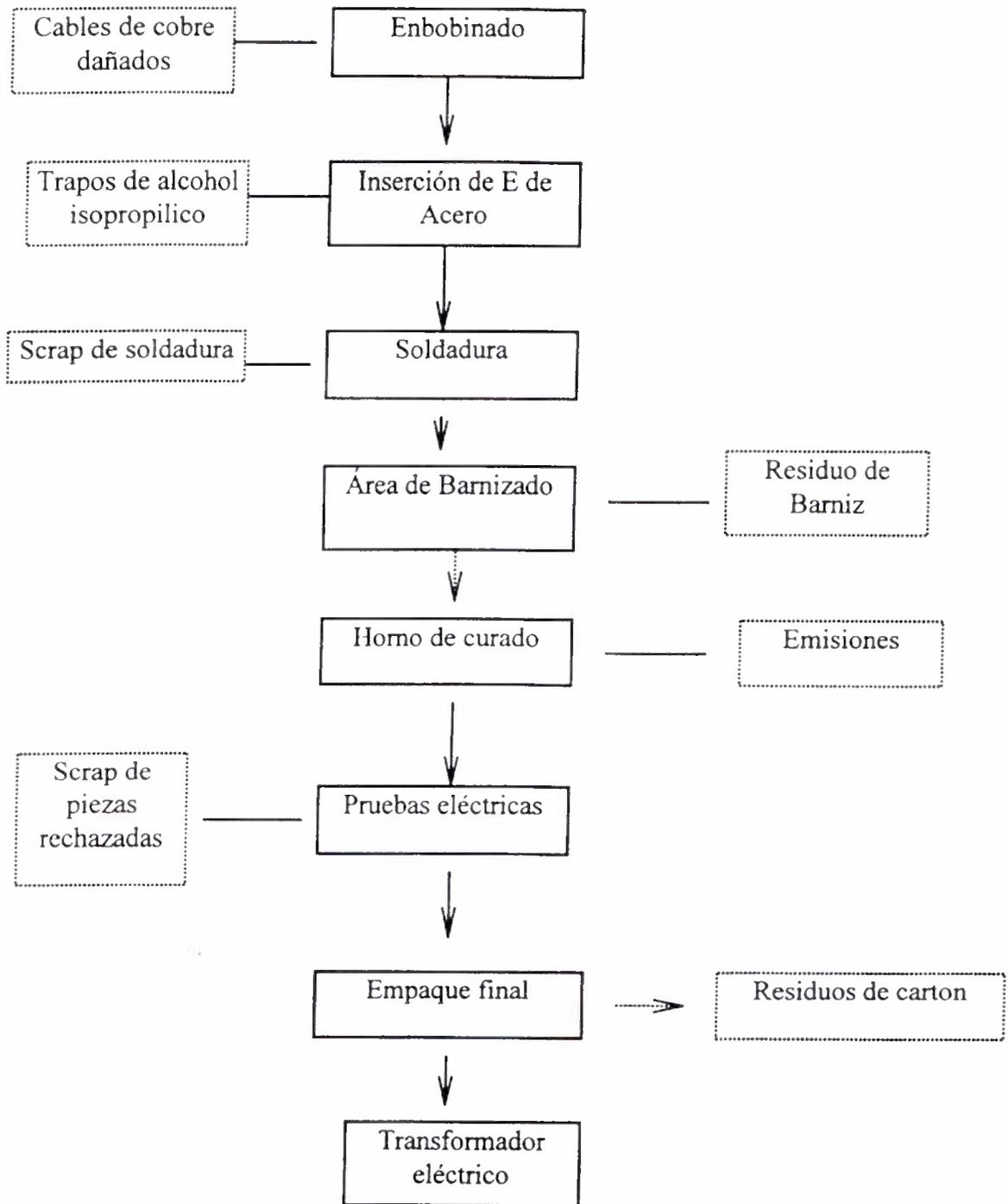
Fuente: Elaboración propia con base en recorridos al proceso de las plantas visitadas.

Esquema 6

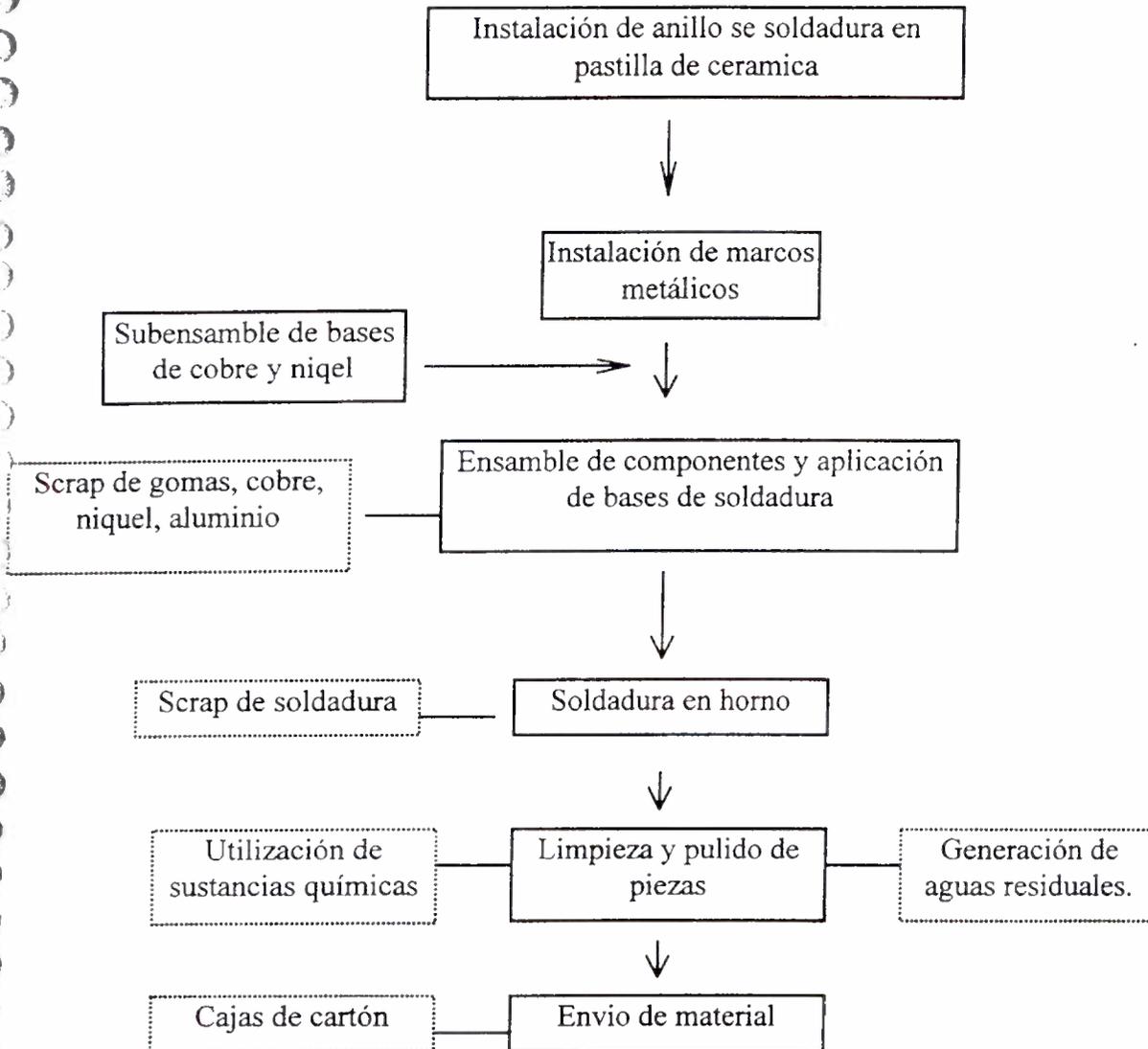
Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos
Productos: Placas de circuitos integrados, Fuentes de Poder y Balastras electrónicas



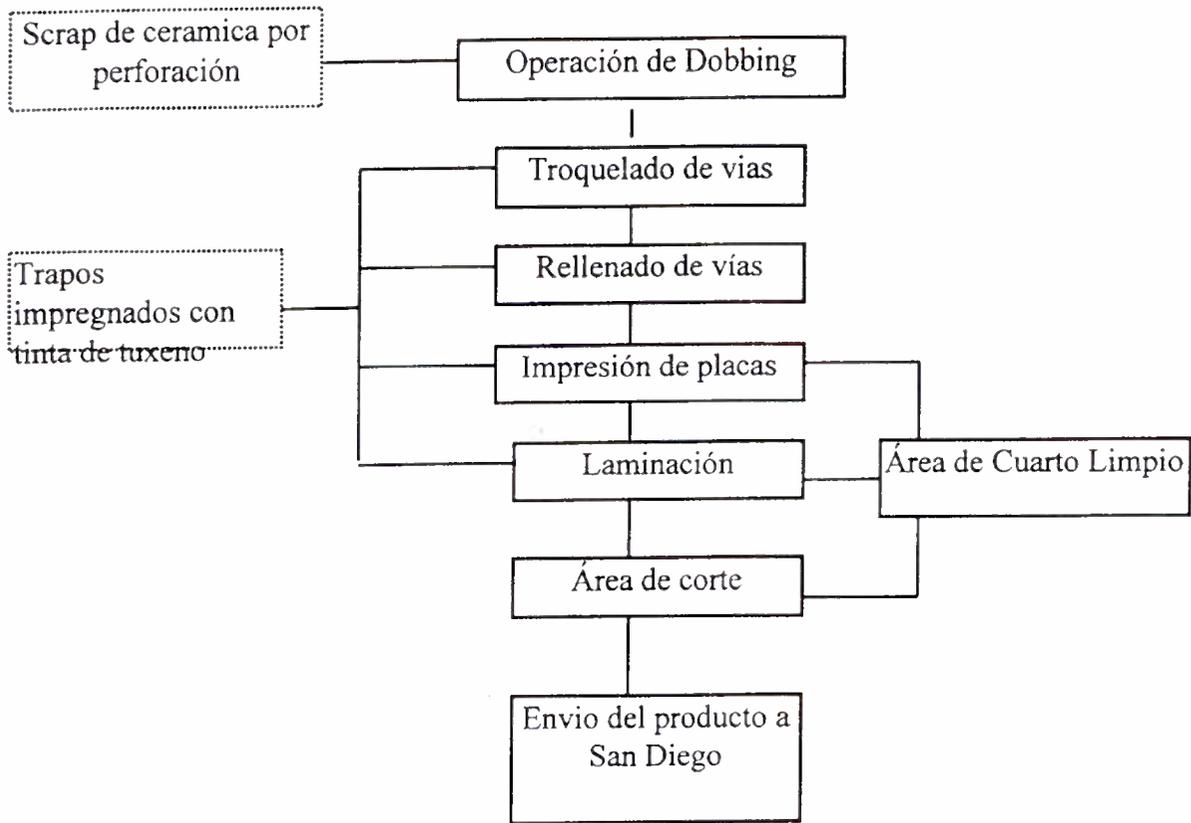
Esquema 7
Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos
Producto: Transformadores eléctricos



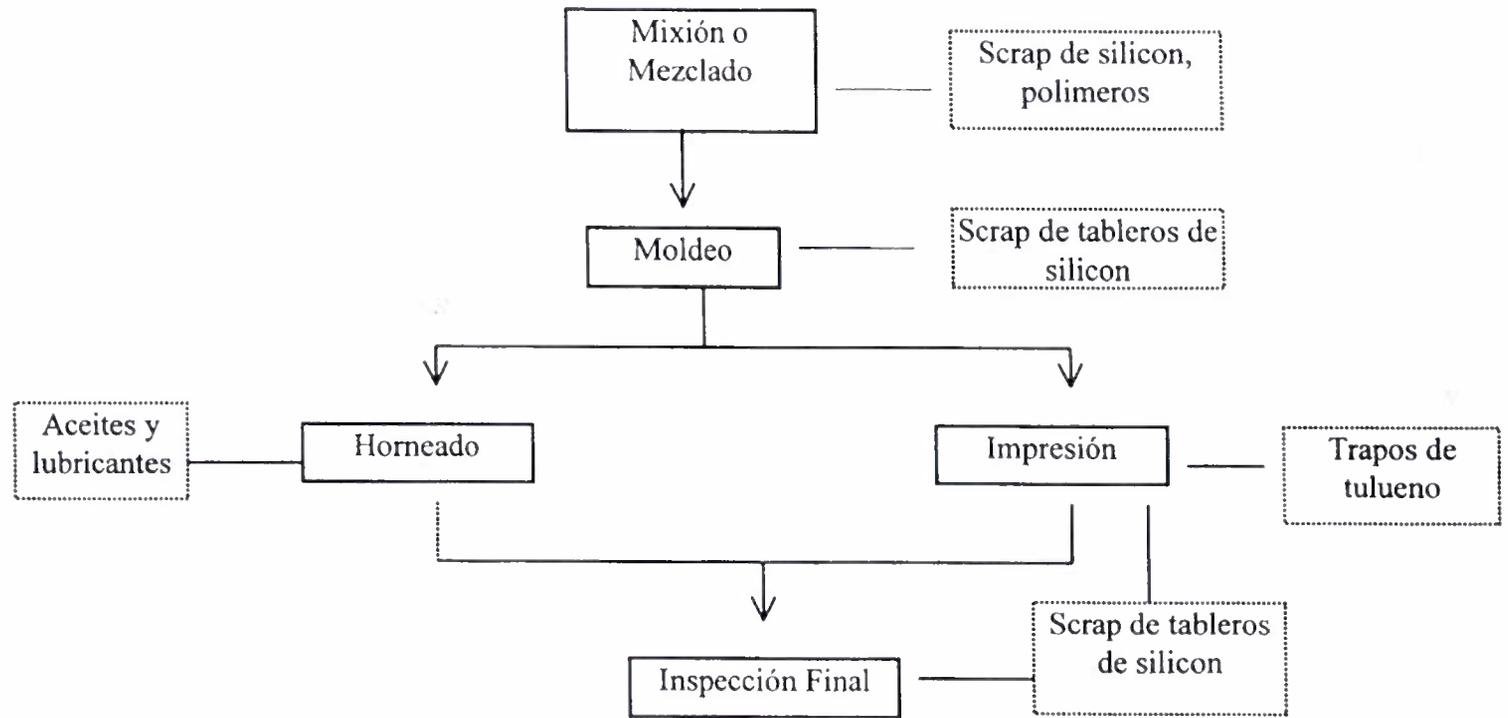
Esquema 8
Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos
Productos: Paquetes de microonda y radio frecuencia



Esquema 9
Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos
Producto: Bases de cerámica y radio frecuencia



Esquema 10
Proceso de manufactura y puntos de generación de residuos
Producto: Tableros de silicon para aparatos electrónicos



Fuente: Elaboración propia en base a visita de planta.

2. Caracterización ambiental por momentos evolutivos

2.1 Intensificación en el trabajo. Aspectos ambientales en su relación productiva

Desde el punto de vista de los clientes, la actividad ambiental es concebida como un requisito administrativo de la empresa ensambladora para continuar su funcionamiento. En este sentido, los clientes de esta empresa no exigen el cumplimiento de algún estándar de protección ambiental, durante el ensamble de sus productos, pues consideran que éste es responsabilidad de la empresa que elabora su producto. Antes bien, su única exigencia clara es la producción creciente con mejores niveles de calidad en el ensamble. Esta tendencia fue evidente en el gerente de la planta A, cuando nos comentó que "...a nuestros clientes no les preocupan las actividades relacionadas con el medio ambiente; sólo les interesa que sus pedidos de producto sean ensamblados de acuerdo a las especificaciones solicitadas..."

De esta manera, los intercambios de información entre estas plantas y sus clientes se limitan al pedimento de lotes de producción y las especificaciones particulares de los productos ensamblados, quedando la protección ambiental fuera de toda consideración. Al respecto, el gerente de la planta A nos comentó que "con nuestros clientes la comunicación se concentra en las órdenes de producción, dejándonos al personal administrativo la responsabilidad de cumplir con los requisitos ambientales necesarios para que la empresa no deje de funcionar (...) pues a ellos les interesa que continuemos ensamblando sus productos".

Como podemos observar en el esquema 11, la empresa A, después de 10 años de su fundación, empezó a instrumentar tecnologías tendientes a proteger el medio ambiente. El principal motivo para instrumentar tecnologías ambientales durante este periodo tiene relación con las disposiciones de la regulación ambiental. Al respecto nos comentó la encargada del área ambiental de la empresa A que "...desde 1993 recibimos

Esquema 11
Trayectoria productiva y Tecnología Ambiental
Empresas en Momento Evolutivo I

Trayectoria	Empresa	1983	1984	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Trayectoria 1	A		I	→								I
								MR SM		M		

Fuente: Elaboración propia con base en esquema 5 y anexo 3.

Tipos de tecnología

- CM Control de emisiones
- MR Manejo de residuos
- RPP Rediseño de productos con procesos ambientales
- SM Segregación de materiales
- M Monitoreo
- PRS Programa de Reducción de Scrap
- R Reciclaje

auditorías y visitas de las autoridades ambientales... en aquel año fuimos multados por no tener en regla nuestros trámites ambientales (...) por ello a partir del siguiente año hemos tenido cuidado en dar continuidad a las actividades de manejo de residuos y segregación de materiales, con el propósito de cumplir con la regulación ambiental...”

Como pudimos observar en el recorrido por las instalaciones de esta planta, las tecnologías ambientales utilizadas se refieren a técnicas de recolección de residuos y segregación de materiales, donde éstos se recogen cada dos días por un trabajador de la línea; pues, según nos comentó su encargada de asuntos ambientales, “...somos microgeneradores por lo cual no es necesaria la aplicación de técnicas de mayor alcance para manejar nuestro residuos”. De esta manera, podemos decir que la aplicación de tecnologías ambientales evolucionó de no aplicar ningún tipo de manejo ambiental hacia la instrumentación de técnicas mínimas de control de sus residuos.

Forma de organización para implementar tecnologías ambientales

Comúnmente, el departamento de materiales se encarga de conducir las actividades de manejo ambiental. Sin embargo, con el incremento de la producción y la aparición de nuevas obligaciones ambientales se ha hecho necesaria la creación de un área dedicada al manejo ambiental. Es el caso de la empresa A, donde a partir de 1997 “el incremento en nuestras líneas de producción y de nuestros trámites administrativos hicieron necesario la creación del departamento de medio ambiente, con la finalidad de dar mayor continuidad a estas actividades...”

En esta empresa la incorporación de tecnologías ambientales coincide con la contratación de servicios de asesoría ambiental (1994) (ver cuadro 24). Al respecto, nos comentó el gerente ambiental de la planta A: “...antes (de 1993) no teníamos ningún problema con el manejo de sus residuos; pero que con la exigencia de mayores trámites

Cuadro 24
 Trayectoria Productiva y Ambiental
 Empresa en Momento Evolutivo I

Aspectos productivos	Empresa A Inicio de operaciones: 1984														
	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
Actividades más importantes															
Momento Evolutivo I															
Ensamble Final															
Acopio y procesamiento de informac.															
Momento Evolutivo II															
Capacitación a gerentes y empleado															
Certificación ISO 9000															
Adaptación y rediseño de procesos															
Adquisición de materias primas															
Adaptación y rediseño de productos															
Momento Evolutivo III															
Fabricación de componentes															
Diseño del producto															
Gestión Financiera															
Investigación y Desarrollo															
Organización del trabajo															
Momento Evolutivo I															
Rotación de tareas															
SCTRP															
Momento Evolutivo II y III															
Control estadístico de procesos															
JIT en inventarios															
JIT en procesos															
Multicalificación															
Manufactura celular															
Círculos de calidad															
Equipos de trabajo															
Descentralización en el piso															
Unidades de negocio															
Reducción de scrap															
Aspectos ambientales															
Formas de organización															
Cambio en prácticas admitivas															
Creación de equipos de trabajo (com.mixta)															
Creación de departamentos															
Cambio en relaciones con gobierno															
Asesora Ambiental															
Equipo de trabajo para obtener ISO 14000															
Certificación ISO 14000															
Rediseño del producto															
Programa de investigación															
Cambio de materiales															
Tipos de tecnología Ambiental															
Control de emisiones															
Manejo de residuos															
Segregación de materiales (cartón y plast)															
Monitoreo															
Programa de reducción de scrap															
Reciclaje															
Rediseño de procesos y producto															

* Para definir las formas de organización del trabajo del momento III se toma como referencia la función de ingeniería de diseño de productos y procesos

administrativos para cumplir con la normatividad fue necesario contratar los servicios de un asesor ambiental...”

