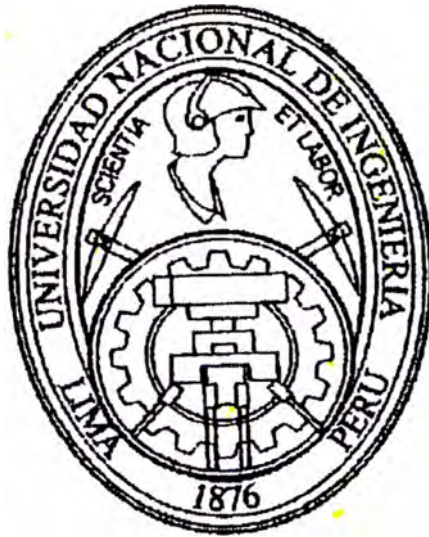


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA**



**"ANALISIS E IDENTIFICACION
DE POLIMEROS"**

INFORME TECNICO

**Para obtener el Título Profesional de :
INGENIERO QUIMICO**

Wellinton Tello Sandoval

LIMA - PERU

1998

**A MIS PADRES POR EL
APOYO AL PERMITIRME
LOGRAR MIS METAS**

CONTENIDO

CAPITULO I

INTRODUCCION

- 1.1 OBJETIVOS
- 1.2 RESUMEN DEL INFORME TECNICO
- 1.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ESPECTROFOTOMETRO INFRAROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER MARCA PERKIN ELMER MODELO PARAGON 1000 PC
- 1.4 ROL DEL PROFESIONAL QUIMICO EN ADUANAS

CAPITULO II

IDENTIFICACION PRELIMINAR DE MUESTRAS POR TIPO DE POLIMEROS

- 2.1 POLIMEROS DE ETILENO
 - 2.1.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION
 - 2.1.2 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD, LDPE)
 - 2.1.2.1 PROPIEDADES
 - 2.1.3 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD, HDPE)
 - 2.1.3.1 PROPIEDADES
 - 2.1.4 COPOLIMERO DE ETILENO Y ACETATO DE VINILO (EVA)
 - 2.1.4.1 PROPIEDADES

2.2 POLIMEROS DE PROPILENO

2.2.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.2.2 POLIPROPILENO

2.2.2.1 PROPIEDADES

2.3 POLIMEROS DE ESTIRENO

2.3.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.3.2 POLIESTIRENO (PSGP/PSHI)

2.3.2.1 PROPIEDADES

2.3.3 COPOLIMERO DE ESTIRENO-ACRILONITRILO(SAN)

2.3.4 COPOLIMERO DE ACRILONITRILO-BUTADIENO-ESTIRENO(ABS)

2.4 POLIMEROS DE CLORURO DE VINILO

2.4.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.4.2 POLICLORURO DE VINILO (PVC)

2.4.2.1 PROPIEDADES

2.4.3 POLICLORURO DE VINILO PLASTIFICADO

2.4.3.1 PROPIEDADES

2.5 POLIACETATO DE VINILO

2.5.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.5.2 PROPIEDADES

2.6 ALCOHOL POLIVINILICO

2.6.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.6.2 PROPIEDADES

2.7 POLIMEROS ACRILICOS

2.7.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.7.2 POLIMETACRILATO DE METILO