En términos generales, las funciones del área ambiental se limitan al seguimiento administrativo de las actividades relacionadas con el medio ambiente, además de elaborar sugerencias sobre prácticas ambientales al personal en línea de producción. Al respecto el gerente ambiental de la planta A nos comentó que, “nosotros nos encargamos de que las entradas y salidas de insumos y residuos sean registrados adecuadamente en las bitácoras de diarios correspondientes; además, en coordinación con el departamento de producción, elaboramos sugerencias para mejorar el desempeño ambiental de la planta”. De esta manera, la aplicación de estas tecnologías (i.e manejo de residuos, monitoreo y segregación de materiales) se asocia al seguimiento administrativo, permitiendo que su aplicación se realice sin tener conocimientos previos de manufactura.

2.2 Rasgos ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos

Para exponer las características asociadas a la evolución de tecnologías ambientales desde el momento I, hemos decidido tomar como unidad básica de análisis a dos grupos de empresas arropadas en la trayectoria 2 y 3 de nuestra clasificación (ver cuadro 22). En el primer grupo se encuentran las empresas que nacieron en el momento I y que han transitado hacia el momento II; es decir, aquellas que nacieron realizando labores de ensamble y que paulatinamente han incorporado funciones de proceso. En este primer grupo se encuentran las empresas B, C y D. En el segundo grupo se encuentran las plantas que desde que iniciaron su vida productiva han realizado actividades de manufactura como empresas filiales transnacionales, nos referimos a las plantas E, F y G.

2.2.1 Aspectos ambientales en su funcionamiento operativo

Respecto a la planta D, su política ambiental corporativa ha sido un aspecto importante en su desempeño ambiental. Al respecto el encargado de asuntos ambientales nos comentó que, “por las

exigencias de mercado de nuestro principal producto, nuestra prioridad es cumplir con la normatividad ambiental del corporativo, procurando también cumplir con la normatividad local... para no tener problemas con las autoridades ambientales locales”.

En especial, este comportamiento ha tenido lugar desde que fue adquirida por un nuevo corporativo en 1996. Como nos señaló el encargado de asuntos ambientales, que laboraba en esta empresa desde antes de que fuera comprada, “...con el cambio de dueño no tan sólo se requirieron mayores niveles de calidad y diferenciación en nuestro producto, sino que la corporación nos exigió la adopción de principios mínimos de control ambiental”.

Esta tendencia también se manifiesta en empresas que nacieron con características del momento evolutivo II. En términos generales, estas plantas se orientan hacia el cumplimiento ambiental exigido en sus principales mercados. Por ejemplo, en la planta E el establecimiento de principios sobre manejo de residuos ha estado presente desde su fundación en 1990, principalmente debido a las exigencias ambientales del mercado al que dirigen sus productos. Según nos explicó su gerente de planta, “el seguimiento de estándares ambientales es un requisito indispensable para conseguir contratos de compra venta de nuestro producto, si llegamos a fallar en alguna normatividad, corremos el riesgo de que nuestra matriz cancele sus pedidos”. Por esta razón, nos dice su gerente “...la corporación mantiene una vigilancia continua respecto a nuestro desempeño ambiental (...) con visitas y auditorias cada tres meses nos verifica la documentación correspondiente al manejo de residuos, además de que cada mes un ingeniero de esta planta se traslada a la matriz para recibir cursos sobre manejo ambiental”.

Por su parte, en la empresa F la política ambiental corporativa se incorpora al funcionamiento de esta empresa desde 1996. En este año, según nos comenta su gerente de planta, “iniciamos los trabajos tendientes al logro de la certificación ambiental ISO 14000 (..) para garantizar la entrada de nuestro producto a nuevos mercados (...) donde se exige la aplicación de principios sobre manejo ambiental”. Por ese motivo, el personal del comité ambiental ha recibido

cursos de capacitación en esta planta pagados por la corporación. Esta capacitación ha incluido la visita a otras plantas de la red que ya obtuvieron la certificación.

La empresa G es la excepción a esta tendencia. Aquí no existe una política ambiental corporativa; ésta se encuentra implícita en su política de eficientización de procesos. Como nos señaló su gerente de planta, "en términos generales la corporación no exige el cumplimiento de lineamientos ambientales específicos, sólo nos exige disminuir los costos asociados a la operación de la planta (...) en este sentido, la política ambiental del corporativo tiene sentido en la medida que nos exige reducir costos de operación, vía la disminución de costos por disposición de residuos". Sin embargo, según nos comentó, "...en las últimas entregas de pedido nuestros clientes han exigido pruebas de un manejo ambiental más riguroso (...) esto ha implicado que empezamos a preocuparnos por seguir principios mínimos de desempeño ambiental para satisfacer las exigencias de nuestros clientes (...) por lo que no descartamos que en un futuro no muy lejano tengamos líneas ambientales específicas de parte de nuestra corporación".

Sin embargo, la regulación ambiental es sin lugar a dudas el principal motor para que las empresas en transición del momento I al II y del momento II instrumenten tecnologías ambientales. En especial, aquellas relacionadas con el manejo de residuos, monitoreo y segregación de materiales (ver esquemas 12 y 13).

Por ejemplo, para la empresa B la normatividad ambiental se presentó como un requisito prácticamente desde su fundación. Según nos comentó su gerente, "cuando iniciamos actividades en 1993 nos pidieron como requisito para instalar nuestra empresa la elaboración de un manifiesto de impacto ambiental (...) desde entonces cada ocho meses vienen a inspeccionar nuestras actividades ambientales, por lo cual tenemos cuidado en llevar a cabo las medidas necesarias para recolectar y disponer los residuos generados (...) básicamente con la finalidad de entregarlos a empresas encargadas de reexportarlos hacia Estados Unidos". En una situación similar se encontró la empresa C, según nos comentó su gerente de producción; cuando "en 1993 esta planta decidió trasladarse a las instalaciones actuales tuvieron la necesidad de realizar un conjunto de trámites

ante las autoridades ambientales (...) desde entonces damos seguimiento a nuestras actividades de manejo de residuos y monitoreo" (ver esquema 12).

En estas empresas las actividades de manejo de residuos consisten en la recolección scrap de componentes (v. gr. transistores, resistencias), además de los residuos de plomo y estaño generados en sus áreas de inserción automática y soldadura de ola, respectivamente.

2.2.2 Implicaciones administrativas del control de residuos.

La necesidad de adoptar tecnologías de manejo de residuos, monitoreo y segregación de materiales ha desembocado en la creación de instancias especializadas en cuestiones ambientales. Como podemos observar en el cuadro 25, la creación de la comisión mixta de higiene y seguridad de las empresas B y C coincide con la aplicación de estas tecnologías, mientras que en la empresa D las tecnologías de manejo ambiental y monitoreo hacen necesaria la creación del departamento ambiental después de un año de haber sido instrumentadas.

Estas actividades son supervisadas por las comisiones y/o departamentos ambientales creadas al interior de cada empresa. Básicamente, la supervisión que llevan a cabo se refiere al seguimiento de los trámites administrativos relacionados con el manejo de residuos. Estas instancias también se encargan de llevar a cabo actividades relacionadas con el control de emisiones y monitoreo.

Por ejemplo, en las empresas B y C la gerencia de producción, materiales y recursos humanos actúan a través de la comisión de higiene y seguridad para llevar a cabo los trámites administrativos referidos al manejo de residuos. Ellos tienen a su cargo personal encargado de las cuestiones ambientales que reciben órdenes directas de la comisión. Como nos comentó el gerente de la planta C "aunque en la comisión participamos varios gerentes tenemos personas especiales encargadas de la recolección de residuos en línea, además de una persona responsable del almacén de residuos..."

Por su parte, en la planta D, durante el seguimiento de las actividades ambientales no sólo participa el departamento ambiental de esta planta, sino también la gerencia del medio ambiente

del corporativo. Según nos señaló el encargado del área ambiental, "desde 1996, cada seis meses el corporativo nos envía un asesor ambiental para actualizarnos en los requerimientos ambientales de la compañía (...) en especial respecto a los aspectos legales del manejo de residuos correspondientes a la legislación de Estados Unidos, principal mercado de nuestro producto..." En esta empresa la aplicación de tecnologías ambientales también se ha apoyado en el intercambio entre la corporación y esta empresa de ingenieros dedicados al manejo ambiental. Precisamente, al momento de hacer nuestra visita a esta empresa, el gerente del medio ambiente se encontraba en la planta matriz recibiendo cursos sobre manejo ambiental. A su regreso el gerente nos comentó que "...los cursos que recibí se centraron en el manejo de residuos y en la aplicación de procedimientos necesarios para realizar las actividades de monitoreo..."

En síntesis, los departamentos del medio ambiente y/o comisiones mixtas de seguridad realizan labores de supervisión administrativa de sus actividades ambientales. En especial, las referidas a la recolección y disposición de residuos para enviarlos a su país de origen, el monitoreo continuo de estas actividades y el control de las emisiones; todas ellas, con la finalidad de cumplir lo dispuesto en la normatividad ambiental.

En este sentido, los cambios más importantes por la instrumentación de estas tecnologías han ocurrido en la modificación a sus técnicas de administración interna. En las empresas B y C estos cambios tienen lugar a partir de 1994, mientras que en la planta D éstos se presentan desde 1996 (ver cuadro 25). Al respecto, nos comentó un gerente que "...con la presencia de mayores obligaciones ambientales y el incremento de residuos en la línea de producción se hizo necesaria la creación de un área especializada en cuestiones ambientales, lo cual involucró cambios en las técnicas de administración internas referidas al manejo de residuos..."

2.2.3 Conocimiento manufacturero y formas de organización productiva en el control de residuos

Tanto en empresas que han transitado del momento I al II como en aquellas que nacieron en el momento II, las actividades correspondientes a la reducción de scrap se presentan como una

tarea propia de la ingeniería de manufactura en búsqueda por eficientizar sus procesos. Aun cuando este programa no forma parte de las actividades de protección al medio ambiente, influye en su desempeño ambiental por su orientación hacia la disminución de residuos tanto por la posibilidad de disminuir los productos rechazados por algún defecto (actividades de eficientización de procesos), como por la oportunidad de disminuir los costos por disposición al rebajar la cantidad de residuos generados durante el proceso. Así, como tecnología ambiental en las empresas en transición del momento I al II, el programa de reducción de scrap aparece entre 1996 y 1998, mientras que en empresas que nacieron en el momento II éste aparece entre 1990 y 1997 (ver esquemas 12 y 13).

En entrevistas directas con gerentes de planta y ambientales, la búsqueda por disminuir los costos por disposición de residuos se presenta como el motor principal para implementarlo. Al respecto, el gerente de la empresa B nos comentó que, "...con el incremento constante en el precio por disposición de residuos, este año (1998) empezamos a instrumentar medidas tendientes a reducir la cantidad de scrap producida durante el proceso..." En el mismo tono se manifestó el gerente de la planta C cuando nos comentó que "...desde 1993, cuando empezamos a adoptar procesos con un presupuesto anual para ejecutarlos, procuramos cuidarlo a través de medidas que permitan ahorros en nuestros gastos de operación".

La disminución de costos por disposición de residuos es una realidad para un gerente de planta, quien nos comentó que "...desde el año pasado (1997) que instrumentamos este programa hemos tenido una reducción del 30% en nuestros gastos por disposición de residuos", mientras que para el gerente de la planta G la implementación del programa ha implicado ahorros en aproximadamente 30 mil dólares en reducción de scrap.

Por su parte, en la empresa D este programa ha permitido disminuir los costos de disposición debido a una mayor coordinación con sus proveedores. Como nos comentó su gerente de planta, "al tener un mayor control sobre las actividades de proceso podemos detectar los errores

en las especificaciones de los insumos, con lo cual estamos en la posibilidad de realizar pedidos con las especificaciones correctas y la cantidad requerida”.

La coordinación con los proveedores para reducir la cantidad de insumos dañados se ha complementado con medidas en el área de almacén y la línea de ensamble. El primero ha incluido desde la aplicación de procedimientos para ordenar los materiales hasta la aplicación de técnicas como el justo a tiempo en inventarios, mientras que el segundo ha implicado actividades de capacitación orientados al ensamble correcto de los componentes en la línea. Al respecto el gerente ambiental de la planta D señaló que “...la capacitación en la línea de ensamble se promueve que los componentes sean manejados adecuadamente desde los operadores de almacén hasta las operarias en el área de inserción manual (...) todo esto lo hemos reforzado desde que implementamos el programa de reducción de scrap, en 1997”.

En la planta C su instrumentación tuvo lugar en 1994, después de la implementación del justo a tiempo en procesos (ver cuadro 25). Según nos comentó su gerente de planta, “esta técnica nos ha permitido asignar las cantidades de insumos requeridas para determinada orden de producción, atendiendo a la demanda y especificación del cliente (...) con ello tenemos un mayor control sobre los insumos suministrados a la línea de producción, restringiendo el desperdicio a cuotas específicas de acuerdo a la producción solicitada”. A su vez, en la empresa G, desde 1997 se tuvo la posibilidad de manejar los insumos en la línea de producción atendiendo a la demanda y especificación del cliente, lo cual permitió tener mayor control sobre los insumos suministrados a la línea de producción (ver cuadro 26). En este sentido, su gerente afirmó que “...el justo a tiempo en procesos nos ha permitido disminuir la cantidad desperdiciada de alambre de cobre utilizada en el área de embobinado (...) con esta técnica podemos asignar las cantidades específicas de alambre para determinado número de embobinados...”

En consecuencia, este programa también ha permitido identificar las celdas donde se están desperdiciando materiales y generar propuestas para reducir las pérdidas de insumos y productos. Así, la verificación puntual de las condiciones de producción es clave para identificar las fallas que

se están produciendo en las líneas de producción (v. gr. fallas en los componentes de ensamble, problemas con máquinas de inserción).

En esta perspectiva, la elaboración de reportes semanales sobre los problemas presentados en línea y la manera en que fueron resueltos, además de las reuniones entre ingenieros de proceso, supervisores y trabajadores, son piezas clave en la identificación de problemas. Por ejemplo, en la empresa E su gerente de planta nos comentó que cada semana se reúne con los supervisores de cada línea, ingenieros de manufactura y calidad para platicar acerca de la productividad, seguridad y reducción de scrap: "...estas reuniones son muy provechosas pues nos permiten identificar problemas y sugerir soluciones (...) así como dar seguimiento constante a nuestras actividades de mejoramiento continuo..." Estas actividades son prácticas necesarias en virtud de que "...los cambios en las especificaciones de producto implican diferentes requerimientos ambientales de nuestro corporativo..." En otras empresas como la G, se monitorean diariamente los procesos bajo los objetivos de la producción. Si el scrap generado supera la cantidad que se tenía planeada, se verifican los procesos para encontrar las fallas durante la manufactura.

En síntesis, las formas de organización necesarias para implementar el programa de reducción de scrap se refieren a la aplicación del justo a tiempo (en inventarios y procesos) y el trabajo en equipo de gerentes, supervisores y operadores. Las cuales requieren de conocimientos sobre las actividades de manufactura para ser instrumentadas como parte de sus acciones de eficientización de procesos.

2.2.4 El camino sinuoso de la aplicación de conocimientos manufactureros en actividades ambientales

No obstante su importancia, como podemos observar en los cuadros 25 y 26 en casi todas las empresas este programa se instrumenta después de un camino gradual, en el que se suceden actividades orientadas hacia la eficientización de procesos. A pregunta expresa de por qué este programa se aplicaba hasta el final, el gerente de producción de la planta B nos comentó que "a partir de que empezamos a realizar actividades de proceso nuestra primera tarea se orientó hacia

la adaptación de procesos consistentes con las especificaciones de nuestro producto (...) esto fue una condición básica para darnos cuenta de las partes del proceso en las que podíamos actuar para disminuir los residuos generados". Por su parte, el gerente de planta D nos señaló que, "cuando empezamos a realizar los ajustes necesarios en la línea de producción para disminuir tiempos muertos, nos dimos cuenta que podíamos realizar algunas actividades que disminuyeran la cantidad de residuos (...) casi fue por casualidad que nos dimos cuenta (...) pero con el incremento en los costos por disposición de residuos, estas actividades se hicieron necesarias para disminuir nuestros costos de operación".

Sin embargo, la instrumentación gradual de otras técnicas de eficientización de procesos no se cumple en el caso de la empresa E. Como podemos observar en el esquema 13, esta empresa implementó el programa de reducción de scrap inmediatamente después de su creación en 1990. Según nos comenta su gerente de planta, ello se debió a que cuando iniciaron operaciones los costos por disposición de residuos eran muy elevados, "...por lo que tuvimos necesidad de disminuir nuestros residuos en proceso prácticamente desde que iniciamos operaciones, además de ser un requerimiento de la política ambiental del corporativo..."

Un elemento, que sin estar asociado directamente con la implementación del programa, ha tenido implicaciones importantes para reducir la cantidad de scrap en proceso nos referimos al reordenamiento de las líneas de producción. Por ejemplo, en la planta G, según nos comentaba su gerente de planta "cuando las líneas se organizaban en lotes generamos mayor scrap que ahora que nos organizamos en flujo continuo (...) esta forma de organizar el proceso nos ha permitido disminuir la cantidad de insumos en el almacén". Al respecto, la gerente de esta planta nos platicó sobre la generación de residuos de cajas de empaque: "...con las líneas en lotes teníamos necesidad de empacar los transformadores para llevarlos al área de inserción manual (...) ahí desempacarlos y tirar las cajas; ahora, con el diseño en flujo continuo, el producto pasa directamente al área de ensamble..."

De acuerdo a estos testimonios y las características observadas en el cuadro 25 y 26, podemos distinguir tres fases antes de llegar a la reducción de scrap por rediseño de procesos:²⁸

1ª. Adaptación y rediseño de procesos a condiciones locales (i.e la adaptación del proceso de acuerdo a las especificaciones del producto), que un contexto de incrementos en los costos por disposición aceleró la implementación de programas de reducción de scrap,

2ª. Reducción de tiempos muertos en la línea de ensamble, a través de la rotación de tareas, círculos de calidad, equipos de trabajo y manufactura celular, que en algunas empresas ha implicado también el reordenamiento de las líneas de producción, de líneas organizadas en lotes de producto a líneas ordenadas en flujo continuo.

3ª. Implementación del programa de reducción de scrap. Mediante la aplicación de formas de organización que incluyen el trabajo en equipo de ingenieros, supervisores y operadores, la implementación del justo a tiempo en inventario y procesos, además de la elaboración de reportes periodicos sobre problemas y soluciones. Estas formas de organización se presentan como actividades críticas en la instrumentación del programa de reducción de scrap.

Bajo esta tesis, la instrumentación del programa de reducción de scrap requiere la existencia de conocimientos acerca del proceso de producción. Básicamente, debido a que su aplicación ocurre después de haber sido instrumentadas otras medidas relacionadas con la eficientización de procesos, (justo a tiempo en inventarios y procesos, disminución de tiempos muertos), que requieren de conocimiento importantes sobre las actividades manufactureras. Sin embargo, no tan solo la aplicación de conocimientos manufactureros son relevantes (vía ingenieros, técnicos y supervisores), sino también las formas de organización del trabajo que le dan sustento y apoyan las actividades de eficientización de procesos. En particular, nos referimos a la

²⁸ La identificación de fases no presupone la aparición secuencial y lineal de cada una de ellas hasta llegar al programa de reducción de scrap, pues como lo muestra la evidencia empírica después de cualquier fase cabe la posibilidad de implementar medidas que reduzcan los desperdicios en procesos. Con este planteamiento, mas bien de lo que se trata es de enfatizar que la búsqueda por eficientizar procesos es un paso previo a la implementación de este tipo de programas, lo cual confirma nuestro planteamiento original de que los

instrumentación de equipos de trabajo, manufactura celular, rotación de tareas y los grupos de mejoramiento continuo de procesos que propician un ambiente de colaboración y flujo de información entre los involucrados en las actividades de producción.