2.7.2.1 PROPIEDADES

2.7.3 POLIACRILONITRILO

2.7.3.1 PROPIEDADES

2.8 POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO

2.8.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.8.2 PROPIEDADES

2.9 RESINA FENOLICA

2.9.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.9.2 PROPIEDADES

2.10 RESINA EPOXICA

2.10.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.10.2 PROPIEDADES

2.11 POLICARBONATO

2.11.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.11.2 PROPIEDADES

2.12 RESINA ALQUIDICA

2.12.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.12.2 PROPIEDADES

2.13 POLIETILENTEREFALATO

2.13.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.13.2 PROPIEDADES

2.14 POLIAMIDAS

2.14.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.14.2 POLIAMIDA-6

2.14.2.1 PROPIEDADES

2.14.3 POLIAMIDA-11

2.14.3.1 PROPIEDADES

2.14.4 POLIAMIDA -6,6

2.14.4.1 PROPIEDADES

2.14.5 POLIAMIDA- 6,10

2.14.5.1 PROPIEDADES

2.15 POLIURETANO

2.15.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.15.2 PROPIEDADES

2.16 SILICONAS

2.16.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.16.2 PROPIEDADES

2.17 CARBOXIMETILCELULOSA

2.17.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

2.17.2 PROPIEDADES

CAPITULO III

PREPARACION DE MUESTRAS PARA SU ANALISIS EN EL ESPECTROFOTOMETRO DE INFRAROJO

3.1 INTRODUCCION

3.2 PREPARACION DE MUESTRAS LIQUIDAS

3.3 PREPARACION DE MUESTRAS SOLIDAS

3.3.1 EN SOLUCION

3.3.2 FUNDIDO

3.3.3 PULVERIZADO

3.3.4 PELICULAS

3.3.5 PULVERIZADO EN PLACAS DE BROMURO DE POTASIO
(PELLETS)

CAPITULO IV

OBTENCION DE LOS ESPECTROS FT-IR Y SU ESTUDIO POR TIPO DE POLIMEROS

4.1 INTRODUCCION

4.2 POLIMEROS DE ETILENO

4.2.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETILENO

4.2.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.2.2 ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE
ETILENO Y ACETATO DE VINILO(EVA)

4.2.2.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.3 POLIMEROS DE PROPILENO

4.3.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIPROPILENO (PP)

4.3.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.4 POLIMEROS DE ESTIRENO

4.4.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIESTIRENO (PS)

4.4.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.4.2 ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE
ESTIRENO- ACRILONITRILO (SAN)

4.4.2.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.4.3 ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE
ACRILONITRILO- BUTADIENO - ESTIRENO (ABS)

4.4.3.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.5 POLIMEROS DE CLORURO DE VINILO

4.5.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLICLORURO DE
VINILO (PVC)

4.5.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.6 POLIACETATO DE VINILO

4.6.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIACETATO DE VINILO

4.6.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.7 ALCOHOL POLIVINILICO (PVA)

4.7.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL ALCOHOL POLIVINILICO

4.7.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.8 POLIMEROS ACRILICOS

4.8.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIMETACRILATO DE METILO (PMMA)

4.8.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.9 POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO

4.9.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO

4.9.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.10 RESINA FENOLICA

4.10.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA FENOLICA

4.10.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.11 RESINA EPOXICA

4.11.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA EPOXICA

4.11.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.12 POLICARBONATO

4.12.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLICARBONATO

4.12.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.13 RESINA ALQUIDICA

4.13.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA ALQUIDICA

4.13.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.14 POLIETILENTEREFTALATO

4.14.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETILENTEREFTALATO

4.14.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.15 POLIAMIDAS

4.15.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA POLIAMIDA-6,6

4.15.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.16 POLIURETANO

4.16.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIURETANO

4.16.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.17 SILICONAS

4.17.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS SILICONAS

4.17.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

4.18 CARBOXIMETILCELULOSA

4.18.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

4.18.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO

A1. FUNDAMENTOS TEORICOS SOBRE LA ESPECTROFOTOMETRIA
INFRAROJA.

A2. GLOSARIO DE TERMINOS

TITULO DEL INFORME TECNICO

"ANALISIS E IDENTIFICACION DE POLIMEROS"

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en el presente informe técnico son los siguientes:

- Desarrollar técnicas que permitan el análisis e identificación de polímeros.

- Creación de una biblioteca de espectros FT-IR de polímeros que sirvan como patrón, para el análisis de **muestras** problemas remitidas al laboratorio central.

1.2 RESUMEN DEL INFORME TECNICO

La labor desempeñada en el Laboratorio Central de la Intendencia de Aduana Marítima del Callao es la de Químico Analista; existen especialidades para el análisis de mercancías. El área donde cumpla mi labor es la de POLIMEROS, para ello se cuenta con un ESPECTROFOMETRO INFRAROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER M/PERKIN ELMER- PARAGON 1000PC, el cual dispone de softwares que trabajan en ambiente MICROSOFT WINDOW, los cuales son:

- GRAMS ANALYST.-

Permite el control total del instrumento; adquisición de datos de procesamiento y capacidad de salida de los mismos. La operación es realizada mediante iconos, los cuales incluyen todos los procedimientos comunes del instrumento, como : barrido, corrección de fondo, ploteo, almacenamiento, manipulación y visualización de los espectros en tiempo real.

- EXPERT SEARCH.-

- Interpretación de la estructura química, permite reconocer unidades estructurales de combinaciones de bandas de absorción infrarrojo.

- Elección de rutinas de búsqueda en bibliotecas: interpreta los algoritmos de búsqueda de los espectros en forma comparativa.
- Permite crear una propia biblioteca de espectros que serán **PATRON**, para comparaciones con muestras problemas.

El equipo trabaja bajo el principio de la Espectroscopia de **REFLECTANCIA TOTAL (ATR)**. Este principio depende de que el haz de luz reflejado internamente desde la superficie de un medio de transmisión pase a una corta distancia del límite de reflexión y regrese al medio de transmisión como parte del proceso de reflexión. Cuando un material (por ejemplo la muestra) de menor índice de refracción que el medio de transmisión se lleva al contacto con la superficie reflectora, la luz pasa a través del material hasta una profundidad de algunas micras, produciendo un espectro de absorción.

Para el análisis de muestras líquidas, pastas y geles se cuenta con un accesorio de reflectancia total, el cual incluye una ventana de cristal de ZnSe, en este caso el muestreador (accesorio) tiene un espesor definido: el

grado de pureza del compuesto analizado nos permitirá obtener un espectro adecuadamente resuelto y de una intensidad apropiada.

En el caso de muestras sólidas, para su análisis se cuenta con una **PLACA SUPERIOR PARA ATR**, el cual incluye una ventana de ZnSe. La muestra sólida es disuelta en un solvente apropiado, luego se evapora el solvente obteniéndose una película de la muestra, que se lleva a la placa para la obtención del espectro respectivo; otra manera de preparar la muestra es mediante el pulverizado y compactación posterior de la misma sobre la placa.

Debe especificarse el tipo de solvente empleado en el tratamiento de la muestra para lograr una buena interpretación al comparar los espectros obtenidos.

El aporte técnico es la creación de una biblioteca de Espectros de Polímeros que sirven como **PATRON**, para el análisis de muestras problemas remitidas.

1.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ESPECTROFOTOMETRO
INFRAROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER MARCA PERKIN
ELMER MODELO PARAGON 1000 PC.

ESPECIFICACIONES:

- Rango de número de onda
del instrumento : 7800 a 350 cm^{-1}
- Rango de número de onda
del detector HLLT : 7800 a 350 cm^{-1}
- Resolución : Mejor que 1 cm^{-1} y
continuamente variable
hasta 16 cm^{-1}
- Detector : HLLT (Tantalo de litio de
alta linealidad)
- Interferómetro : Dynascan de 600, no
necesita alineamiento
dinámico. Provee alta
relación señal a ruido,
inmune a oscilaciones y/o
corrimientos

- Espejo divisor de luz: KBr recubierto con Germanio (Beam Splitter)
- Señal a ruido : 1000:1 con detector HLLT barrido 4 seg, resolución 4 cm^{-1}
- Optica : Sistema aislado mecánicamente del soporte integral que evita la interferencia por vibración con 8 espejos, 2 ventanas. No usa lentes, ya que estos reducen el paso de luz hasta en un 20%
- Velocidades de barrido: Seleccionable desde 0.1 a $1.5 \text{ cm}^{-1}/\text{seg}$
- voltaje de tensión : 220 V.

El espectrofotómetro infrarrojo modelo PARAGON 1000 PC es controlado completamente por un computador personal PC estándar, que se conecta y comunica en forma directa sin necesidad de ninguna interfaz especial.

El software que controla el espectrofotómetro ha sido diseñado en ambiente windows y en español para una mejor comprensión del mismo. Dicho software, el Grams Analyst, controla todas las funciones del instrumento, realiza adquisición de datos, manipulación de resultados en pantalla, procesamiento de datos. Las ventanas del software permiten realizar barridos del espectro, corrección de ruido de fondo, almacenamiento de resultados, reportes en impresoras o graficadores, análisis cuantitativos, conversión de datos para exportar o importar datos a otros programas basados en windows. Otra de las ventajas que ofrece el PARAGON 1000 es la validación Multinivel de Resultados (Multilevel Data Validation).

PARAGON provee tres niveles de validación de rendimiento del instrumento.

NIVEL 1.-

Desde el momento que el usuario enciende el instrumento se realiza un diagnóstico que mide el rendimiento de cada componente electrónico del sistema.