2.2.5 Fases de aplicación de tecnologías ambientales: Conocimiento manufacturero vs actividades ambientales

En cuanto a la instrumentación del programa de reducción de scrap, es importante mencionar que, aun cuando estas actividades tienen implicaciones ambientales, éstas no forman parte de las funciones del área ambiental. Al respecto, el gerente ambiental de la planta D afirmó que “no participamos en su instrumentación debido a que este programa involucra actividades de rediseño de procesos, labor que realiza la gerencia de manufactura donde nosotros poco o nada tenemos que hacer...” En el mismo tono se manifestó el gerente de la planta C cuando nos señaló que “la responsabilidad de la comisión mixta de higiene y seguridad se limita al manejo de residuos y al monitoreo con la finalidad de cumplir la normatividad (...) pero las actividades de procesos orientadas a disminuir la cantidad de residuos son responsabilidad de los ingenieros de manufactura”. Esta separación es evidente en empresas que han nacido en el momento II, como nos comentó el gerente de la planta F: “las actividades de reducción de scrap no forman parte de las responsabilidades del comité de medio ambiente (...) en nuestra empresa éste se encarga de conducir las actividades administrativas relacionadas al medio ambiente...”

En este sentido identificamos dos tendencias organizacionales respecto a la protección ambiental claramente diferenciadas en empresas I-II y II. Por un lado, tenemos el departamento ambiental que se encarga de llevar a cabo los trámites administrativos referidos a tecnologías que tienen como meta cumplir con la normatividad ambiental; mientras que por otro, tenemos que las actividades de reducción de scrap como mecanismo para reducir los costos por disposición de residuos, requieren de conocimientos de manufactura para llevar a cabo sus actividades, lo que

conocimientos manufactureros en este nivel de maduración productiva, son importantes en la aplicación de

implica que actividades sean llevadas a cabo por la ingeniería de manufactura y, por tanto, no existe una vinculación directa con el departamento área ambiental.

En esta perspectiva, para empresas que han transitado del momento I al II y el momento II, la instrumentación de tecnologías ambientales ocurren en dos fases:

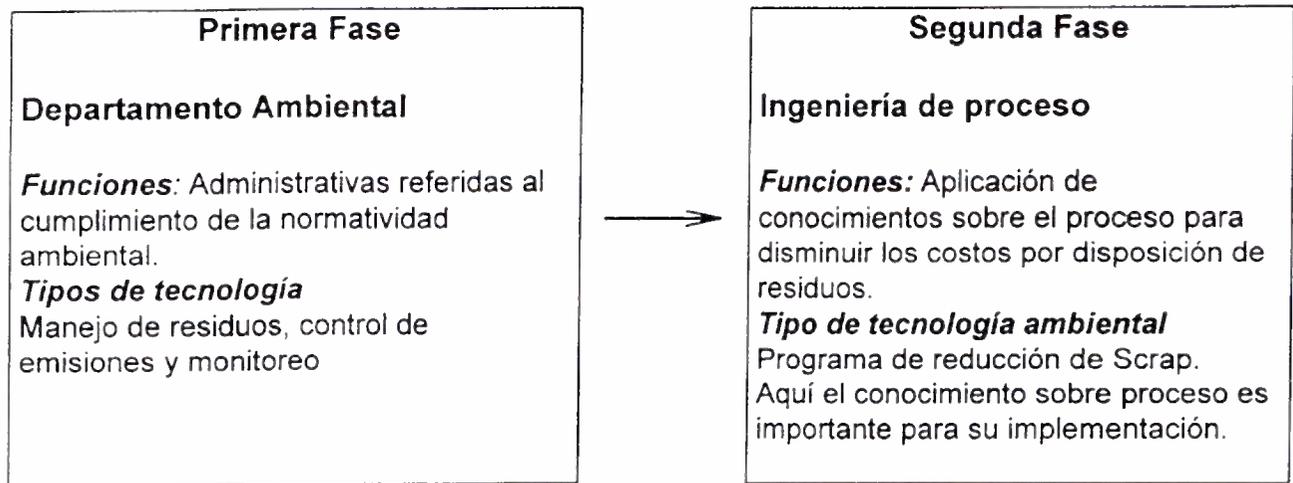
1ª fase: Implementación de tecnologías referidas al control de emisiones, manejo de residuos, segregación de materiales y monitoreo, donde el factor determinante para instrumentarlas es la regulación ambiental y en algunos casos, la política ambiental del corporativo.

2ª fase: Instrumentación de tecnologías que involucran la reducción de residuos a través del rediseño de procesos, básicamente a través del programa de reducción de scrap, el cual como tecnología ambiental busca la reducción de costos por disposición de residuos generados durante el proceso. Aquí, la existencia de conocimientos sobre la manufactura y el justo a tiempo en inventarios y procesos son requisitos importantes para su implementación.

Como resultado de estas consideraciones, se observó que estas empresas tratan de controlar sus residuos en dos niveles básicos: por un lado, tratan de manejar adecuadamente los residuos inherentes a sus procesos y, por otro lado, implementan medidas tendientes a reducir la cantidad de scrap durante el proceso. La lógica que sustenta esta última aplicación es el hecho de que, mientras se tengan menores cantidades de residuos los costos por su disposición final serán mínimos (ver cuadros 29 Y 30).

Cuadro 29

Fases de aplicación de tecnologías ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos.



Fuente: Elaboración propia con base en visitas a plantas B, C, D, E, F y G.

Cuadro 30

Evolución de competencias manufactureras y ambientales en momentos de transición e intensificación de procesos.

Papel de la empresa en la red corporativa	Naturaleza de los procesos	Nivel de conocimiento manufacturero	Tipo de tecnología
Empresas Shelter y subcontratación manufacturera	Ensamble simple	Actividades de supervisión en línea de ensamble	Aplicación de tecnologías mínimas de control de residuos
↓			
Empresa filial con asignación de presupuesto financiero	Proceso de manufactura	Ingeniería de procesos y rediseño incremental de productos	Aplicación de tecnologías ambientales en dos fases: a) tecnologías referidas al control de emisiones, manejo de residuos y monitoreo para cumplir regulación, y b) tecnologías para reducir la cantidad de residuos, mediante el rediseño de procesos

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias productivas y ambientales (ver anexos 1 y 2)

s. e. a

Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental Empresas en Momento Evolutivo II

Trayectoria	Empresa	1983	1984	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
T R A Y E C T O R I A	E			II	→							II	
				MR									
				M									
				PRS									
	F				II	→							II
					MR								
					SM								
					M								
										PRS			
	G							II	→			II	
									CM				
									MR	SM			
											M		
											PRS		

Fuente: Elaboración propia con base en esquema 5 y anexo 3.

CM Control de emisiones

SM Segregación de materiales

PRS Programa de reducción de scrap

MR Manejo de residuos

M Monitoreo

R Reciclaje

2.3 La transición efectiva: Integración del conocimiento manufacturero en las actividades ambientales

Para el análisis de este apartado, las empresas en transición del momento II al III y la planta que se encuentra en el momento III forman parte de nuestra unidad básica de análisis. En especial, nos referimos a las empresas H, I, J y K, correspondientes a la trayectoria 5, y la planta L, ubicada en la trayectoria 6 de nuestro esquema analítico.

Como podemos observar en el esquema 14, estas firmas han transitado de la aplicación de tecnologías que no involucran conocimientos manufactureros hacia la reducción en procesos vía la instrumentación del programa de scrap, tendiente hacia la disminución de costos por disposición de residuos. Sin embargo, en términos del uso de tecnologías ambientales, la característica que distingue a este tipo de empresas es la búsqueda por disminuir sus costos asociados a la disposición de residuos, pero no tan solo en la instrumentación de procesos sino desde el diseño de las características del producto. Lo cual implica que en esta fase evolutiva se genere lo que nosotros llamamos "la transición efectiva" respecto a los momentos evolutivos descritos con anterioridad; es decir, la integración del conocimiento manufacturero en las actividades ambientales. Integración que se origina por un requerimiento productivo como es la necesidad de acortar los tiempos de desarrollo del producto; es decir, el tiempo entre el diseño de un producto y la implementación de procesos con la finalidad de responder con mayor rapidez a las características de complejidad y diferenciación en el mercado de su principal producto. En el proceso de integración de conocimientos manufactureros, mejor conocida como ingeniería concurrente,²⁹ se generan una serie de cambios tecnológicos y organizacionales que son aprovechados en la instrumentación de tecnologías ambientales.

Para este tipo de plantas, las competencias adquiridas en la implementación de procesos y el diseño de productos son el basamento cognitivo para mitigar el problema generado por sus

residuos, tanto en términos de eficientización de costos operativos como de la reducción de sus costos por disposición. En este sentido, las decisiones referidas al producto tomadas durante esta fase determinan de manera directa las cantidades de insumos y la posible composición de su flujo de residuos desde el diseño del producto hasta la instrumentación de procesos.

A la luz de los datos empíricos, identificamos como factor importante en el desenvolvimiento ambiental de estas empresas la certificación en ISO 14000. Por lo que, en primer lugar, exploramos las actividades que a raíz de esta certificación han promovido en las empresas certificadas la integración de sus funciones de diseño a actividades ambientales, y en seguida mostramos algunos ejemplos de las actividades de diseño del producto orientadas hacia la disminución de costos, vía la reducción de residuos antes y durante el proceso de manufactura.

2.3.1 El papel de la norma ambiental ISO 14000

Como podemos observar en el cuadro 27, las empresas H, J y K se encuentran certificadas en el estándar ambiental ISO 14000. En orden cronológico las plantas H y J se certificaron en 1997, mientras que la empresa K adquirió su certificación en mayo de este año (1998). En términos generales, por iniciativa del corporativo al que pertenece cada una de estas firmas se impulsó la propuesta de certificación ambiental. Principalmente, a través de intercambios de personal entre matriz y subsidiarias para recibir información y capacitación sobre la elaboración de procedimientos. En la empresa H, por ejemplo, el corporativo designó a una persona proveniente de su casa matriz para coordinar y dar los cursos de capacitación al personal del área ambiental, mientras que en las plantas J y K el corporativo contrató los servicios de una empresa de consultoría ambiental de origen estadounidense.

Respecto a los motivos de la corporación para integrar a sus filiales en esta certificación ambiental, la opinión de los gerentes entrevistados se dividió en función de su contexto de operación. Por ejemplo, en la empresa K el gerente de planta nos dijo que la razón básica para

²⁹ Una acercamiento a la operacionalización del concepto de ingeniería concurrente se puede ver en los trabajos de Haddad (1996) y Poolton y Barclay (1996).

buscar la certificación fue que “nuestro principal cliente y proveedor nos exigió el cumplimiento de principios mínimos de desempeño ambiental para continuar nuestra relación de compra-venta (...) por lo cual el corporativo desde 1997 decidió impulsar una serie de procesos tendientes a lograr la certificación de todas sus filiales transnacionales”³⁰. Por su parte, en las plantas H y J su principal incentivo para incorporarse a la norma ISO 14000 fue la necesidad de abrir nuevos mercados donde se exige el cumplimiento de ciertos parámetros de desempeño ambiental. Al respecto, el gerente de la empresa H nos comentó que “...desde el año pasado nos encontramos en proceso de expansión hacia el mercado europeo, donde la certificación ISO 14000 es una etiqueta que permite ofrecer garantías a nuestros posibles clientes de que tus procesos cumplen con ciertos principios básicos de manejo ambiental (...) por lo que decidimos obtener su reconocimiento para facilitar la entrada de nuestro producto a ese mercado”.

Estos motivos parecerían ser obvios si consideramos la integración de estas empresas en redes de producción global. Sin embargo, existe un motivo adicional que animó el logro de la certificación; éste tiene relación con el funcionamiento interno de la empresa. Nos referimos a la percepción que manifestaron los gerentes sobre la disminución de sus gastos por disposición de residuos al aplicar el estándar. “El estándar”, nos dijo uno de los gerentes entrevistados, “nos ha facilitado la detección de puntos críticos de contaminación en nuestro proceso para diseñar medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos generados y por tanto, nuestros costos por disposición de residuos”. Si tomamos en cuenta que estas empresas realizan actividades de proceso para disminuir sus residuos, esta declaración del gerente implica que la ISO 14000 ha venido a complementar las actividades de control de residuos durante el proceso.

Debido a lo reiterado de estas declaraciones, en las próximas líneas exploramos la manera en que las actividades tendientes a la certificación en ISO 14000 incentivan la integración de las actividades de diseño de procesos y productos al cuidado ambiental.

³⁰ Entre sus requerimientos, destaca la preocupación de que los productos puedan ser reciclados al término de su ciclo de vida y que durante su producción se disminuyan los impactos ambientales.

2.3.1.1 Actividades asociadas a la certificación ISO 14000 en el diseño de procesos y productos

El proceso de certificación incluye diversas fases y actividades tendientes a lograr la aprobación en la ISO 14000. No es el propósito de este documento describir cada una de estas actividades, sólo queremos destacar aquellas que tienen implicaciones en términos de la integración de las actividades de diseño en las actividades ambientales. En función de las entrevistas y los recorridos por los departamentos de producción en cada empresa certificada, las principales actividades y sus agentes interventores se ilustran en el siguiente cuadro:

Cuadro 31

Actividades realizadas por los departamentos de ingeniería de empresas en transición del Momento II al III.

Actividades	Departamento de ingeniería
a) Administración de paquetería y correspondencia	Área ambiental
a) Descripción y análisis del proceso de producción b) Evaluación de corrientes de residuos c) Identificación de opciones d) Evaluación de implicaciones económicas y sobre la calidad del producto de cada opción. e) Escoger e implementar las mejores opciones f) Medir resultados.	Involucramiento de ingenieros de proceso, calidad y diseño. Ingeniería concurrente

Fuente: Elaboración propia con base en recorridos por departamentos de manufactura y diseño, además de entrevistas a profundidad con gerentes de planta en las empresas H, J y K.

Como podemos observar en el cuadro anterior, las actividades de análisis de proceso, evaluación de corriente de residuos e identificación de opciones son actividades críticas en las que participan los ingenieros de proceso, calidad y diseño. En la empresa H, el comité corporativo para intercambiar información sobre las especificaciones del producto y el proceso ha sido una instancia clave en la integración de estos departamentos de ingeniería. Al respecto, nos comentó su gerente que "la conjunción de estas actividades se ha facilitado por la existencia de nuestro comité corporativo de intercambio de información (...) el cual se reforzó cuando la corporación nos dio la orden de certificarnos en ISO 14000..." Por su parte, en la empresa K, según nos comentó su

gerente ambiental, "con la puesta en marcha de actividades destinadas a la certificación ambiental el departamento de diseño ha colaborado más de cerca con nosotros en la búsqueda de nuevas combinaciones a la producción de nuestro producto (...) con la finalidad de reducir los costos de operación..."

En la empresa J, su gerente nos comentó que "...al mismo tiempo que iniciamos los trabajos para lograr la certificación se nos incrementaron los costos de disposición, por lo cual la urgencia por establecer procedimientos que disminuyeran la cantidad de residuos aceleró los trabajos para lograr nuestra certificación". También nos comentó que con la implementación del estándar ISO 14000 "hemos mejorado el manejo de residuos, facilitando nuestra intervención en cualquier punto del proceso para medir su desempeño ambiental (...) lo cual permite el flujo de información entre el diseño de productos y procesos que generen menor cantidad de residuos".

Esta última declaración nos conduce a explorar algunos ejemplos que las empresas visitadas han llevado a cabo para disminuir sus costos por disposición, vía el diseño del producto y el proceso.

2.3.2 Las actividades de diseño en labores de protección ambiental

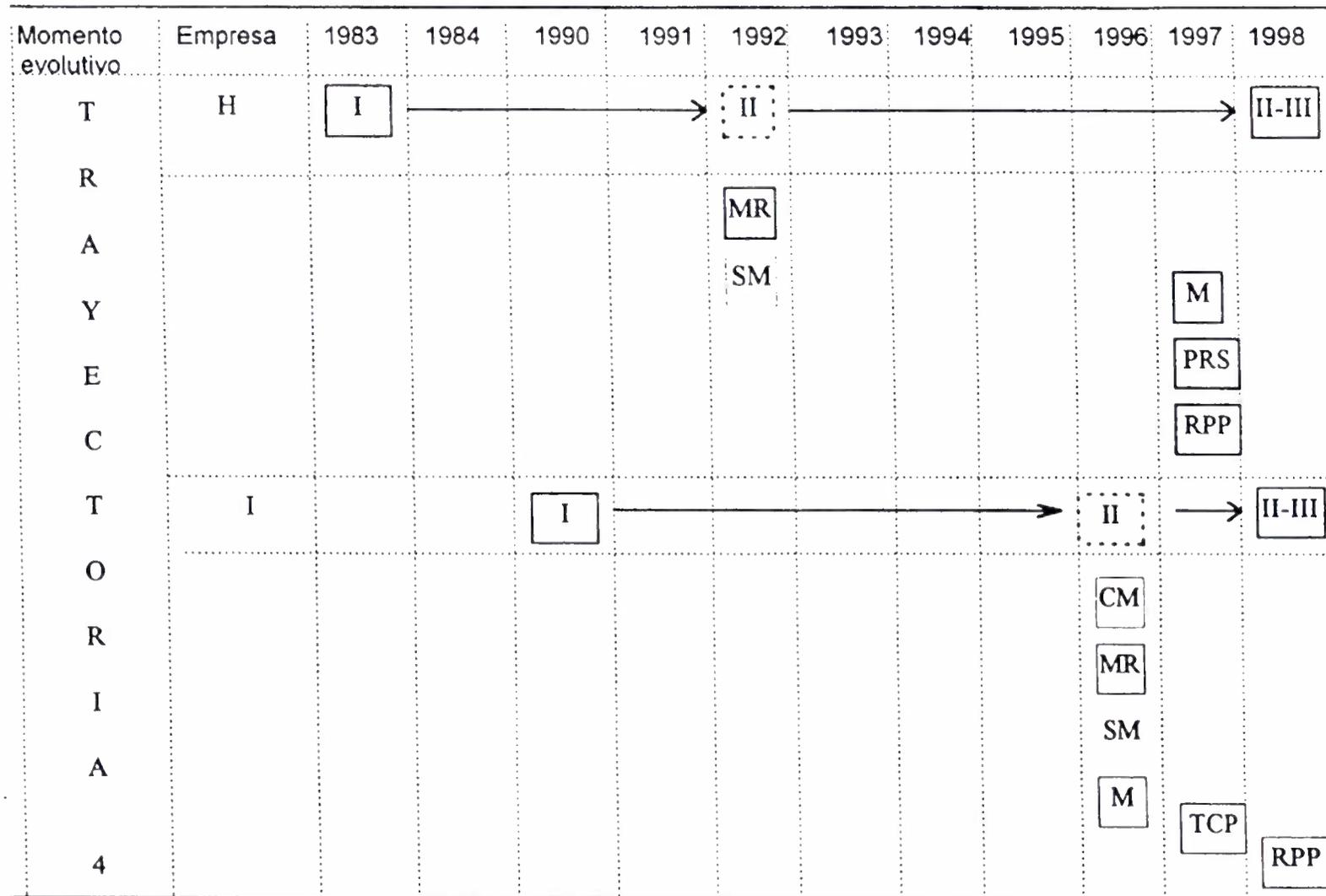
Como mencionamos anteriormente, estas empresas que han sido certificadas por la ISO 14000 se mueven en fases que apuntan hacia una integración de conocimientos manufactureros de diseño de productos y procesos, que permite fusionar las actividades de protección ambiental y de manufactura con la finalidad de disminuir costos por disposición desde el diseño del producto. A continuación exponemos algunas situaciones en las que se ha aprovechado la existencia de conocimientos en proceso y producto en la protección al medio ambiente.

En la empresa H, además de diseñar las tareas para disminuir el scrap generado durante sus procesos, desde 1997 el departamento de diseño se encuentra en búsqueda de nuevos insumos que permitan producir con mejor calidad y reducir la cantidad de residuos (ver esquema 14). Al respecto nos comentó su gerente de planta que "con el aumento en los costos de disposición nos hemos visto en la necesidad de buscar los medios necesarios para disminuir la

cantidad de residuos en nuestros procesos (...) pero desde que empezamos a trasladar actividades de diseño éste apoya nuestras labores en los productos que nos corresponden". En otras empresas, como la K, nos comentó su gerente de planta que "el trabajo en equipo de ingenieros de manufactura, calidad y producción en el diseño del producto nos permite integrar todas las actividades de producción, haciendo más fácil la búsqueda de alternativas que permitan reducir la cantidad de residuos (...) y con ello disminuir nuestros costos por disposición".

También las actividades de diseño del producto orientadas a la disminución de costos por disposición tienen lugar a través del intercambio de conocimientos productivos entre los miembros de la red corporativa. Por ejemplo, en la empresa H su gerente de planta participa cada seis meses en reuniones corporativas de trabajo para discutir

Esquema 14
Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental
Empresas en transición del Momento Evolutivo II al III



Fuente: Elaboración propia con base en esquema 5 y anexo 3.

CM Control de emisiones

SM Segregación de materiales

PRS Programa de reducción de scrap

MR Manejo de residuos

M Monitoreo

R Reciclaje

RPP Rediseño de productos con procesos ambientales

Esquema 14
Tecnología Ambiental y Tecnología Ambiental
Empresas en transición de Momento Evolutivo del II al III

Trayectoria	Empresa	1983	1984	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	
T R A Y E C T O R I A 4	J									II	→	II-III	
											CM		
											MR		
											SM		
										PRS		RPP	
K				II	→	→	→	→	→	→	→	II-III	
										CM			
										MR			
								SM		M	R		
									PRS		RPP		

Fuente: Elaboración propia con base en esquema 5 y anexo 3.

CM Control de emisiones

SM Segregación de materiales

PRS Programa de reducción de scrap

MR Manejo de residuos

M Monitoreo

R Reciclaje

RPP Rediseño de productos con procesos ambientales

Esquema 15
Trayectoria Productiva y Tecnología Ambiental
Empresa en Momento Evolutivo III

Trayectoria	Empresa	1983	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998		
Trayectoria 5	L	I	→	II				→	III				→	III
			MR	M				SM			RPP			

Fuente: Elaboración propia con base en esquema 5 y anexo 3.

CM Control de emisiones

MR Manejo de residuos

SM Segregación de materiales

M Monitoreo

PRS Programa de Reducción de Scrap

R Reciclaje

problemas relacionados con la operación de la planta. Al respecto, nos comentó que como jefe de ingenieros "formó parte de un comité corporativo donde discutimos los problemas asociados a los procesos y productos de cada empresa, el cual ha sido una fuente importante de ideas para rediseñar nuestros productos y procesos, con la finalidad de generar la menor cantidad de residuos".

Por su parte, en la empresa L los canales creados entre los clientes y proveedores con los ingenieros de esta empresa para satisfacer requerimientos de calidad han facilitado la colaboración en la producción con principios de manejo ambiental. Nos señaló su gerente de planta que, "...con las nuevas exigencias ambientales de nuestro principal cliente y proveedor, los intercambios de conocimiento rebasan el ámbito productivo para incorporar labores de diseño orientadas hacia la búsqueda de insumos que disminuyan su impacto ambiental". También agregó que "...los canales de comunicación establecidos con nuestros principales clientes han sido una fuente importante de intercambio de información para diseñar productos que disminuyan la cantidad de residuos durante el proceso".

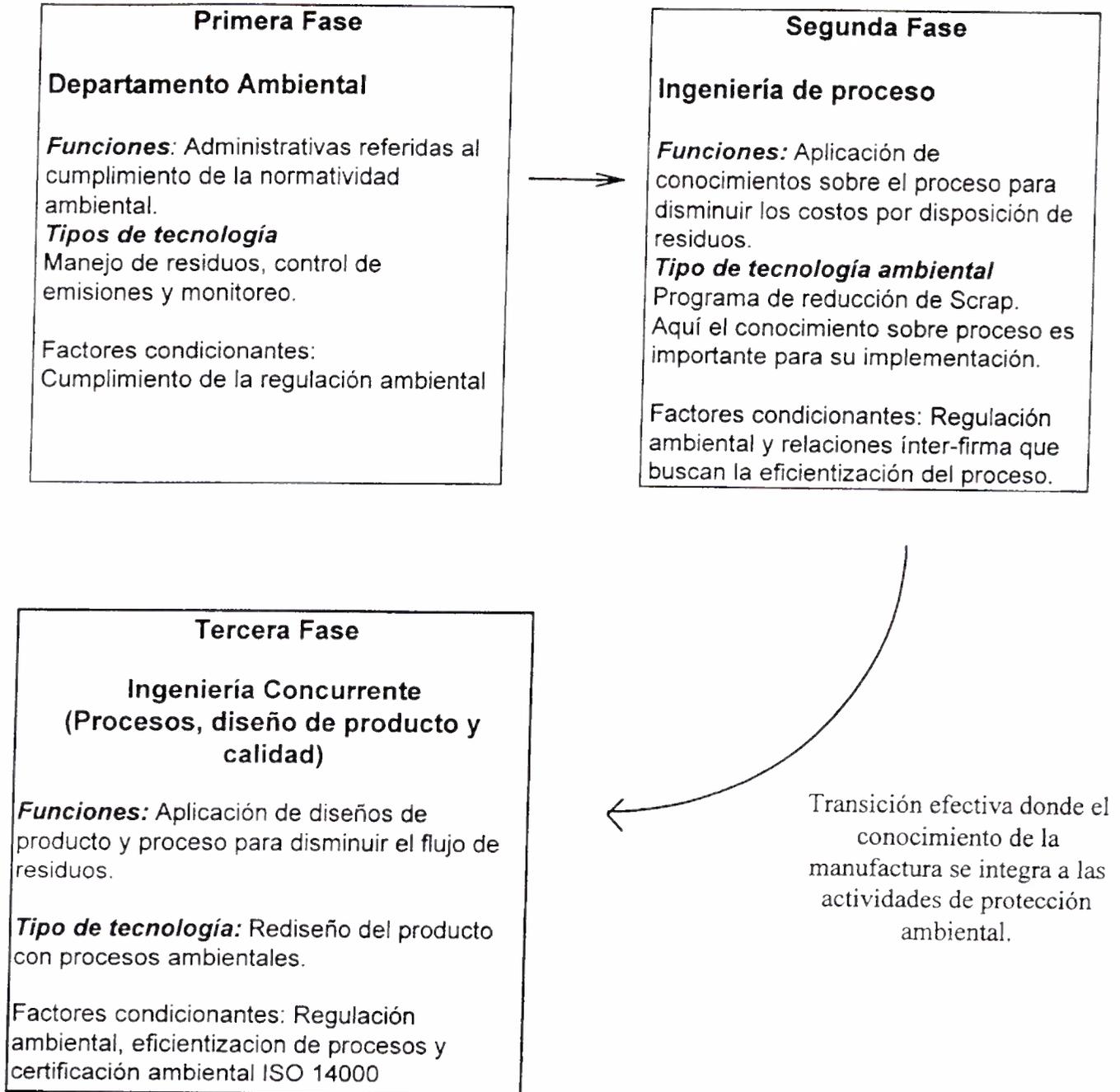
En otras empresas, como la K, nos comentó su gerente de planta que "el trabajo en equipo de ingenieros de manufactura, calidad y producción en el diseño del producto nos permite integrar todas las actividades de producción, haciendo más fácil la búsqueda de alternativas que permitan reducir la cantidad de residuos antes y durante la implantación de los procesos en la línea de producción".

Sin embargo, como podemos observar en los cuadros 27 y 28, las actividades de rediseño de productos con procesos ambientales se presentan después de haber realizado otras actividades relacionadas con la manufactura del producto. Por ejemplo, la empresa H antes de entrar en las fases de diseño de productos, instrumenta tecnologías ambientales referidas al manejo de residuos, principalmente para cumplir con la regulación ambiental (Ver cuadro 27). En las empresas J y K ocurre algo similar: las actividades de reducción de scrap y rediseño de productos aparecen hasta el final (1997 y 1998, respectivamente).

Estas tendencias indican que, pese a los esfuerzos por integrar el medio ambiente en su dinámica productiva, éste no es parte importante de sus preocupaciones, propiciando que su consideración siga obedeciendo a factores externos al funcionamiento de las empresas; en estos casos, la necesidad de certificarse en ISO 14000 para abrirse nuevos mercados.

Por lo dicho anteriormente, la evolución de tecnologías ambientales para este tipo de empresas presenta una sucesión de fases, como se muestra en el cuadro 32. Aquí, las tecnologías ambientales se aplican en distintos momentos de acuerdo a los niveles de conocimiento manufacturero y a sus factores condicionantes, en este caso la implementación de la norma ISO 14000 y la regulación ambiental.

Cuadro 32
Fases de aplicación tecnológica del momento II al III



IV. Conclusiones

Como podemos observar en el esquema 16, durante el trabajo de campo se evidenció la heterogeneidad productiva y ambiental que caracteriza al funcionamiento de las empresas transnacionales en Tijuana. En este esquema se identifican tres trayectorias de cambio tecnológico ambiental que convergen sobre las características productivas de cada momento evolutivo, esbozado por nuestro modelo hipotético. La representación empírica de esta tipología muestra las fases de cambio entre los diferentes alcances del aprendizaje tecnoproductivo y la instrumentación diferenciada de tecnologías ambientales, al tiempo que sintetiza la vinculación entre lo productivo y lo ambiental como una relación dinámica, dependiente de la creación de competencias manufactureras y los contextos de operación diferenciados, que caracterizan el funcionamiento de las filiales electrónicas. En el esquema, las flechas representan las diferentes trayectorias de cambio tecnológico, que muestran los diversos contextos productivos donde tienen lugar las decisiones sobre medio ambiente. Agrupadas en función de los tipos ideales de tecnologías ambientales (i.e control, control en procesos y control en procesos y productos), cada momento de evolución representa escalas ascendentes de conocimiento manufacturero vinculado con actividades de protección ambiental.

Un elemento que consideramos clave en la presentación de este esquema tiene que ver con la manera en que las decisiones pasadas condicionan el desenvolvimiento de los eventos presentes, es decir, donde las trayectorias de cambio son senderos dependientes (path dependence) de la experiencia manufacturera acumulada (en conocimientos manufactureros y formas de organización del trabajo), dados por la interacción social tanto de al interior de la firma como por el grado de madurez alcanzado en la transferencia de funciones productivas desde la matriz hacia la filial. De esta manera, las trayectorias de cambio tecnológico ambiental identificadas a partir de los hallazgos empíricos del trabajo de campo son las siguientes:

Trayectoria de control

En esta trayectoria se ubican las empresas que durante alguna fase de su vida productiva abarcaron desde cero control y/o cero monitoreo hasta la aplicación mínima de tecnologías ambientales, básicamente orientadas hacia el manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales, agrupadas en las tecnologías de control de nuestra tipología (ver esquema 3). La aplicación de este tipo de tecnologías ambientales se encuentran en la escala mas baja de nuestra clasificación en virtud de que su implementación involucra pocos o nulos conocimientos de manufactura.

Dos características distinguen el contexto de selección e instrumentación de este tipo de tecnologías: por un lado, la presencia de bajos niveles de conocimientos manufactureros en la producción de su principal producto (de baja complejidad y diferenciación) y, por otro, la presencia de la regulación ambiental y, en ocasiones, de una política ambiental corporativa (ver cuadro 33).

Respecto a la primera característica, el trabajo de campo muestra que estas empresas al dedicarse exclusivamente al servicio de gestión del ensamble, su estrategia de negocios se basa en la disminución de costos administrativos, por lo cual la implementación de tecnologías ambientales es una contingencia que afecta directamente su principal fuente de ganancias. De manera que, en un contexto de bajos niveles de conocimiento manufacturero, las tecnologías aplicadas corresponden a actividades mínimas de control y monitoreo (ver esquema 16). En este tono de ideas, los factores externos de cambio en este tipo de trayectorias son la regulación ambiental, vía el control y monitoreo por parte de las autoridades ambientales (estatales y federales), y la política ambiental corporativa principalmente en aquellas empresas que iniciaron su vida productiva en el momento I pero que han evolucionado hacia el momento II.

En este tipo de trayectorias de cambio ambiental encontramos empresas que, por las características descritas en trabajo de campo, se encuentran en el momento evolutivo I y empresas intensivas en actividades de proceso (momento evolutivo II) que durante sus primeras

fases de operación aplicaron tecnologías con las características de esta trayectoria ambiental. En el esquema 16, estos grupos de empresas se muestran en los puntos A y B.

Trayectoria ambiental de procesos manufactureros

Se trata de empresas que se han movido desde la aplicación mínima de tecnologías (asociadas al manejo de residuos, control de emisiones y segregación de materiales), hacia la instrumentación de medidas orientadas a la disminución de residuos durante el proceso de manufactura. Nos referimos a las plantas que han transitado del momento I al II, y aquellas que nacieron con características del momento II. En el esquema 16 se señalan en el cambio experimentado de A - C y B - C, respectivamente.

La aplicación del programa de reducción de scrap es la tecnología crítica en el desenvolvimiento de esta trayectoria. Éste, sin ser parte de la política de protección al medio ambiente, sino de las actividades de ingeniería de procesos, se presenta como un factor que influye sobre el desempeño ambiental de las empresas; amparado en la lógica por efficientizar los procesos, vía la generación de menores cantidades de residuos para disminuir los costos por su manejo y disposición final.

En esta trayectoria ambiental, el conocimiento manufacturero de los ingenieros es un elemento clave para tener un mayor control sobre las actividades de producción, detectar errores en las especificaciones y disminuir los costos por unidad durante la manufactura, comúnmente asociadas a las actividades de la ISO 9000. En esta efficientización de procesos juegan un rol importante las formas de organización del trabajo, donde se conjugan diferentes canales de coordinación entre los integrantes de la firma. El justo a tiempo en inventarios y procesos, equipos de trabajo, manufactura celular y mejoramiento continuo se observaron como las actividades que ayudan en la implementación de programas de reducción de scrap. A continuación, presentamos la manera en que estas formas de organización intervienen en la disminución de residuos vía la efficientización de procesos.

- a) El *justo a tiempo en inventarios* posibilita la obtención de insumos en cantidades y especificaciones requeridas para cada orden de producción, eficientizando por un lado, los canales de abastecimiento y, por otro, disminuyendo las cantidades de scrap por piezas ensambladas con insumos que no cumplen con los requerimientos del producto. Así, la coordinación entre la empresa y sus proveedores es una actividad que afecta la protección ambiental.
- b) *El justo a tiempo en proceso*. El conocimiento de cada actividad del proceso posibilita que al interior de la planta se mantenga un flujo continuo de insumos a lo largo de la línea. De tal manera que la asignación de insumos sea la requerida para cada orden de producción y, por tanto, sea posible estimar las cantidades de scrap generadas antes de la instrumentación del proceso y verificarlo con el obtenido después de la producción. Si esta por arriba de lo estimado se revisan las actividades del proceso para detectar la falla.
- c) La producción en *celdas de trabajo* facilita la identificación de aquellas en donde se están deperdiciando materiales, mientras que el *trabajo en equipo* permite la generación de propuestas entre los operadores, supervisores e ingenieros de la celda para disminuir las cantidades de residuos producidos durante la producción.
- d) Aplicación de actividades de *mejoramiento continuo*, una vez instrumentado el proceso de manufactura la búsqueda continua por eficientizar la producción se cristaliza en principios como "hacerlo bien la primera vez". Su instrumentación sistemática promueve, entre otros objetivos de producción, disminuir la cantidad de residuos generados durante el proceso.

Sin embargo, en la mayoría de las plantas visitadas, se observó que la implementación del programa de reducción de scrap tiene lugar después de un proceso gradual en el que le anteceden actividades manufactureras orientadas hacia la eficientización de procesos. En especial, la adaptación y rediseño de procesos a condiciones locales y la reducción de "tiempos muertos",

donde la preocupación por disminuir residuos aparece cuando se elevan los costos por disposición y cuando la política corporativa lo exige como un requerimiento productivo.

Por otra parte, al ser una actividad exclusiva de la ingeniería de manufactura, las actividades de eficientización de procesos tienen una vinculación marginal con las instancias encargadas de llevar a cabo las actividades ambientales. En este sentido, la división organizacional configura labores ambientales claramente diferenciadas: por un lado, el departamento ambiental y/o la comisión mixta de higiene y seguridad se encargan de dar seguimiento administrativo a las actividades de manejo de residuos, control de emisiones y monitoreo, mientras que, por otro lado, las actividades de reducción de scrap son llevadas a cabo por la ingeniería de procesos.

En esta perspectiva, se identifican dos fases de aplicación de tecnologías ambientales (ver cuadro 33):

- a) En la primera fase se implementan tecnologías referidas al control de emisiones, manejo de residuos y monitoreo; donde la regulación ambiental y, en algunas plantas como D y E, la política ambiental corporativa son factores presentes en su aplicación.
- b) En una segunda fase, la aplicación del programa de reducción de scrap se presenta como parte de las actividades para eficientizar los procesos. En esta fase, el rol como empresa filial dentro de su red corporativa es un elemento directamente relacionado con estas actividades.

Esta trayectoria es el basamento cognitivo para operar un cambio del conocimiento de procesos hacia la integración de actividades de diseño e investigación (momento III); la cual no necesariamente implica la incorporación de estas funciones dentro de su desempeño ambiental. Nos referimos al cambio ocurrido del punto C al D en el esquema 16, donde la red corporativa ha transferido funciones de diseño e investigación que la colocan en el momento III, pero sigue aplicando tecnologías de control en procesos. En esta situación se ubica la empresa I que durante este año (1998) le han sido transferidas las actividades de diseño del producto, pero

hasta el momento no ha incorporado estas actividades para disminuir su flujo de residuos; continua aplicando su reducción vía actividades que tiene relación con actividades de procesos.

Trayectorias de control en proceso y producto

En esta trayectoria se identifican las empresas que han incorporado a sus actividades de diseño de producto y de procesos medidas tendientes a disminuir la cantidad de residuos generados durante su actividad productiva. En consecuencia, durante el desenvolvimiento de esta etapa se produce lo que nosotros denominamos la transición efectiva, donde se integra el conocimiento manufacturero en las actividades ambientales. Bajo este contexto de operación se encuentran las empresas que han transitado del momento II al III, ubicadas en el esquema 16 dentro del cambio del punto C al punto E.

A partir de los hallazgos encontrados en estas empresas pudimos percatarnos de que los siguientes elementos facilitan la incorporación de las labores de diseño a las actividades ambientales: a) política ambiental del corporativo que impulsa la certificación ambiental ISO 14000, b) el conocimiento sobre las fases del proceso y el diseño del producto desarrolladas por estas empresas con el respaldo de su experiencia manufacturera, que en algunas se expresan a través de la certificación ISO 9000, c) aplicación de formas de organización del trabajo tales como: el trabajo en equipo entre los departamentos de ingeniería de procesos, producto y calidad (ingeniería concurrente), tanto al interior de las plantas como a nivel corporativo; además del apoyo del justo a tiempo (en inventarios y procesos) desarrolladas durante su etapa de intensificación de procesos (momento II) y, d) aprovechamiento de los canales de comunicación entre clientes y proveedores, creados para mejorar la calidad y especificidad de producto, para llevar a cabo innovaciones en procesos y productos orientadas hacia la protección ambiental.

En cuanto a la certificación en ISO 14000, durante nuestras visitas observamos que ésta se trata de una serie de procedimientos que han facilitado la detección de problemas ambientales, permitiéndoles, en función de su conocimiento sobre los procesos y productos, intervenir en las

partes de su sistema productivo que consideren necesario para disminuir la generación de residuos. De esta manera, la integración de actividades de diseño en procesos y productos para disminuir la cantidad de residuos se facilita al contar con una herramienta normativa de sus actividades ambientales.

Aquí es importante señalar que, el antecedente de la certificación ISO 9000 en su trayectoria productiva facilitó la incorporación de la mayoría de las empresas a la certificación ISO 1400, por lo cual las competencias adquiridas en la elaboración y adaptación de procedimientos de operación ambiental tuvieron como basamento la experiencia acumulada en la preparación de principios de proceso y calidad propias de este certificado de calidad.