NIVEL 2.-

Durante cada barrido del espectro ocurre un chequeo y verificación de cada punto; si ocurriera alguna vibración; el barrido es rechazado.

NIVEL 3.-

Valida la precisión de las escalas de número de onda y transmisión.

APV (Automatic Precisión Validator) permite validar cada reporte a través de una película estándar de poliestireno (registrada en la NIST- USA), para la calibración del número de onda y la calibración de la ordenada utilizando un filtro shot de vidrio.

El espectrofotómetro Infrarojo cuenta con softwares que trabajan en ambiente Microsoft Window, los cuales son:

GRAMS ANALYST.-

Permite el control total del instrumento, adquisición de datos de procesamiento y capacidad de salida de los mismos.

La operación es realizada mediante iconos, los cuales incluyen todos los procedimientos comunes del instrumento, como son: barrido, corrección de fondo, ploteo, almacenamiento, manipulación y visualización de

los espectros en tiempo real, sistemas de validación y de diagnóstico del instrumento, rutinas de procedimiento de datos interactiva, análisis de rutina cuantitativa clásica, conversión de formatos de datos y gráficos, para ser transferidos a otras aplicaciones basadas en windows.

QUANT C.-

Paquete de software diseñado para el análisis cuantitativo de mezclas; emplea el método de mínimos cuadrados para determinar la concentración de hasta 15 componentes desde un espectro. Los métodos pueden ser protegidos por "PASSWORD" e incluyen un archivo histórico, los cuales detallan los cambios hechos durante su desarrollo. El software también incluye validación del método, correlación de componentes en el espectro, análisis de tendencias.

EXPERT SEARCH.-

Interpretación de la estructura química, permite reconocer unidades estructurales de combinaciones de bandas de absorción infrarroja.

Elección de rutinas de búsqueda en biblioteca; interpreta los algoritmos de búsqueda de los espectros en forma comparativa.

Permite crear una propia biblioteca de espectros que serán PATRON, para comparaciones con muestras problemáticas.

IR-TUTOR.-

Software que emplea animación por computadora y gráficos interactivos para la enseñanza de la Espectroscopía Infrarroja. Primero se define la espectroscopía y se estudia la naturaleza de la luz; luego continúa con la teoría de la Espectroscopía Infrarroja, mostrando los modelos clásicos y de mecánica cuántica de la vibración molecular. Finalmente se presenta la interpretación espectral de moléculas que contienen grupos funcionales orgánicos mayores.

1.4 ROL DEL PROFESIONAL QUIMICO EN ADUANAS

ADUANAS es el Organismo del Estado encargado de la administración, recaudación, control y fiscalización, del tráfico internacional de mercancías, medios de transporte y personas, dentro del territorio aduanero.

El territorio aduanero es la parte del territorio nacional que incluye el espacio acuático y aéreo, dentro del cual es aplicable la legislación aduanera. Las fronteras del territorio aduanero coinciden con las del territorio nacional.

La Intendencia de Aduana Marítima del Callao, cuenta con la División de Laboratorio Central, lugar donde se remiten las muestras, provenientes de Mercancías que ingresan o salen del territorio nacional. Las muestras remitidas consisten en insumos de la industria química, textiles, papeles, alimentos, medicamentos, etc.

La labor desempeñada por el Profesional Químico es la de analizar (verificar), las muestras remitidas, para luego asignarles una codificación denominada

CLASIFICACION ARANCELARIA: esto nos permitirá determinar cuanto pagará el importador en Derechos e Impuestos, por ingresar una Mercancia al País.

El Laboratorio Central dispone de equipos e instrumentos para los análisis respectivos, dentro de los cuales tenemos:

Espectrofotómetro de Infrarojo m/ Perkin Elmer Paragon 1000 PC.

Espectrofotómetro de Absorción Atómica m/ Perkin Elmer 3110.

Colorímetro m/ Fisher Scientific.

Balanza de Humedad m/ Mettler LJ16.

Tensiómetro m/ Fisher Scientific Tensiomat 21.

Refractómetro m/Leica Mark II Plus.

Medidor de blancura en papeles m/ Photovolt 577.

Microscopio m/ Leica Leitz Biomed.

Estereoscopio m/ Leica GZ6.

Polarímetro Sacarímetro m/ Steeg & Reuter.

Medidor de denier en textiles m/ Uster Autosorter III.