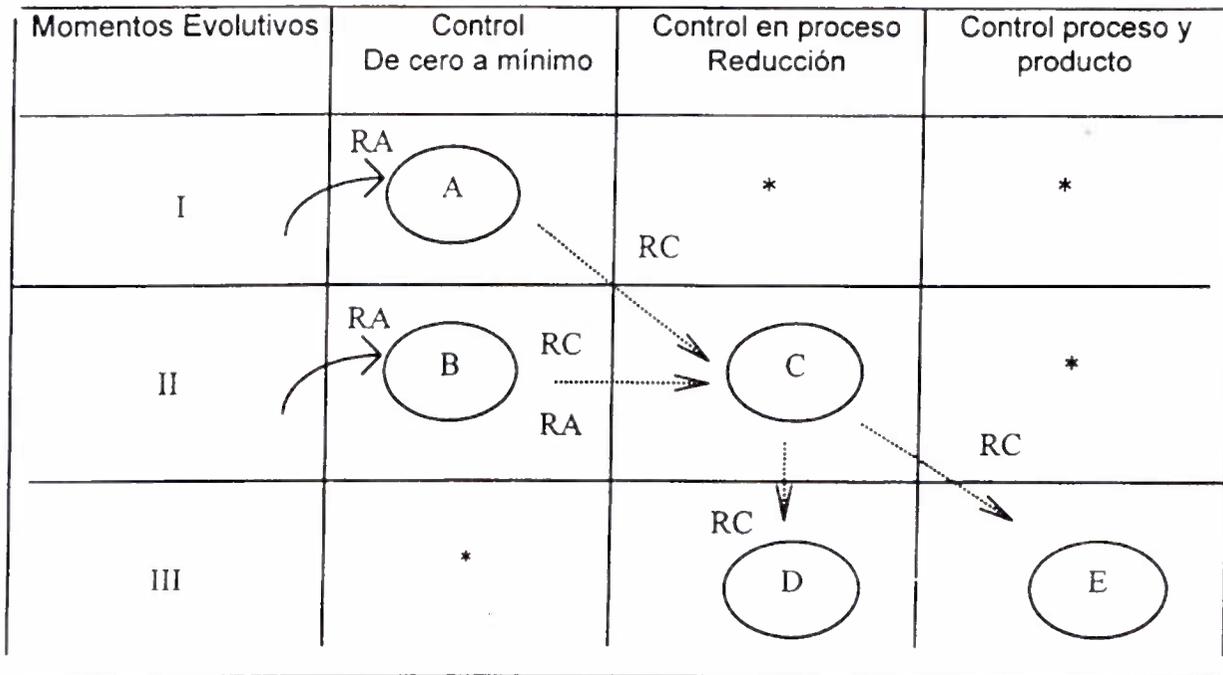
La evidencia empírica de esta tipología muestra que, en las trayectorias de cambio tecnológico ambiental la conformación de competencias manufactureras son un elemento clave para entender comportamientos ambientales diferenciados entre cada una de las empresas. En este sentido, de acuerdo a diferentes alcances del aprendizaje tecnoproductivo, con el apoyo de diferentes formas de organización del trabajo, las empresas poseen diferentes competencias para implementar diferentes tipos de tecnologías ambientales. Sin embargo, este planteamiento no anula la importancia de otros factores presentes en el contexto de decisiones productivas y ambientales (regulación ambiental y política ambiental corporativa), sino que ubica su importancia a la luz de la instrumentación de diferentes tecnologías ambientales en diferentes empresas (ver cuadro 33).

Estos resultados muestran también dos implicaciones importantes para la política ambiental dirigida a este tipo de empresas: por un lado, la consideración de los factores de aprendizaje tecnoproductivo y de evolución de competencias como elementos centrales para (re) orientar el comportamiento ambiental, y por otro, la promoción de actividades industriales asociada con la emergencia de fases avanzadas de integración de procesos como una posibilidad para mejorar el desempeño ambiental de las empresas filiales electrónicas.

Finalmente, queremos dejar constancia de las tareas y preguntas pendientes por investigarse en el futuro. En especial, nos referimos a las limitaciones técnicas y organizacionales para incorporar una protección efectiva del medio ambiente, básicamente debido a las implicaciones del ciclo de vida del producto cuya orientación está basada en conocimientos técnicos, prácticas de ingeniería y procesos productivos que han dejado fuera la variable ambiental dentro de su desenvolvimiento. En este sentido, quedan por explorar los límites y posibilidades que una firma tenga para desarrollar tecnologías que prevengan la contaminación, explorar cuáles son las capacidades ambientales de una empresa tomando en cuenta su desarrollo tecnológico, su alcance en el aprendizaje tecnoproductivo; mientras que en el contexto de certificaciones ambientales queda por responder cuáles son los alcances de la ISO 14000 para mejorar la protección ambiental en procesos de ingeniería concurrente y cuáles son los mecanismos de interacción entre las autoridades ambientales y las empresas para generar círculos virtuosos de comportamiento ambiental. Estas preguntas y tareas pendientes implican una búsqueda comprometida con la ciencia, donde científicos, empresarios y funcionarios gubernamentales debemos coincidir.

Esquema 16

Tipología de trayectorias de cambio tecnológico ambiental en filiales electrónicas.



Factores de cambio

RA = Regulación ambiental

RC = Red corporativa.

* Trayectorias inexistentes por características de la evidencia empírica.

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias productivas y ambientales (ver anexos 1 y 2)

Cuadro 33

Contexto de decisiones ambientales en empresas filiales transnacionales

Momentos Evolutivos y tecnología ambiental	Factores que intervienen en la aplicación de tecnologías ambientales		
	Regulación ambiental local	Política ambiental corporativa	Conocimiento manufacturero
Momento I - II			
Control de emisiones	+	0/+	0
Manejo de residuos	+	0/+	0
Segregación de materiales	0	0	0
Monitoreo	0/+	0/+	0
Programa de reducción de scrap	0	0/+	+
Reciclaje	0	0	0
Rediseño de procesos con procesos ambientales	0	0	0
Momento II - III			
Control de emisiones	+	0/+	0
Manejo de residuos	+	0/+	0
Segregación de materiales	0	0	0
Monitoreo	0/+	+	+
Programa de Reducción de Scrap	0	+	+
Reciclaje	0	0/+	0/+
Rediseño de procesos con procesos ambientales	0	0/+	+

0 Factor ausente

+ Factor presente

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de trayectorias ambientales del anexo 2.

ANEXO 1

CARACTERÍSTICAS DE TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS POR EMPRESAS

Trayectoria Productiva
Empresa en Momento Evolutivo I

Empresa	Relación Matriz subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización
A Inicio: 1984	Actúa bajo el programa shelter.	Se limita al intercambio de información s/insumos y productos	Layout de la planta. Administración	Disminución de costos a través del uso intensivo de mano de obra y eficientización gastos administrativos	<p style="text-align: center;"><i>1984</i></p> a) Control Estadístico de procesos b) Rotación de tareas c) Equipos de trabajo.

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento I al II

Empresa	Relación Matriz-Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
B Inicio: 1993	i) Actúa como empresa Shelter. 1996 ii) Empresa certificada ISO 9000 debido a requerimientos de calidad y diferenciación del producto. iii) Intercambio de ingenieros para recibir cursos sobre ingeniería de procesos	Instrumentación de procesos de acuerdo a características del producto. Relación con clientes para definir procesos y calidad del producto.	1996 Actividades de rediseño de procesos.	Disminución de costos por unidad de producto e intensificación de trabajo manual.	1996: i) Control estadístico de procesos ii) Descentralización en el piso iii) Unidad de negocios 1997: i) Rotación de tareas ii) JIT en inventarios iii) Multicalificación 1998 i) JIT en procesos ii) Manufactura celular iii) Sistema de control en tiempo real de pro. iv) Círculos de calidad v) Equipos de trabajo vi) Reducción de scrap

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento I al II

Empresa	Relación Matriz-Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
C Inicio: 1984	i) <i>Subcontratista</i> manufacturero desde su creación. 1998 ii) Inicia proceso de certificación ISO 9000 iii) Espera integrarse como filial de un grupo corporativo. Además de integrar la comercialización de sus productos.	Comunicación directa con clientes sobre especificaciones de producto.	1993 Adaptación de ingeniería de procesos. Debido a diferenciación del producto.	Desde 1993 basada en la reducción de costos unitarios y mejores niveles de calidad	1984 i) Rotación de tareas 1993 i) Unidad de negocio. ii) Sistema de control en tiempo real de proceso. iii) JIT en inventarios 1994 i) JIT en procesos 1997 i) Control Estadístico de procesos.

Trayectorias Productivas
Empresas en Transición del Momento I al II

Empresa	Relación Matriz-Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
D Inicio: 1980	Desde 1996 i) La matriz encarga el producto y los ingenieros diseñan el proceso. ii) Certificada en ISO 9000 Expectativa: 1999 Obtener certificación en ISO14000.	Envío de ingenieros a la planta matriz	1996 i) Ingeniería de procesos ii) Distribución de líneas para realizar modificaciones a unidades estándar.	1996 i) Búsqueda por disminuir costos unitarios y administrativos ii) Producir con mayor calidad con el menor costo por línea de producción.	1996 i) Rotación de tareas. i) JIT en inventarios ii) Multicalificación 1997 i) Manufactura celular ii) Reducción de scrap.

Trayectorias Productivas
Empresa en Momento Evolutivo II

Empresa	Relaciones Matriz Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
E Inicio: 1990	1990 i) Certificada en ISO 9000	Capacitación en planta y en matriz para implementar nuevas líneas. Envío de ingenieros cada 6 meses.	1991 a) Diseño de procesos de manufactura sobre el diseño que viene de la matriz. b) Cambios en proceso debido a: Diferenciación del producto, fuentes de materias primas. c) Se corren evaluaciones de productos nuevos	1991 i) Disminución de costos durante el proceso. ii) Disminución de costos administrativos.	1990: i) JIT en procesos ii) Rotación de tareas iii) Multicalificación iv) Manufactura celular v) Control estadístico vi) Círculos de calidad vii) Equipos de trabajo.

Trayectorias Productivas
Empresa en Momento Evolutivo II

Empresa	Relaciones Matriz Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
F Inicio: 1991	<p style="text-align: center;"><i>1991</i></p> <p>i) Unidad independiente. Los cliente envía especificaciones del producto y aquí diseñan el proceso.</p> <p style="text-align: center;"><i>1996</i></p> <p>i) Certificada en ISO 9000</p> <p>Expectativas: Se espera la ampliación de la planta existente. Introducción de maquinas de inserción superficial.</p>	<p style="text-align: center;"><i>Desde 1991</i></p> <p>Envío de ingenieros de esta planta a otras empresas del corporativo. En Ciudad Juárez y San Diego CA.</p>	<p style="text-align: center;"><i>1991</i></p> <p>i) Ingeniería de proceso.</p> <p>ii) Productos con diferenciación media implica ajustes a los procesos.</p> <p>iii) Cambios en proceso incluyen: Diseño de líneas en flujo continuo, mejorar movimiento de operaciones y aumento de líneas</p> <p>iv) Se corren evaluaciones y pruebas de diferentes tipos de producto.</p>	<p>Disminuir de costos durante el proceso.</p>	<p style="text-align: center;"><i>1993</i></p> <p>i) Sistema de control en tiempo real de</p> <p style="text-align: center;"><i>1993</i></p> <p>i) Control estadísticos de procesos</p> <p style="text-align: center;"><i>1994</i></p> <p>i) JIT en inventarios ii) Rotación de tareas iii) Multicalificación</p> <p style="text-align: center;"><i>1996</i></p> <p>i) JIT en procesos ii) Equipos de trabajo iii) Reducción de scrap.</p>

Trayectorias Productivas
Empresas en Momento Evolutivo II

Empresa	Relaciones Matriz Subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
G Inicio: 1994	La relación con el corporativo se da a través de una oficina de representación en San Diego. Expectativas: El corporativo piensa transferir actividades de investigación y desarrollo para el año 2000.	Al principio (1994) enviaron a la planta matriz 3 ingenieros mexicanos. Ingenieros del corporativo están permanentemente en la planta, de Taiwan y Malasia.	<p style="text-align: center;"><i>1995</i></p> a) Ingenieros de proceso responsables de trasplantar los procesos y diseñar las actividades de producción.	<p style="text-align: center;">1994</p> Eficientización de procesos y aprovechamiento de ingenieros con experiencia.	<p style="text-align: center;"><i>1994:</i></p> i) Multicalificación ii) Control estadístico de procesos iii) Descentralización en el piso
			<p style="text-align: center;"><i>1996-1997</i></p> a) Participan en la elaboración de moldes sobre diseños traídos de Taiwan. b) Ingeniería de proceso incluye la introducción nuevas áreas de producción. c) Búsqueda de materias primas y repuestos.		<p style="text-align: center;"><i>1995</i></p> i) Equipos de trabajo ii) JIT inventarios
			<p style="text-align: center;"><i>1998</i></p> a) Firma de contratos de abastecimiento		<p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> i) JIT en procesos ii) Rotación de tareas iii) Círculos de calidad iv) Reducción de scrap

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento II al III

Empresa	Relaciones Matriz- subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización
H Inicio: 1989	<p style="text-align: center;">1992</p> Trabaja con otras plantas del corporativo. La coordinación es por departamentos operativos a nivel corporativo. Certificada en ISO 9000 <p style="text-align: center;">1997</p> Certificada en ISO 14000	<p style="text-align: center;">1992</p> i) Emigración de ingenieros para instalar procesos. ii) Envío de ingenieros a la planta matriz. iii) Comités corporativos, donde participa el jefe de ingenieros de proceso.	<p style="text-align: center;">1992</p> i) Ingeniería de procesos con el departamento de diseño a nivel corporativo ii) Participan en el rediseño de producto de acuerdo a especificaciones del cliente.	Traslado de actividades de diseño de productos y procesos para disminuir costos y responder rápidamente a los requerimientos de demanda. <i>Acciones de procesos</i> a) Identificar oportunidades de nuevos insumos. b) Tareas en proceso para mejorar calidad. <i>Acciones en producto</i> Los ingenieros han diseñado y producido 8 nuevos productos. Son productos adaptados a especificaciones del cliente. Sin modificaciones profundas al modelo original.	<p style="text-align: center;">1993</p> i) Multicalificación <p style="text-align: center;">1995</p> i) JIT en inventarios ii) Manufactura celular <p style="text-align: center;">1997</p> i) JIT en procesos ii) Reducción de Scrap <p style="text-align: center;">1998</p> i) Círculos de calidad ii) Equipos de trabajo

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento II al III

Empresa	Relaciones Matriz- subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia. De costos	Formas de organización
I Inicio 1989	1996 i) La matriz envía el diseño del producto y aquí instalan el proceso. ii) Certificada en ISO 9000.	1996 Intercambio de ingenieros de esta planta para instalar procesos en otras empresas del corporativo.	1996 Ingeniería de procesos. 1997-1998 i) Elevada diferenciación del producto implica rediseños constantes del proceso y algunas modificaciones al diseño del producto. ii) Rediseño y evaluación de procesos. Participan en el diseño y corrección, junto con ingenieros de corporativo. <i>Acciones de proceso</i> Modificaciones en manufactura, layout y afinación de técnicas en línea.	Disminución de costos en el diseño de procesos y productos con la finalidad de responder con mayor rapidez a la diferenciación del producto. Mejoramiento de la calidad por unidad de producto al menor costo posible.	1989 i) Unidad de negocio 1994 * Rotación de tareas * Control estadístico de procesos * Manufactura celular 1996 * JIT en inventarios * Descentralización en el piso 1998: * JIT en procesos * Reducción de scrap. * Círculos de calidad. Equipos de rabajo.

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento II al III

Empresa	Relaciones Matriz- subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia. De costos	Formas de organización
J Inicio: 1996	1997 Certificada en ISO 9000 Y 14000.	Antes y durante la operación se han enviado ingenieros para capacitarse en los procesos.	1996 a) Readaptación rediseño de procesos para incorporarse a ISO 9000 y 14000. 1998 a) Incorporación de diseño de productos.	1996 i) Eficientizar procesos mejorando la calidad del producto. ii) Se han transferido algunas decisiones de diseño con la finalidad de ahorrar costos por transporte de insumos. iii) Además de ajustar el producto a varios niveles de diferenciación.	1996 * JIT en inventarios * JIT en procesos * Control Estadístico de procesos * Círculos de calidad * Equipos de trabajo * Descentralización en el piso. * Reducción de scrap.

Trayectorias Productivas
Empresa en Transición del Momento II al III

Empresa	Relaciones Matriz-subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia. De costos	Formas de organización
K Inicio: 1990	<p style="text-align: center;"><i>1993</i></p> Certificada en ISO 9000 <p style="text-align: center;"><i>1998</i></p> Certificada en ISO 1400	Intercambio de conocimientos de diseño del producto y proceso con su oficina matriz.	<p style="text-align: center;"><i>1990</i></p> Ingeniería de proceso <p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> i) Incorporación de nuevas líneas de producción y mayor diferenciación del producto ii) Actividades de diseño del producto y proceso.	Traslado de las actividades de diseño del producto con la finalidad de disminuir costos en proceso.	<p style="text-align: center;"><i>1990</i></p> i) JIT en inventarios ii) JIT en procesos iii) Control estadístico de procesos iv) Rotación de tareas v) Círculos de calidad vi) Equipos de trabajo. <p style="text-align: center;"><i>1994</i></p> i) Manufactura celular <p style="text-align: center;"><i>1995</i></p> i) Reducción de scrap

Trayectoria Productiva
Empresa en Momento Evolutivo III

Empresa	Relación matriz subsidiaria	Canales de comunicación	Funciones de ingeniería	Estrategia de costos	Formas de organización del trabajo
L Inicio: 1983	Desde 1995 Empresa Matriz	a) Comunicación directa entre ingenieros y clientes para diseñar productos b) Comunicación entre diferentes departamentos de ingeniería.	Diseño e investigación de nuevos productos y procesos	Disminución de costos desde el diseño del proceso al producto.	83: * JIT en inventarios * Rotación de tareas * Multicalificación 87-89 * Unidad de negocios * Control estadístico de procesos 90 * Sistema de control en tiempo real de proceso. * Círculos de calidad * Equipos de trabajo 96 * Reducción de scrap.

ANEXO 2

CARACTERÍSTICAS DE LAS TRAYECTORIAS AMBIENTALES POR EMPRESA

Trayectoria Ambiental
Empresas en Momento Evolutivo I

Empresa	Política ambiental corporativa	Canales de comunicación	Tipos de tecnología ambiental	Causa de aplicación	Obstáculos	Forma de organización.
A Inicio 1984	No tiene una política ambiental de sus clientes	<p>Externos:</p> <p>i) Con los clientes no tienen comunicación sobre desempeño ambiental.</p> <p style="text-align: center;"><i>1994</i></p> <p>i) Asesoría de consultores ambientales sobre trámites burocráticos.</p> <p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> <p>i) Comunicación con ingeniería de producción y supervisión.</p> <p>ii) Cursos de capacitación sobre manejo de residuos</p>	<p style="text-align: center;"><i>1994</i></p> <p>i) Manejo de residuos</p> <p>ii) Segregación de materiales.</p> <p style="text-align: center;"><i>1996</i></p> <p>i) Monitoreo</p> <p>Actividades que cambiaron con tecnologías:</p> <p>i) Labores administrativas s/manejo de residuos.</p>	Cumplimiento con la ley.	<p>Internos:</p> <p>i) Prioridades de mayor atención. Se privilegia el aumento de la producción.</p> <p>ii) Falta de trabajadores capacitados.</p> <p>iii) Conocimiento inadecuado sobre desempeño ambiental</p>	<p>Creación del depto ambiental en 1997. Anteriormente estas actividades eran llevadas a cabo por el área de mantenimiento.</p> <p>La razón para crear el depto ambiental fue la multiplicación de trámites burocráticos.</p>

Trayectoria Ambiental
Empresa en Transición del Momento I al II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipo de tecnología ambiental	Motivos de aplicación	Obstáculos	Formas de organización
B Inicio: 1984	<p>No existe un seguimiento de política ambiental por parte del corporativo.</p> <p>Principales cambios por tecnologías ambientales:</p> <p>i) Cambio en prácticas administrativas.</p>	<p>Externos:</p> <p>i) Con los clientes no existen intercambios sobre mejoramiento ambiental.</p> <p>ii) Reciben información sobre tecnologías ambientales a través de empresas recolectoras de residuos, proveedoras de equipo y de asociaciones industriales.</p> <p>Internos:</p> <p>i) Limitadas a los anuncios sobre seguridad en lugares de trabajo.</p> <p>ii) No existe de manera formal cursos de capacitación sobre manejo de residuos.</p>	<p>1994</p> <p>i) Manejo de residuos</p> <p>ii) Segregación de materiales</p> <p>iii) Monitoreo</p> <p>iv) Cambio de materiales.</p> <p>1998</p> <p>i) Programa de reducción de scrap.</p> <p>Cambio en prácticas administrativas y en proceso</p>	<p>Cumplimiento de la normatividad ambiental</p>	<p>Internos:</p> <p>a) Falta de trabajadores bien capacitados</p> <p>b) Ausencia de cultura ambiental.</p> <p>Externos:</p> <p>a) Dificultades para importar equipo de control de emisiones.</p> <p>b) Ambigüedad en la normatividad sobre disposición de residuos.</p>	<p>1994</p> <p>Comisión Mixta de Seguridad e Higiene. Donde participa la gerencia de producción, capacitación y recursos humanos.</p>

Trayectoria Ambiental
Empresa en Transición del Momento I al II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipo de tecnología ambiental	Motivos de aplicación	Obstáculos	Formas de organización
C Inicio: 1991	No existe una política ambiental explícita del corporativo hacia la filial	<p><i>Externas:</i> 1994</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Consultores ambientales realizan auditorias cada 3 meses. ii) Cursos de asociaciones industriales sobre manejo de residuos <p><i>Internas:</i> 1996</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Reuniones de ingeniería de producción, recursos humanos y calidad para comunicar lineamientos ambientales. ii) Memorándum a jefes y supervisores de línea sobre desempeño ambiental. 	<p>1994</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Segregación de materiales. ii) Monitoreo iii) Control de emisiones iv) Manejo de residuos. <p>1996</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Programa de reducción de scrap. <p>Cambio en prácticas administrativas</p>	<p>Hasta 1994 Cumplimiento de la Normatividad ambiental</p> <p>1996 Se agrega la Política de eficientización de procesos.</p>	<p><i>Internos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> i) Falta de trabajadores bien capacitados ii) Ausencia de cultura ambiental <p><i>Externos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> i) Ambigüedad en las leyes ambientales. 	<p>1993</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Se recolectan por una persona y se almacenan para su disposición final. ii) La gerencia de materiales en coordinación con el departamento de recursos naturales se encarga de las cuestiones ambientales.

Trayectoria Ambiental
Empresa en Transición del Momento I al II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipo de tecnología ambiental	Motivos de aplicación	Obstáculos	Formas de organización
D Inicio 1980	Sigue lineamientos de la corporación	<p style="text-align: center;">Externos 1996</p> <p>a) Cursos anuales y seminarios en el corporativo. b) Asesor técnico ambiental.</p> <p style="text-align: center;">Internos</p> <p>a) Comunicación entre departamentos. b) Empresa encargada de disposición final.</p>	<p style="text-align: center;">1996</p> <p>i) Manejo de residuos ii) Segregación de materiales. iii) Monitoreo</p> <p style="text-align: center;">1997</p> <p>i) Programa de reducción de scrap.</p>	Mercado de sus productos que exigen cumplir cierto manejo ambiental.	<p style="text-align: center;">Internos:</p> <p>a) otras prioridades de mayor atención b) Falta de trabajadores capacitados c) Falta de información sobre tecnologías limpias.</p> <p style="text-align: center;">Externos:</p> <p>a) Alto costo del equipo b) Falta de infraestructura local. c) Falta de incentivos.</p>	<p>El programa de scrap ha permitido:</p> <p>a) Una selección de proveedores b) Capacitación. Disminución de daño a componentes. c) Manejo de equipo y material.</p> <p>Estas actividades las lleva a cabo el depto ambiental en coordinación con producción, calidad y manufactura.</p>

Trayectoria Ambiental
Empresas en Momento Evolutivo II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipos de tecnología ambiental	Motivos para aplicarla	Obstáculos	Forma de organización
E Inicio: 1990	<p>i) Tiene una política ambiental rigurosa del corporativo. Cumple con la normatividad del país del corporativo. Se considera como requisito en contratos de compra-venta de su producto.</p> <p>ii) Cada 3 meses hace auditorias el corporativo.</p>	<p>Externas 1991</p> <p>a) Auditorias</p> <p>b) Cursos de capacitación en matriz</p> <p>c) Publicación de procedimientos s/ alternativas de protección ambiental.</p> <p>d) Cada mes un ingeniero se traslada a planta matriz, y</p> <p>e) Consultores ambientales</p> <p>Internas: 1991</p> <p>i) Juntas periódicas de gerente general, manufactura y materiales.</p> <p>Reuniones con trabajadores de línea para proponer mejoramientos al proceso.</p>	<p>1990</p> <p>i) Manejo de residuos</p> <p>ii) Segregación de materiales (cartón y plástico)</p> <p>iii) Monitoreo</p> <p>iv) Programa de reducción de scrap.</p> <p>1990</p> <p>Cambio en prácticas administrativas.</p>	Naturaleza del mercado del producto.	<p><i>Internos:</i> Trabajadores capacitados y falta de información s/tecnologías ambientales.</p> <p><i>Externos:</i> Regulaciones confusas con ausencia de información</p>	<p>1990</p> <p>i) Ingeniería de manufactura tiene Subdivisión: Ingeniería industrial, seguridad y mantenimiento.</p> <p>ii) Equipo de trabajo: Gerente general, manufactura y calidad.</p>

Trayectoria Ambiental
Empresas en Momento Evolutivo II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipos de tecnología ambiental	Motivos para aplicarla	Obstáculos	Forma de organización
F Inicio: 1992	1996 a) Por disposición del corporativo esta empresa inicia proceso de certificación ISO 14000	1996 i) Auditorias (1 c/año) ii) Revistas especializadas iii) Boletines semanales iv) Cursos s/ manejo de residuos e ISO 14000 en plantas de ciudad Juárez. (1998)	1991 i) Manejo de residuos ii) Segregación de materiales (Cartón y plásticos) iii) Monitoreo 1996 i) Programa de reducción de scrap	Mercado de su producto.	<i>Internos:</i> Concientización ambiental de los trabajadores y cuadros directivos. <i>Externos:</i> i) Falta de información sobre tecnologías ambientales. ii) Normatividad ambiental confusa y falta de información técnica para cumplirla.	Comisión mixta de seguridad e higiene Coordina los trabajos del programa de reducción de scrap. i) la capacitación en puestos de trabajo ii) Colaboración de ingenieros de proceso, elaboración de reportes y análisis por línea. iii) Incorporación del justo a tiempo en procesos. iv) Se promueve la efficientización desde que los componentes llegan al almacén hasta que los operadores insertan los componentes.

Trayectoria Ambiental
Empresas en Momento Evolutivo II

Empresa	Política ambiental	Canales de comunicación	Tipos de tecnología ambiental	Motivos para aplicarla	Obstáculos	Forma de organización
G Inicio: 1994	<p>a) Política ambiental del corporativo implícita en su política de eficientización de procesos.</p> <p>b) La PA del corporativo tiene sentido en la medida que permite reducir costos.</p>	<p>Externos: 1995</p> <p>i) Con el corporativo se tienen pocos intercambios sobre desempeño ambiental.</p> <p>ii) A través de empresas tratadoras de residuos reciben información sobre tecnologías ambientales.</p> <p>Internos 1995</p> <p>Comunicación entre departamentos mantenimiento, producción y calidad. Reuniones semanales.</p>	<p>1995</p> <p>i) Control de emisiones ii) Manejo de residuos</p> <p>1996</p> <p>i) Segregación de materiales (cartón y plásticos)</p> <p>1997</p> <p>i) Programa de reducción de scrap. ii) Monitoreo</p> <p>Actividades: i) cambio en prácticas ambientales.</p>	Mejoramiento de procesos para disminuir costos por disposición de residuos	<p>Internos: Resistencia cultural. Se privilegian las actividades productivas antes que ambientales.</p> <p>Externos: a) Excesivos tramites burocráticos y traslape de funciones.</p>	<p>a) Comisión de Seguridad e Higiene se encarga de monitorear permanentes en la línea de producción.</p> <p>b) Aquí tiene una participación activa las ingenierías de: proceso, mantenimiento, supervisores y operadores.</p> <p>c) Las formas de organización de trabajo en equipo y JIT son importantes para llevar a cabo la reducción de scrap durante el proceso.</p>

Trayectoria Ambiental
 Empresa en Transición del Momento Evolutivo II al III

Empresa	Política ambiental corporativa	Canales de comunicación	Tipos de tecnología	Incentivos	Obstáculos	Forma de organización.
H Inicio 1992	1992-1997 i) La política ambiental del corporativo se orienta hacia la disminución de residuos durante el proceso. ii) Como política corporativa la empresa se certificó en ISO 14000 (1997)	<i>Internos</i> 1996 a) Asignación del corporativo de una persona encargada de dar cursos sobre ISO 14000 b) Vitrina de información sobre desempeño ambiental. c) Auditorías internas y del corporativo. <i>Externos</i> i) Consultores ambientales.	1996 i) Manejo de residuos ii) Segregación de materiales (cartón y plástico) iii) Monitoreo 1997 i) Programa de reducción de scrap. ii) Rediseño de procesos y producto. Estas tecnología se han aplicado con mayor rigurosidad con la certificación ISO 14000. Beneficios: a) Control de gastos sobre residuos b) Menor generación debido al análisis de procesos y diseño de productos.	Mercado de su producto e imagen de corporativo.	<i>Internos:</i> Resistencia al cambio por cuestiones culturales.	1997 Comisión mixta de Seguridad y e Higiene (Ingeniería de procesos, manufactura y calidad) han sido importantes p/ elaboración de procedimientos en ISO 14000.

Trayectoria Ambiental
 Empresa en Transición del Momento Evolutivo II al III

Empresa	Política ambiental corporativa	Canales de comunicación	Tipos de tecnología	Incentivos	Obstáculos	Forma de organización.
I Inicio: 1989	<p>a) La PA sigue los lineamientos de las leyes del país donde se encuentra su corporativo.</p> <p>b) La política ambiental forma parte de la eficientización de procesos.</p>	<p>Externo: 1996</p> <p>i) El corporativo realiza auditorias cada 6 meses.</p> <p>ii) Consultores ambientales.</p> <p>Interno: 1993</p> <p>i) Pláticas de concientización ambiental.</p> <p>ii) Avisos informales</p>	<p>1990</p> <p>i) Manejo de residuos ii) Segregación de materiales iii) Monitoreo</p> <p>1997</p> <p>i) Programa de reducción de scrap.</p> <p>1998</p> <p>i) Rediseño de procesos y productos.</p> <p>En la medida que se mejoran los procesos se disminuye los insumos desperdiciados. En eso consiste su control de la contaminación.</p>	<p>Cumplir con la normatividad ambiental.</p> <p>Eficientización de procesos de</p>	<p>Internos: Falta de coordinación entre departamentos.</p>	<p>a) Antes de 1994, la gerencia de materiales se hacia cargo del manejo ambiental.</p> <p>b) El departamento ambiental, creado el año pasado se limita al manejo administrativo de los asuntos del medio ambiente.</p> <p>c) La ingeniería de procesos y de producción participan directamente en la mejora de procesos y reducción de scrap participa.</p>

Trayectoria Ambiental
 Empresa en Transición del Momento Evolutivo II al III

Empresa	Política ambiental corporativa	Canales de comunicación	Tipos de tecnología	Incentivos	Obstáculos	Forma de organización.
J Inicio: 1996	<p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> a) Por instrucciones del corporativo esta empresa es certificada en ISO 14000 en 1997	<p style="text-align: center;"><i>Externa 1997</i></p> a) Intercambio de información limitada debido a que la asesoría provino de un despacho de <i>consultoria</i> b) Contratación de un servicio de <i>consultoria ambiental</i> . c) Auditorias internas cada 3 meses.	a) La ISO 14000 les ha permitido mejorar el manejo de residuos y los ha posibilitado para intervenir en cualquier punto de su proceso productivo. b) Refuerza el control en procesos.	Posibilidad de acceder a nuevos nichos de mercado donde el cuidado ambiental es un requisito	Internos: a) Apatía y falta de información de trabajadores b) Falta de reconocimiento por parte de autoridades ambientales.	Gerencia de materiales, proceso y producción. Reuniones cada 15 días para comentar problemas del proceso y medidas ambientales.
		<p style="text-align: center;"><i>Interna 1997</i></p> i) Anuncios sobre manejo de residuos. ii) Cursos de capacitación iii) Guías y procedimientos en cada línea de producción. iv) Periódico de divulgación	<p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> i) Control de emisiones ii) Manejo de residuo iii) Segregación de materiales (cartón y plásticos) iv) Monitoreo v) Programa de reducción de scrap.			
			<p style="text-align: center;"><i>1998</i></p> i) Rediseño de procesos y productos			

Trayectoria Ambiental
 Empresa en Transición del Momento Evolutivo II al III

Empresa	Política ambiental corporativa	Canales de comunicación	Tipos de tecnología	Incentivos	Obstáculos	Forma de organización.
K inicio 1989	<p style="text-align: center;"><i>1998</i></p> a) Empresa certificada en ISO 14000 por iniciativa del corporativo. b) Exigencia de su principal cliente y proveedor.	<p style="text-align: center;">Externos 1996</p> a) Cursos de capacitación del corporativo. b) Consultores ambientales c) Sugerencias del cliente. <p style="text-align: center;">Internos 1997</p> i) Juntas semanales para discutir problemas en línea de producción ii) Capacitación en labores de ensamble	<p style="text-align: center;"><i>1995</i></p> i) Control de emisiones ii) Manejo de residuos iii) Segregación de materiales iv) Monitoreo v) Programa de reducción de scrap. <p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> a) Reciclaje de aguas residuales b) Rediseño de procesos y producto.	Requerimientos del cliente para continuar contrato. El producto pueda ser reciclado al término de su ciclo de vida.		<p style="text-align: center;"><i>1993-1994</i></p> a) Comisión mixta de Seguridad e higiene. Coordina los trabajos de manufactura, calidad y producción. <p style="text-align: center;"><i>1995</i></p> Instalación del programa de reducción de scrap <p style="text-align: center;"><i>1997</i></p> El departamento de diseño trabaja con un programa corporativo en búsqueda de diseños de producto que disminuyan su impacto ambiental. Programa de reducción de scrap, juntas semanales en equipos de trabajo para sugerir cambios en las actividades del proceso: cursos de capacitación y labores de mantenimiento.

Anexo 3

CARACTERÍSTICAS DEL LOS CUESTIONARIOS APLICADOS EN EL TRABAJO DE CAMPO

Cuestionario 1

Trayectorias Productivas

SECCIÓN	Aspectos principales	Información esperada
I	Aspectos generales. 1.1 Descripción general.	Presenta un panorama general de la empresa en cuanto a las actividades que desempeña, su naturaleza como matriz o filial y los mercados externos que cubre.
II	2. Información sobre tecnología (Gerente de manufactura y producción)	Identificar el tipo de tecnologías utilizada por la empresa, inicio de operaciones y condiciones de implementación.
III	3. Información sobre la organización del trabajo y de la producción (Gerente de manufactura, producción)	En esta sección se pretende obtener información que permita identificar las forma de organización, fecha de inicio, actores involucrados en su implementación y la importancia que tiene para el esquema operativo de la empresa.

Modulo 2

Trayectoria ambiental

SECCIÓN	Aspectos principales	Información esperada
I	Política ambiental	Se ubica la política ambiental de la planta. La intervención del corporativo y el papel de la normatividad ambiental en su instrumentación.
II	Tecnología ambiental Aspectos generales Tecnologías de control Tecnologías de prevención	Este apartado nos ayudará a identificar las tecnologías ambientales utilizadas por la empresa. Su naturaleza, importancia y tiempo de introducción.
V	5. Organización del trabajo y de la producción en tecnologías ambientales	Se pretende identificar los actores involucrados en la implementación de tecnologías ambientales, así como los tipos de cambios organizacionales ocurridos en la empresa.

***Trayectorias productivas y tecnología ambiental en
la industria maquiladora electrónica de Tijuana.***

Cuestionario para responderse por:
Gerente General,
Gerente de Planta o
Gerente de producción

La información obtenida mediante este cuestionario será utilizada solamente con fines académicos. No se publicará ningún dato a nivel individual ni se mencionará la fuente de información. El objetivo es aprender de la experiencia de las empresas sin revelar cualquier información que pueda ser considerada como confidencial por parte de éstas. El tratamiento de la información será exclusivamente estadístico.

SECCION I

Descripción general

Nombre de la empresa visitada:
Nombre de la persona entrevistada:
Cargo que desempeña:
Dirección de la planta:
E-Mail: _____ Tel. _____

1.1. Año de inicio de operaciones: _____

1.2 ¿Es esta planta... _____

01 Casa Matriz

03 Subcontratada

02 Filial

04 Independiente

1.3 En caso de ser filial, indique nombre y dirección de la matriz

Nombre:
Dirección:

1.3.1 ¿Cómo se distribuye la propiedad de esta empresa?

01 Extranjera _____ %

02 Gobierno _____ %

03 Privada mexicana _____ %

1.3.2 ¿Cuáles son los principales productos de la división o compañía a la que pertenece en el corporativo matriz?

01. _____ %

02. _____ %

03. _____ %

04. _____ %

Porcentaje del total de producción de la división o matriz

1.3.3 ¿Cuáles son los principales productos responsabilidad de esta planta?

01. _____ %
 02. _____ %
 03. _____ %
 04. _____ %

Porcentaje del total de producción de la planta

1.3.4 De acuerdo a los productos mencionados, ¿cuáles son sus mercados de exportación?

Tarjeta 1

	Norteamérica %	América Latina %	Europa %	Japón %	Resto de Asia %
Producto 1					
Producto 2					
Producto 3					
Producto 4					

1.3.5 Existen otras plantas del corporativo que elaboran los mismo productos

01 Sí

02 No

Si la respuesta es negativa, pase a la pregunta 2.1

1.3.5.1 ¿En qué países del mundo?

Tarjeta 2

País	No. de plantas
Estados Unidos de América (Por favor, especifique el Estado i.e. CA, Arizona...)	
América Latina (Por favor, especifique el país...)	
Japón	
Asia (Por favor especifique el país...)	
Europa (Por favor especifique el país...)	

SECCIÓN II

Información sobre tecnología

2.1 ¿De dónde proviene principalmente la tecnología para sus principales productos de exportación?

Tarjeta 3 _____

01. De su empresa matriz?

02. De otras empresas conexas a la red de su casa matriz?

03. De empresas nacionales?

04. De esta empresa?

05. Otra fuente (favor de especificar:

2.2 ¿Esta empresa hace actividades de investigación y desarrollo? 01 Si 02 No _____

En caso negativo, pasar a pregunta 2.6

En caso positivo. En qué consiste o de qué tipo:

2.3 ¿Cuál es el porcentaje de gastos en investigación y desarrollo en esta empresa?:

_____ % respecto de _____
(ventas, costos de manufactura, u otro especifique por favor)

2.4 ¿Cuántas personas de esta empresa están vinculadas a esta actividad? _____

Tarjeta 4

Ingenieros	
Técnicos	
Otro personal especializado	
Total	

2.5 ¿Alguna institución educativa o de investigación superior esta involucrada en esta actividad?

01. Si 02. No _____

En caso afirmativo, mencione en qué consiste su participación:

2.6 Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre tipos de tecnología y su adaptación en esta empresa.

Tipo de tecnología	Es transferida la tecnología Tarjeta 5	En caso afirmativo, es adaptada a condiciones locales la tecnología Tarjeta 6	Cuál fue la razón principal para modificar la tecnología Tarjeta 7	¿En que año se adoptó localmente la tecnología en....
Proceso				
Producto				
Diseño de planta				
Administración				
Comercialización				
Calidad				
Justo inventario				
Management				
Otra (por favor, especifique..)				
	Tarjeta 5 01 Si 02 No 03 No opera 04 No sabe	Tarjeta 6 01 Totalmente 02 Mayoritariamente 03 Más o menos 04 Poco 05 Nada 06 No sabe	Tarjeta 7 01 Sistema de manufactura; 02 Mercado local reducido; 03 Imposibilidad para obtención de insumos y repuestos; 04 naturaleza de la mano de obra local; 05 solicitudes del gobierno local; 06 naturaleza de demanda local; 08 otro (por favor especifique....	