Proyectorina m/ Heerbrugg Switzerland.

Desionizador de agua.

- Balanza analítica.
- Centrifuga.
- Mufla.
- Estufa.
- Hot Plate.

Además se dispone de una Base de Datos, denominada PRODUCTOS QUIMICOS, donde se dispone de Información Técnica de los productos analizados, la cual se va actualizando permanentemente.

CAPITULO II

IDENTIFICACION PRELIMINAR DE MUESTRAS POR TIPO DE POLIMEROS

2.1 POLIMEROS DE ETILENO

2.1.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden como la vela, son rápidamente inflamables y continúan ardiendo después de separarlas de la llama. La llama es luminosa con un centro azul. Los vapores son neutros y el olor es de parafina.

2.1.2 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD, LDPE)

2.1.2.1 PROPIEDADES

CRISTALINIDAD	:	50-60%
DENSIDAD (gr/cc):		0.91-0.94
PTO. FUSION(°C)	:	110-115
SOLUBLE	:	M e z c l a tetrahidronaftaleno y xileno, decalina,

hidrocarburos aromáticos
clorinados a 100°C

INSOLUBLE : Mayor parte de los
solventes a temperatura
ambiente.

2.1.3 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD, HDPE)

2.1.3.1 PROPIEDADES

CRISTALINIDAD : mayor a 90%

DENSIDAD (gr/cc): 0.94-0.96

PTO. FUSION(°C): 128-135

SOLUBLE : M e z c l a
tetrahidronaftaleno y
xileno, decalina,
hidrocarburos aromáticos
clorinados a 100°C

INSOLUBLE : Mayor parte de los
solventes a temperatura
ambiente.

**2.1.4 COPOLIMERO DE ETILENO Y ACETATO DE VINILO
(EVA)**

2.1.4.1 PROPIEDADES

CRISTALINIDAD : 38%

DENSIDAD (gr/cc): 0.937

PTO. FUSION(°C): 64

CONTENIDO DE

ACETATO DE VINILO: 15-18%

SOLUBLE : Cloroformo

INSOLUBLE : Alcoholes, acetonas

2.2 POLIMEROS DE PROPILENO

2.2.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden como la vela, son rápidamente inflamables y continúan ardiendo después de separarlas de la llama. La llama es luminosa con un centro azul. Los vapores son neutros y el olor es de parafina ligeramente aromático.

2.2.2 POLIPROPILENO (PP)

2.2.2.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc): 0.89-0.91

PTO. FUSION(°C): 165-170

SOLUBLE : Decalina, hidrocarburos aromáticos clorinados a 100°C

INSOLUBLE : Alcoholes, acetonas, ciclohexano, H₂SO₄

2.3 POLIMEROS DE ESTIRENO

2.3.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden y se descomponen con desprendimiento de humo negro, fácilmente inflamable y arden con llama luminosa y muy humosa, continúan ardiendo luego de separarla de la llama.

2.3.2 POLIESTIRENO (PSGP/PSHI)

2.3.2.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc): 1.04-1.07

TEMP. REBLANDECI-
MIENTO (°C) : 70-115

SOLUBLE : N - heptano,
metilciclohexano, benceno,
ciclohexano, tolueno,
cloroformo,
tetracloruro de carbono

INSOLUBLE : Alcohol, agua

PSGP : Poliestireno de propósitos generales,
son pellets transparentes.

PSHI : Poliestireno de alto impacto, son
pellets blancos.

2.3.3 COPOLIMERO DE ESTIRENO-ACRILONITRILLO (SAN)

Se presentan en pellets transparentes, su densidad varia entre 1.07 - 1.10 gr/cc.

Composición: Estireno.....73 Partes
Acrilonitrilo.....27 Partes

**2.3.4 COPOLIMERO DE ACRILONITRILLO -BUTADIENO
ESTIRENO(ABS)**

Se presentan en pellets blancos o amarillentos, su densidad varia entre 1.01 - 1.15 gr/cc.

Composición:Estireno.....40-60 Partes
Acrilonitrilo.....20-30 Partes
Butadieno.....20-30 Partes

2.4 POLIMEROS DE CLORURO DE VINILO

2.4.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Se descomponen al calentarlo, volviéndose marrón oscuro, arden con una llama ribeteada de verde (Ensayo de Beilstein) y se extingue al separarla. Los vapores son fuertemente ácidos y el olor recuerda al del ácido clorhídrico.