2.7 Indicar el número de máquinas automáticas en esta empresa según periodo:

Tarjeta 8

Tipo de unidad	1985	1990	1995	1997	1998
01. Número total de unidades automatizadas					
02. Computadoras PC's en producción					
03. Máquinas de control numérico (incluye inserción automática)					
04. Robots (brazos o unidades completas)					
05. Equipo programable para transbordador bienes					
6. Otro (Favor de especificar:					

2.8 Considerando el total de la producción de la planta, ¿cuál es el porcentaje de automatización?

_____ % 1985 _____ % 1990 _____ % 1995 _____ % 1997

2.9 De la tarjeta 9, ¿cuáles son las tres actividades más importantes para esta empresa en la que haya habido cambios profundos? (seleccione jerárquicamente):

Tarjeta 9

	1990	1995	1997
1°	1°	1°	1°
2°	2°	2°	2°
3°	3°	3°	3°

01 Adaptación y rediseño de productos,

02 Adaptación y rediseño de procesos,

03 Ensamble final

04 Adquisición de materias primas y repuestos.

05 Fabricación de componentes

06 Desarrollo ejecutivo (capacitación gerencial)

07 Aprovechamiento de recursos humanos (capacitación de empleados)

08 Actividades de promoción de productos y ventas

09 Acopio y procesamiento de información

10 Gestión financiera

11 Desarrollo y planificación de estrategias

12 Servicios postventa

13 Otro, por favor especifique...

SECCIÓN III

Información sobre la organización del trabajo y de la producción

3.1 Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre la organización del trabajo y de la producción.

Formas de organización	¿Se ha introducido... en esta empresa? Tarjeta 10	¿En qué año fue introducido ... en esta empresa?	¿Quién inició ... en esta empresa? Tarjeta 11	Qué tan importante es... para el desarrollo de la competitividad en esta empresa? Tarjeta 12	Cuál fue el principal obstáculo para introducir ... en esta empresa? Tarjeta 13
Justo a tiempo en inventarios					
Justo a tiempo en procesos de producción					
Rotación de tareas					
Multicalificación					
Control Estadístico de Procesos					
Manufactura celular					
Sistema de control en tiempo real de proceso					
Círculos de calidad					
Equipos de trabajo					
Unidades de negocio					
Descentralización en el piso					
Reducción de Scrap					
Otro (especificar...)					
	Tarjeta 10 01 Si 02 No 03 No opera 04 No sabe		Tarjeta 11 01 La matriz 02 Esta empresa 03 Otro (por favor especifique)	Tarjeta 12 01 Muy importante 02 Importante 03 No tan importante	Tarjeta 13 01 Trabajar Control estadístico de procesos; 02 ampliar conocimiento; 03 comunicación técnica; 04 técnicas en equipo; 05 técnicas para detectar problemas; 06 determinar necesidades de capacitación; 07 elaboración de propuestas para mejorar producto; 08 elaboración de diarios/prodn; 09 reducir desperdicios materias primas; 10 enseñar conocimientos técnicos a otros; 11 manejar escala producción; 12 autocontrol calidad; 13 escalas capacitación; 14 resistencia cambio; 15 otros especifique por favor

3.2 Ahora le voy a hacer algunas preguntas respecto al número de ingenieros (I) y personal calificado PC (técnicos, especialistas etc.)

Tarjeta 14

Departamentos	¿En qué año se introdujo el departamento de ...	Cuántos ingenieros y personal capacitado tiene el departamento de ...							
		1985		1990		1995		1997	
		I	PC	I	PC	I	PC	I	PC
Administración de recursos humanos									
Ingeniería de proceso									
Ingeniería de producto									
Capacitación									
Calidad									
Diseño									
Investigación y Desarrollo									
Medio ambiente									

3.3 Mencione el número total de personal en la planta durante los últimos años.

Tarjeta 15

1985

1990

1995

1997

*Trayectorias productivas y tecnología ambiental en
la industria maquiladora electrónica de Tijuana.*

Cuestionario para responderse por:
Gerente de mantenimiento
Jefe de departamento ambiental

La información obtenida mediante este cuestionario será utilizada solamente con fines académicos. No se publicará ningún dato a nivel individual ni se mencionará la fuente de información. El objetivo es aprender de la experiencia de las empresas sin revelar cualquier información que pueda ser considerada como confidencial por parte de éstas. El tratamiento de la información será exclusivamente estadístico.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

Nombre de la empresa:	
Nombre de la persona entrevistada:	
Cargo que desempeña:	
Dirección de la planta:	
Tel. _____	
E-Mail: _____	

SECCIÓN I

Política Ambiental

1.1 ¿La compañía ha firmado algún pronunciamiento o documento de principios ambientales a nivel internacional, nacional o sectorial (por ejemplo con la asociación o cámara del sector)?

01 Sí 02 No

En caso positivo, mencione el nombre del documento o pronunciamiento

1.2 Si la compañía es filial de una empresa extranjera, ¿el corporativo cuenta con una política ambiental explícita que se aplique a las subsidiarias?

01 Sí 02 No

En caso negativo, pase a la siguiente pregunta 1.4

1.2.1 En caso positivo, explique por favor en qué consiste la política ambiental del corporativo hacia las subsidiarias.

1.3 Mencione en orden jerárquico los requerimientos que debe cumplir la política ambiental del corporativo.

Tarjeta 1

- | | |
|---|-----------|
| 01 Cumplir con las normas ambientales mexicanas | 1°. _____ |
| 02 Cumplir con las normas ambientales de la corporación, | 2°. _____ |
| 03 Cumplir con las normas del país en el que se localiza la matriz. | 3°. _____ |
| 04 Otro, especifique por favor... | |

1.4 ¿Cuál ha sido el porcentaje de gastos para la protección ambiental con respecto a _____ (ventas, costos de manufactura u otro por favor indique) en

_____ %1985 _____ %1990 _____ %1995 _____ %1997

1.5 En orden de importancia, ¿cuáles son los requisitos mínimos para cumplir con la normatividad ambiental (Federal y Estatal)?

Tarjeta 2

- | | |
|---|----------|
| 01 Reducir las emisiones a la atmósfera | 1° _____ |
| 02 Reducir descargas de líquidos residuales | 2° _____ |
| 03 Reducir los residuos sólidos | 3° _____ |
| 04 Incrementar la eficiencia del uso de energía | |
| 05 Reciclaje | |
| 06 Otro (por favor, especifique...) | |

1.6 Acerca del marco regulatorio ambiental, ¿qué aspectos son los que más le han ayudado a mejorar su desempeño ambiental? (Mencione tres en orden de importancia)

Tarjeta 3

- | | |
|---|----------|
| 01 Reducción de material y emisiones tóxicas | |
| 02 Disminución de costos de producción por manejo y disposición de residuos. | 1° _____ |
| 03 Control y monitoreo | 2° _____ |
| 04 Bajo consumo de energía eléctrica | 3° _____ |
| 05 Mejor utilización de insumos productivos (insumos, mano de obra y capital) | |
| 06 Reciclaje y/o sustitución de insumos. | |
| 07 Monitoreo permanente de emisiones contaminantes y condiciones de trabajo. | |
| 07 Otro, por favor indique... | |

1.7 Como resultado de la regulación ambiental, ¿Cuáles son los aspectos que más han afectado el funcionamiento productivo de la empresa? (Mencione tres en orden de importancia)

Tarjeta 4

- | | |
|--|----------|
| 01 Excesivos trámites burocráticos que se traducen en pérdida de tiempo. | 1° _____ |
| 02 Incremento de costos de producción | 2° _____ |
| 03 Disminución de la productividad | 3° _____ |
| 04 Pérdida de competitividad internacional | |
| 05 Otro (especifique por favor...) | |

1.8 De la tarjeta 5, ¿cuáles son los cambios que cree necesarios en la política ambiental del gobierno para mejorar el desempeño ambiental de las empresas?

Tarjeta 5

- 01 Políticas de capacitación ambiental 1°. _____
- 02 Simplificación administrativa 2°. _____
- 03 Incentivos fiscales (mayores subsidios y/o exención de impuestos sobre maquinaria ambiental) 3°. _____
- 04 Incentivos financieros (especificar...)
- 05 Mayor acceso a banco de datos sobre tecnologías ambientales
- 06 Otros, especifique por favor...

SECCIÓN II

Información sobre tecnologías ambientales

2.1 Ahora le voy a preguntar sobre los tipos de tecnología ambiental y su adaptación en esta empresa.

Tipos de tecnología ambiental	Se ha introducido en esta empresa ...? Tarjeta 6	¿En qué año fue introducida la tecnología ... en esta empresa?	¿Es transferida la tecnología...? Tarjeta 6	¿Cuál fue la razón principal para implementar tecnologías de ... Tarjeta 7
1. <i>Tecnologías de control en procesos</i>				
2. <i>Tratamiento y manejo de residuos</i>				
3. <i>Control y monitoreo</i>				
4. <i>Reciclaje</i>				
5. <i>Tecnologías limpias</i>				
5.1 <i>Cambio de materiales.</i>				
5.2 <i>Reducción mediante rediseño en proceso.</i>				
5.3 <i>Otro, especifique por favor...</i>				
	Tarjeta 6 01 Si 02 No 03 No sabe 04 No aplica		Tarjeta 6 01 Si 02 No 03 No sabe 04 No aplica	Tarjeta 7 01 Regulación ambiental 02 Política ambiental de la matriz y/o corporativo 03 Requerimientos de clientes nacionales 04 Clientes extranjeros 05 Presiones de la comunidad local 06 Presiones de asociaciones o cámaras de comercio y/o de industria 07 Imagen pública 08 Productividad de los insumos Otro especifique por favor:

2.2 Mencione por orden jerárquico las fases que han comprendido la instrumentación de tecnologías ambientales utilizadas en esta empresa.

Tarjeta 8

- | | |
|--|-----------|
| 01 Proceso | |
| 02 Rediseño de Producto | |
| 03 Creación de departamentos | 1°. _____ |
| 04 Cambio en técnicas de administración interna (reportes sobre emisiones, estadísticas de entrada y salida de residuos, medición de fuentes contaminantes, entre otros) | 2°. _____ |
| | 3°. _____ |
| 05 Cambio en prácticas de relaciones gubernamentales. | |
| 06 Otro (especifique por favor...) | |

2.3 ¿Cuáles son los principales apoyos y mecanismos que facilitan la introducción de tecnologías ambientales? (Mencione tres en orden jerárquico)

Tarjeta 9

- | | |
|--|-----------|
| 01 Incentivos fiscales (subsidios y/o exenciones de impuestos) | 1°. _____ |
| 02 Facilidad arancelaria para la importación | 2°. _____ |
| 03 Bancos de datos sobre tecnologías | 3°. _____ |
| 04 Programas de apoyo en investigación | |
| 05 Otros (por favor, especifique...) | |

2.4 ¿Cuáles han sido los mayores obstáculos internos de la empresa que la han inhibido en su acción pro ambiental (clasifique únicamente los tres más importantes)

Tarjeta 10

- | | |
|---|-----------|
| 01 Financiamiento inadecuado | |
| 02 Otra prioridades de mayor urgencia de atención | 1°. _____ |
| 03 Falta de trabajadores bien capacitados | 2°. _____ |
| 04 Falta de información sobre tecnologías adecuadas | 3°. _____ |
| 05 Un conocimiento inadecuado sobre el impacto y el desempeño ambiental | |
| 06 Otro (por favor, especifique...) | |

2.5 ¿Cuáles son los mayores obstáculos externos a la empresa que la han inhibido en su mejor desempeño ambiental (Señale únicamente los tres más importantes).

Tarjeta 11

- | | |
|--|-----------|
| 01 Falta de tecnología | 1°. _____ |
| 02 Alto costo del equipo que se requeriría | 2°. _____ |
| 03 Altas tasas de interés | 3°. _____ |
| 04 Falta de incentivos en pro del ambiente | |
| 05 Competencia en el mercado de productos | |
| 06 Falta de infraestructura local | |
| 07 Políticas gubernamentales (Por favor especifique cuáles y por qué han sido un obstáculo) | |
| 08 Otro (por favor especifique...) | |

2.6 ¿De qué manera la empresa adquiere tecnologías ambientales?

Tarjeta 12

01. Transferencia directa del Corporativo 1°. _____
 02. Adquisición a través del Departamento ambiental 2°. _____
 03. Otro, especifique por favor 3°. _____

SECCIÓN III

Información sobre organización del trabajo para proteger el medio ambiente

3.1 Ahora le voy a hacer algunas preguntas sobre la organización por tipo de tecnologías ambientales en esta empresa.

Tipos de tecnología ambiental	¿Quién inicio en esta empresa la introducción de tecnologías de... Tarjeta 13	Qué tan importante es la tecnología en... para el desarrollo de la competitividad en esta empresa ? Tarjeta 14	¿Qué cambios organizacionales y productivos tuvo la introducción de... Tarjeta 15	¿A partir de qué año tuvieron lugar dichos cambios...
1. Tecnologías de control en procesos				
2. Tratamiento y manejo de residuos				
3. Control y monitoreo				
4. Reciclaje				
5. Tecnologías limpias				
5.1 Cambio de materiales.				
5.2 Reducción mediante rediseño en proceso.				
5.3 Otro, especifique por favor...				
	Tarjeta 13 01 La matriz y/o el corporativo; 02 Esta empresa 03 Otro especifique por favor...	Tarjeta 14 01 Totalmente, 02 Mayoritariamente; 03 Poco; 04 Nada; 05 No sabe	Tarjeta 15 01 Procesos 02 Rediseño de producto 03 Creación de departamentos especializados 04 Cambio en prácticas de administración (reportes de emisiones, mediciones de productividad, etc.) 05 Cambio en prácticas de relaciones gubernamentales. 06 Otro (Por favor especifique...	

3.2 De la tarjeta 16, mencione por orden de importancia las actividades que la empresa ha realizado para proteger el medio ambiente en los últimos años.

Tarjeta 16

	1990	1995	1997
1°	1°	1°	1°
2°	2°	2°	2°
3°	3°	3°	3°

- 01 Conocimiento de la normatividad ambiental
- 02 Elaboración de un estudio de impacto ambiental
- 03 Diagnóstico para determinar riesgos en la salud de los trabajadores
- 04 Análisis de la línea de producción para determinar fuentes contaminantes
- 05 Instalación de sistemas ambientales.
- 06 Monitoreo permanente de emisiones y condiciones de trabajo.
- 05 Otro (especifique por favor...

3.3 ¿La compañía tiene procedimientos de comunicación para asegurar que todos los empleados estén conscientes de los efectos ambientales potenciales de sus actividades?

01 Sí 02 No

Si responde negativo, pase a la pregunta 3.4

3.3.1 Si responde positivo, ¿cuáles son estos procedimientos? _____

3.3.1 A partir de qué año la empresa instrumentó estos procedimientos de comunicación?

3.4 De la tarjeta 17, mencione por orden de importancia los canales de comunicación en materia de ambiental entre la matriz y esta empresa durante los últimos años.

Tarjeta 17

	1990	1995	1997
1°	1°	1°	1°
2°	2°	2°	2°
3°	3°	3°	3°

- 01 A través de relaciones subsidiaria - proveedor
- 02 A través de relaciones cliente - matriz
- 03 Otro, por favor especifique

3.5 ¿Cuáles son las principales fuentes de asesoría para un mejor desempeño ambiental?

Tarjeta 18

- | | |
|---|----------|
| 01 Consultores | 1° _____ |
| 02 Proveedores de equipo | 2° _____ |
| 03 Clientes | 3° _____ |
| 04 Asociaciones industriales | |
| 05 Instituciones educativas | |
| 06 Organizaciones gubernamentales | |
| 07 Matriz y/o proveedores extranjeros de tecnología | |
| 08 Organizaciones internacionales (Mencione cuáles..) | |
| 09 Otros, por favor especifique | |

3.6 ¿Existen actividades de capacitación ambiental en el personal de la planta?

01 Sí

02 No

3.6.1 Si la respuesta es positiva, ¿a partir de qué año se dio con las actividades de capacitación ambiental?

3.7 ¿Cuáles fueron los principales contenidos de los cursos de capacitación ambiental dados al personal de la planta?

Tarjeta 19

	1990	1995	1997
1°	1°	1°	1°
2°	2°	2°	2°
3°	3°	3°	3°

- 01 Minimización de residuos
- 02 Tratamiento del agua antes de descargarla fuera de la planta
- 03 Legislación ambiental
- 04 Análisis de riesgo
- 05 Gestión y manejo ambiental
- 06 El control de la contaminación del aire
- 07 Auditoria ambiental
- 08 Análisis de impacto ambiental
- 09 Otros temas (por favor especifique)

ANEXO 4

Guías de entrevistas en profundidad por secciones.

Cuestionario 1

Secciones	Considerar para entrevista a profundidad
I. Descripción	a) Canales de comunicación entre Corporativo y filial. Tránsito de conocimientos productivos y de manejo ambiental. Tipificar relación matriz-subsidiaria. Por ejemplo: Congresos y/o reuniones sobre cuidado ambiental. Cursos de capacitación Cómo aplican tecnologías ambientales allá.
II. Información sobre tecnología	a) Especificar tipo de tecnologías en la planta. Plantearse cómo las aplican. b) Requerimientos y/o habilidades necesarias para implementarlas y de qué manera desarrollaron esas habilidades en el pasado. c) Incentivos para desarrollar habilidades. d) Hacia dónde esperan dirigirse.
Información sobre organización del trabajo	a) Especificar prácticas organizacionales b) Cómo se organizan para implementar las tecnologías transferidas del corporativo. i) Delegación de responsabilidades ii) Capacitación para procesos productivos.

Cuestionario 2

Secciones	Consideraciones para entrevista en profundidad
I. Política ambiental	<ul style="list-style-type: none"> a) Actividades para conocer la normatividad ambiental. b) Aspectos de la relación con instancias gubernamentales encargadas de vigilar el cumplimiento de la normatividad ambiental.
II. Información sobre tecnología ambiental	<ul style="list-style-type: none"> a) Fases que incluye la aplicación de tecnologías ambientales en el proceso productivo. b) Importante realizar diferenciación por tipo de residuo: emisiones, residuos sólidos y Residuos peligrosos. c) Qué tipo de conocimientos o desarrollo de habilidades para manejar las tecnologías por tipo de residuo. d) Si la aplicación de tecnología ambiental implica llevar a cabo un mejor uso de los insumos, qué tipo de incentivos existen para los trabajadores. e) Qué tipo de Tecnología ambiental se implementa en la matriz y en sus diferentes filiales. f) Existe diferencia g) De qué manera se establece la transferencia de requerimientos ambientales desde el corporativo (i.e. Cursos, seminarios, visitas de inspectores de la corporación).
III. Información sobre organización para la protección ambiental	<ul style="list-style-type: none"> a) De qué manera se organizan para aplicar la tecnología ambiental <ul style="list-style-type: none"> i) Delegación de responsabilidades ii) Prácticas para el manejo de productos químicos iii) Recolección de residuos iv) Actividades de capacitación. v) Control de inventarios en proceso. b) Canales de comunicación interno. Abundar en los procedimientos para comunicar actividades de protección ambiental.

Anexo 5

Compendio de empresas certificadas en ISO 14000

COMPENDIO DE EMPRESAS CERTIFICADAS EN MÉXICO

GAN AHMSA (2 certificados)	Monclova, Coah.	Alto Horno 5, Laminación en caliente	SGS	Enero 28 de 1997
Lucent Technologies Microelectronica de México SA de CV	Matamoros	Planta	Lloyd's Register Quality Assurance Limited	Febrero 27 de 1997
Mead Jonson México	México D.F.	Planta	Perry Johnson Registrars Inc.	Marzo 19 de 1997
Componentes eléctricos de Lámparas (Philips Mexicana)	Cd. Juárez	Planta	Advanced Waste Management System	Abril 7 de 1997
Cementos Anáhuac (CEMEX)	Barrientos	Planta	ABS Quality Evaluations	Abril 24 de 1997
Grupo Industrial Resistol Negro de Humo.	Altamira Tamaulipas	Planta	Bureau Veritas Quality International	Abril 27 de 1997
Bristol Myers		Planta	No disponible	1997
Rohm & Haas	Apizaco Tlax.	Planta	Bureau Veritas Quality International-	Julio 28 1997
Xerox	Aguascalientes	Planta	BSI-	Ago. 21 1997
Matsushita	Reynosa	Planta	TÜV Rheland	Dic. 02 1997
Philips Mexicana	Monterrey	Planta	Bureau Veritas Quality International	Nov. 10 97
Cia Hulera Good Year Oxo	Tultitlan	Planta	Bureau Veritas Quality International	Nov. 14 97
Minera Carbonifera Río Escondido, SA de CV	Nava, Coah.	Minas y planta	SGS	09 Dic 97
Sanyo Electronics.	Tijuana B.C.	Planta	BSI	12 Sept.97
Scania	San Luis Potosí	Planta	ABS Quality Evaluations	98
Harinera Yucatán SA de CV	Yucatán	Planta	SGS	98
Square D	Tijuana, B.C.		No disponible	98
Servicios Auxiliares AHMSA (4 certificados)	Monclova, Coah.	Plantas	SGS	97-98
TRW Vehicle Safety Systems		Planta	UL	98
CFE Central Termoeléctrica Carbón II	Nava Coah.	Planta Generadora	SGS	26 febrero 1998
HMSA, cold Rolling Mill II (Laminadora en frío II)	Monclova, coah.	Planta	SGS	5 Marzo 1998
Industria del Alkali SA de CV	García, N.L.	Planta	SGS	No determinada
Cementos Guadalajara (CEMEX)	Guadalajara	Planta	SGS	25 marzo 1998
Cementos Monterrey (CEMEX)	Monterrey	Planta	SGS	25 marzo 1998

20 Empresas, 27 certificados

Fuentes: International environmental systems update, by CEEM Information Services

Teorema

Higiene Y Seguridad (Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad)

BIBLIOGRAFÍA

Abramo, Laís y Cecilia Montero (1995). "La sociología del trabajo en América Latina: Paradigmas teóricos y paradigmas productivos". En *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, Año 1, Número 1 pp. 73-96.

Amin y Thrift (1993), Harrison (1994), Oman (1994) y Dahlman (1996)
Amin, Ash y Nigel Thrift (1993). "Globalization, institutional thickness and local prospects". En *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, núm. 3

Alfie Cohen, Miriam (1993). "Las transformaciones de la política gubernamental en materia ecológica". *El Cotidiano*, núm. 52. Enero-febrero. Pp 51-56

_____, (1997). "Desarrollo y medio ambiente: Ciudad Juárez-El Paso. ¿Cooperación o Conflicto?" En Alejandro Mungaray et al 1997, "Desarrollo Fronterizo y globalización". Memoria de la IV Reunión Nacional de Estudios Fronterizos. Hermosillo, Sonora México.

Alonso, Jorge y Carrillo, Jorge (1996). "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias y aprendizaje". En *Revista Eure*. Separata, vol. XXII. Núm. 67. Santiago de Chile, Diciembre. Pp. 45-64

_____, (1997). "La articulación global/local: redes productivas transnacionales y gobernación económica fronteriza". Primer borrador, Departamento de Estudios Económicos, El Colegio de la frontera norte.

_____, O. Contreras y M. Kenney (1996). "Industrialización Transnacional y Trayectorias de Adaptación Productiva Local: el caso del desarrollo reciente en el Norte de México". El Colegio de Sonora, Hermosillo (capítulo tercero del reporte de investigación "Los gerentes e ingenieros de la maquiladora como agentes del desarrollo empresarial).

Birkinshaw, Julian y Neil Hood (1998). "Multinational subsidiary evolution: capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies". En *Academy of Management Review*, vol. 23 no. 4. Pp. 773-795

Bonazzi, Giuseppe (1993). "Modelo japonés, toyotismo, producción ligera: algunas cuestiones abiertas". En *Sociología del Trabajo*, nueva época, núm. 18. Madrid, Siglo XXI pp. 3-22.

Boisier, Sergio (1992). "La gestión de las regiones en un nuevo orden internacional: cuasi-estados y cuasi-empresas". Mimeo Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. Naciones Unidas/CEPAL Consejo Regional de Planificación.

Boyer, Robert (1997). "Las alternativas al fordismo. De los años 80 al siglo XXI". En Georges Benko y Alain Lipietz, *LAS REGIONES QUE GANAN.*, pp. 185-221, Editions Alfons el Magnanim, Valencia España.

Boyer, Robert, Elsie Carron, Ulrich Jürgens y Steven Tolliday (1998). "*Between Imitation and Innovation*. The transfer and hybridization of productive models in the international automotive industry. Oxford University Press.

Brown, Flor y Domínguez, Lilia (1989). "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación". En *Comercio Exterior*, vol. 39, núm. 3. México, D.F. Marzo, pp. 215-223

Brown, Flor (1998). "La industria textil". Ponencia presentada en el Seminario *El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política*. Enero, México, D.F

Carmona, Lara María del Carmen (1996). "La política ecológica en México". Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Políticas. UNAM.

Colby, W. Peter (1997). "A return to command and control". En *Environmental Quality Management* vol. 7, núm. 2. Winter

Comisión Económica Para América Latina (CEPAL). División Conjunta CEPAL/ONUDI de Industria y Tecnología (1991). "Tecnología, Competitividad y Sustentabilidad". Santiago de Chile, 11 de Enero.

Coriat, Benjamín (1995). "Pensar al revés. Trabajo y organización en la empresa japonesa". Siglo Veintiuno de España Editores. Segunda Edición en español 1995.

De la Garza Toledo, Enrique (coordinador) (1998). "Modelos de Industrialización en México". Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Ixtapalapa. División de Ciencias Sociales y Humanidades.

_____ (1995). "Innovación en tecnologías y sistemas de gestión ambientales en empresas líderes latinoamericanas". Santiago de Chile, Julio.

Carrillo, Jorge V. (1989). "Las transformaciones en la industria maquiladora de exportación". En González Aréchiga Bernardo y Barajas Escamilla Rocio (comp) *Las Maquiladoras. Ajuste Estructural y desarrollo regional*. El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert.

_____ (1995). "Flexible production in the auto sector: Industrial reorganization at Ford-México". En *World Development*. Vol. 23, núm. 1, pp. 87-101

_____ y Alberto Hernández (1986). "Mujeres fronterizas en la industria maquiladora". Secretaría de Educación Pública y Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México,

_____ y Jordy Micheli (1990). "Organización flexible y capacitación en el trabajo. Un estudio de caso". Documentos de trabajo # 30. Fundación Friedrich Ebert Stiftung.

_____, Mortimore, M. y Alonso, J. (1996). "Competitividad, capacitación y movilidad laboral en empresas de autopartes y de televisores en el Norte de México". El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana (Avances de investigación)

Constantino, Roberto (1996). "Ambiente, tecnología e instituciones: el reto de un nuevo orden competitivo". En *Comercio Exterior*, vol. 36, núm. 10. Octubre. Pp. 774-784.

Cornejo, Sarahi Angeles (1997). "Desarrollo sustentable y energía". En *Momento Económico*, UNAM, México D.F. Septiembre-octubre.

Contreras, Oscar, Martin Kenney y Jorge Alonso Estrada (1998). "Los gerentes de las maquiladoras como agentes de endogeneización de la industria". En *Comercio Exterior*, vol. 47, núm. 8. México, D.F. Agosto, pp. 670-679

Dahlman, Carl J. (1994). "New Elements of International Competitiveness: Implications for Developing Economies". En Colin I. Bradford Jr. *The new paradigm of systemic competitiveness: toward more integrated policies in Latin America*. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). París

De la O Martínez, María Eugenia (1994). "Innovación tecnológica y clase obrera: Estudio de caso de la industria maquiladora electrónica R.C.A. Ciudad Juárez; Chihuahua, México, De. Miguel Angel Porrúa, pp. 37-57

Domínguez, Lilia (1998). "Comportamiento ambiental de las empresas de la industria de fibras químicas en México". Ponencia presentada en el Seminario *El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política*. Enero, México, D.F.

Dobilas, G y A. MacPherson (1997) "Environmental regulation and international sourcing policies of multinationals firms". En *Growth & Change*, Vol. 28 núm 1. Pp 7-23.

Dosi, Giovanni, (1984). "Technical Change and industrial transformation". Macmillan Press, Gran Bretaña.

Dosi, Giovanni, Christopher Freeman, Richard Nelson, Gerald Silverberg y Luc Soete (1987). "Technical change and economic theory". Printer Publishers, Londres, Gran Bretaña.

Dosi, Giovanni, Franco Malerba y Luigi Orsenigo (1994a). "Evolutionary regimes and industrial dynamics". En Lars Magnusson (editor) *Evolutionary and Neo-schumpeterian approaches to economics*. Uppsala University Press. Pág. 203-229

Dosi, Giovanni y Luigi Marengo (1994b). "Some elements of an evolutionary theory of organizational competences". En Richard W. England (editor) *Evolutionary concepts in contemporary economics*. The University of Michigan Press. Pág. 157-178

Dosi, Giovanni y Franco Malerba (1996). "Organization and strategy in the evolution of the enterprise". Macmillan Press LTD.

Ferdow, Kasra (1997). "Making the most of foreign factories". En *Harvard Business Review*, March-April, pp. 73-88

Frank den Hond (1996). "In search of a Useful Theory of Environmental Strategy: A case study on the recycling of End-of-life vehicles from the capabilities perspective". VU Huisdrukkerij, Amsterdam.

Fryssenet, Michel, Andrew Mair, Koichi Shimizu y Giuseppe Volpato "One Best Way?. Trajectories and Industrial Models of the world's Automobile Producers". Oxford University Press.

GEMI, Global Environmental Management International. Informe, 1994

Gladwin, Thomas (1987). "Environmental, development and multinational enterprise". En Charles Pearson *Multinational corporations, environment and the third world*. Duke University Press. Capitulo 1, pp. 3-31.

González-Aréchiga, Bernardo y José Carlos Ramírez (1990). "Subcontratación y empresas transnacionales". El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert México, D.F.

Gutman, Pablo (1986). "Economía y Ambiente". En Enrique Leff *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. Siglo XXI Editores. México, D.F.

Haddad, Carol J. (1996). "Operationalizing the concept of concurrent engineering: A case study from the U.S. Auto Industry". En IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, Vol. 43 No. 2, May pp. 124-132

Harrison, Bennett (1994). "Lean & Mean. The changing landscape of corporate power in the age of flexibility". The Guilford Press. New York.

Humphrey, John (1993). "Introduction: Reorganizing the firm". En revista *Ids Bulletin*, Vol. 24, No. 2, pp. 1-9. Abril.

Hart, Stuart (1997). "Beyond greening: beyond for a sustainable world". En *Harvard Business Review*, Vol. 75, Núm. 1. Enero - Febrero, pp. 67-76

Heaton, George Robert Repetto y Rodney Sobin (1991). "Transforming technology: An agenda for Environmentally Sustainable Growth in the 21st Century". World Resources Institute. Pp. 2-20

Hualde, Alfredo (1997). "Las maquiladoras en México a fin de siglo". Ponencia presentada en el Seminario Subregional tripartito sobre aspectos sociales y laborales d las Zonas Francas Industriales. San José de Costa Rica, 25 - 28 de noviembre. Organización Internacional del Trabajo (OIT).

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SEDESOL (1993). "Residuos Peligrosos en el Mundo y en México". Serie Monografías No. 3. México, D.F.

Jaffe, Adam B. et al (1995). "Environmental Regulation and the competitiveness of U.S. Manufacturing: What does the evidence tell us?". En *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIII. Marzo, pp. 132-163

Johannnson, R. (1997). "The challenge of implementing ISO 14001 for small and medium size enterprise - surviving in the new global jungle". En *Environmental Quality Management* vol. 7, núm. 2. Winter

Kemp, Rene (1993). "An economic analysis of Cleaner technology: theory and evidence" En Fisher & Scott. *Environmental Estrategies for industry. International Prospectives on Research needs an policy implications*. Island Press, Washintong.

_____ (1995). "Environmental policy and technical change". Maastricht University Press. Holanda.

_____ Arie Rip y Johan Schot (1997). "Constructing transition paths through the management of niches". Documento preparado para el taller "Path creation and Dependence". Copenhagen, Agosto 19-22.

_____ (1998). "Environmental regulation and innovation. Key issues and questions for research". Position paper for IPTS-DG III project "Innovation and Regulation". 12 de Enero.

Kogut, Bruce y Zander Udo (1993). "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation". En *Journal of International Business Studies*, v.24, n4. Fourth Quarter: 625-645.

Leonard, Jeffrey H. (1988). "Pollution and the struggle for the world product. Multinational Corporations, Environment, and international comparative advantage". Cambridge University Press.

Magnusson Lars y Jan Ottoson (1997). "Evolutionary economics and path dependence". Pp 1-10. Edward Elgar Press.

Malnight, Thomas W. (1996). "The transition from decentralized to network-based MNC structures: An evolutionary perspective". En *Journal of International Business Studies*, Vol. 27 núm. 1. First Quarter: 43-65

Massey, Doreen (1984). "Spatial Divisions of Labor", Hong Kong: Macmillan Education LTD.

Mercado, Alfonso et al. (1995). "Contaminación industrial en la zona metropolitana de la Ciudad de México". En *Comercio Exterior*, vol. 45, núm. 10, México, D.F. Octubre,

_____ (1997). "El papel de las normas ambientales y las estrategias competitivas en el cuidado ambiental de la industria en México". Propuesta de Investigación. El Colegio de México, Julio. México, D.F.

Méndez M., Elizabeth (1995). "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida". En *Comercio Exterior*, vol. 45, núm 2. México, D.F. Febrero, pp. 159-163.

Moncayo Pérez Celene Ahime (1996) "Política Ambiental en la Industria Maquiladora Electrónica de Tijuana". Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colef.

Montalvo, Carlos (1992). "Costo ambiental del crecimiento industrial: El caso de la maquiladora electrónica en Tijuana, B.C.", Primera Edición. Fundación Friedrich Ebert Stiftung. México, D.F.

_____ (1996). "Environmental regulations and social traps; searching for solutions Case study: Waste water management in the In-Bond industry in the Northern Border of Mexico". D. Phil Research proposal. Junio pp. 1-25

Naciones Unidas (1993). "Environmental Management in Transnational Corporations" Report on the Benchmark Corporate Environmental Survey". Centre on Transnational Corporations. United Nations, New York.

Naciones Unidas. Conference on Trade and Development Programme on Transnational Corporations (1993). "Environmental Management in Transnational Corporations". Report on the Benchmark Corporate Environmental Survey.

Naciones Unidas, Comisión Brundtland. "Nuestro Futuro Común".

Nelson, Richard y Sidney Winter (1982). "An Evolutionary theory of economic change" Cambridge Mass. Harvard University Press. Belknap Press.

_____ (1994). "Recent evolutionary theorizing about economic change". Working Paper No. 94-8. University of California, San Diego.

OECD, (1985). "Environmental Policy and technical change". OECD Documents, Paris, Francia.

_____ (1985^a) "Economic instruments for environmental management in developing countries" OECD Documents, Paris

Oman, Charles (1994). "Globalization and regionalization: The challenge for developing countries. OECD, France Chapter five.

Paz Rojas Tomás (1996). "El Comportamiento Ambiental de Una Maquiladora De Componentes Electrónicos y El Efecto De Los Instrumentos Económicos". Maestría en Economía Aplicada. El COLEF.

Pérez, C. (1983). "Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems". *Futures*, vol. 15, No. 2.

Piore, M. y Sabel C. (1984). "The second industrial divide: possibilities for prosperity". Nueva York, Basic Books.

Pezzoli, Keith (1997). "The greening of industry in San Diego-Tijuana? A study of emergent environmental technologies and binational collaboration to prevent pollution". Center for U.S.-Mexican Studies. UCSD. Enero 10, San Diego, CA.

Porter Michael y Claas van der Linde (1995). "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship". En *Journal of Economic Perspectives*. Vol 9, núm. 4. Pp. 97-118

Poolton, J y Barclay I. (1996). "Concurrent engineering assessment: a proposed framework". En *Journal of Engineering Manufacture*, Vol 210, No. B4, pp. 321-328.

Puri (1996). En *Environmental Quality Management* vol. 7, núm. 2. Winter

Rózga L. Ryszard (1995). "Hacia Nuevos Enfoques en la relación: Territorio-Industria-Tecnología". En Ryszard Rózga Luter y Renata Ruiz (Comp.). Seminario Nacional Territorio-Industria-Tecnología. Llevado a cabo en la Toluca, Estado de México del 5 al 7 de octubre. Universidad Autónoma del Estado de México.

_____ (1996). "Industrialización, desarrollo de las industrias modernas y desarrollo regional en el Estado de México". Cuadernos de Investigación Tercera Epoca. Coordinación General de Investigación y Posgrado, Universidad Autónoma del Estado de México"

Scott, A. J. y Storper, M. eds. (1986). "Production, work, territory. The geographical anatomy and policy". Boston, Allen and Unwin.

Sánchez, Roberto (1989). "Contaminación de La Industria Fronteriza: Riesgos para la Salud y el Medio Ambiente". En *Las Maquiladoras. Ajuste Estructural y desarrollo regional*. Bernardo González Aréchiga y Rocío Barajas Escamilla (comp.) El Colegio de Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert.

_____ (1990a). "Contaminación Industrial En La Frontera Norte: Algunas Consideraciones Para La Década De Los Noventa". En *Estudios Sociológicos*, Vol. VIII. Núm. 23, El Colegio de México.

_____ (1990b). "Otra Manera De Ver A La Maquiladora: Riesgos En El Medio Ambiente Y En La Salud". En *Subcontratación y empresas Transnacionales* Bernardo González Aréchiga y Rocío Barajas Escamilla (comp.) El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert.

Shimizu, Koichi (1998). "A new toyotatism?". En Fryssenet, Michel et al *One Best Way?. Trajectories and Industrial Models of the world's Automobile Producers*. Estados Unidos de Norteamérica. Oxford University Press.

Skea, Jim (1995). "Environmental technology". En Gabel & H. Opschoor (Eds). "Principles of environmental and resource economics: a guide for students and decision makers". Aldershot: Eduard Elgar.

Storper y Walker, (1989). "The imperative of the capitalism. Territory, technology and industrial Growth" Primera Edición, Basil Blackwell Inc.

Strohl, Derek (1997). "Pollution among manufacturers in Mexico". The Institute for Environmental Studies. The University of Wisconsin-Madison.

"Taller sobre la prevención de Contaminación para maquiladoras: Industria Electrónica".(1997). Organizado por la UCSD, San Diego, California. 15 de mayo.

Tapia Alfredo y Ramón Pichs (1997). "Empresas innovadoras en la esfera de protección ambiental". En Leonel Corona Treviño *Cien empresas innovadoras en México*. Miguel Angel Porrúa, Grupo Editorial. UNAM, México, D.F.

The Toyota Production System (1995) Toyota Motor Corporation. International Public Affairs División and Operations Management Consulting División. October.

Treviño, Melanie y Adolfo Fernández. "The Maquiladora Industry, Adverse Environmental Impact, and Proposed Solutions". En *Journal of Borderlands Studies*. Vol VII, No. 2. Pp 53-71

US - EPA/ SEMARNAP (1996). "Prevención de la contaminación en la industria de la electrónica". Grupo de trabajo sobre la prevención de la contaminación. PRC Environmental Management, Inc, Mayo.

U.S. Department of Commerce. "Environmental Technologies Industry and Global Markets. A supplement to Environmental technologies Export: Strategic Framework for U.S. Leadership". Pp 13-19

Walley, Noah y Bradley Whitehead (1994). " It's not easy being green". En Harvard Business Review, Vol. 72, No. 3, Mayo-junio pp. 46-52

Womack, Jones y Ross (1990). "The machine that change the world". Rawson Associates. New York.

Wilson, Patricia (1992). "*Exports and local development Mexico's new maquiladoras*". University of Texas Press, Austin. Estados Unidos de América.