2.4.2 POLICLORURO DE VINILO (PVC)

2.4.2.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc)	:	1.32 - 1.44
PTO. FUSION(°C)	:	215
RESISTENCIA A LA TRAC-		
CION(10 ³ lb/pulg ²):	:	5.5 - 9.0
ELONGACION		
(En 2 pulg,%)	:	5 -25
SOLUBLE	:	Tetrahidrofurano, ciclohexanona.
INSOLUBLE	:	Alcoholes, acetato de b u t i l o , hidrocarburos

TIPO EMULSION:

Tamaño de partícula entre 0.01 - 1.0 micras

TIPO SUSPENSION:

Tamaño de partícula entre 50-2,000 micras

2.4.3 POLICLORURO DE VINILO PLASTIFICADO

2.4.3.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.20 - 1.55

RESISTENCIA A LA TRAC-
CION (10^3 lb/pulg²): 1.0 - 3.5

ELONGACION
(En 2 pulg,%) : 200 - 450

Estos polímeros normalmente contienen plastificantes (generalmente DOP), cargas, lubricantes y pigmentos. Estos aditivos producen una fuerte absorvancia relativa en el espectro IR, por lo que se tiene que eliminarlos; la extracción se realiza con éter, luego con metanol caliente, finalmente el polimero se diluye en Tetrahidrofurano.

2.5 POLIACETATO DE VINILO

2.5.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funde volviéndose pardo. Arde con una llama luminosa y humosa, continua ardiendo después de separarlo de la llama. El olor del humo es semejante al ácido acético.

2.5.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc)	:	1.17 - 1.19
TEMP. REBLANDECIMIENTO (°C):	:	35 - 86
SOLUBLE	:	Solventes débilmente p o l a r e s , hidrocarburos clorados, hidrocarburos aromáticos
INSOLUBLE	:	Bencina.

2.6 ALCOHOL POLIVINILICO

2.6.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Se descompone, volviéndose amarillento y líquido. Arde con llama luminosa y continua ardiendo después de retirarlo de la llama. Su olor es irritante y característico.

2.6.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc)	:	1.21 - 1.32
ZONA DE FUSION(°C)	:	218 -240
SOLUBLE	:	Agua, formamida
INSOLUBLE	:	Alcoholes, cetona, benceno, hidrocarburos.

2.7 POLIMEROS ACRILICOS

2.7.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Los poliacrilatos y metacrilatos son fácilmente inflamables y continúan ardiendo después de separarlos de la llama, con llama luminosa y de pocos humos. El olor de los acrilatos es picante y no agradable; el de los metacrilatos es parecido a la fruta.

2.7.2 POLIMETACRILATO DE METILO

2.7.2.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc)	:	1.17 - 1.20
TEMP. REBLANDECIMIENTO (°C):	:	120
SOLUBLE	:	Hidrocarburos halogenados, hidrocarburos aromáticos, cetonas.
INSOLUBLE	:	E t e r e s , alcoholes, hidrocarburos alifáticos.

2.7.3 POLIACRILONITRILO

2.7.3.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc)	:	1.16 - 1.19
TEMP. REBLANDECIMIENTO (°C):	:	130-150
SOLUBLE	:	Dimetilformamida, Nitrofenol.
INSOLUBLE	:	Alcoholes, ésteres, cetonas, hidrocarburos.

2.8 POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO

2.8.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Arden con llama azulada y continúan ardiendo después de separarlas de la llama. Los vapores son neutros.

2.8.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.10-1.20

SOLUBLE : Dimetilformamida, etanol+ agua

INSOLUBLE : Bencina.

2.9 RESINA FENOLICA

2.9.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Las resinas comerciales inicialmente funden y después empiezan a descomponerse. Los polvos de moldeo y las resinas curadas se descomponen. Arden con dificultad, pueden arder con carbonización y al separarlas de la llama son autoextinguibles. Los vapores dan reacción neutra y su olor recuerda al del fenol y formaldehído.

2.9.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.26-1.27

SOLUBLE : Acetona, bencilamina, etanol +
agua.

INSOLUBLE : Agua.

2.10 RESINA EPOXICA

2.10.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Las resinas no curadas funden y continúan ardiendo después de la ignición, con una llama luminosa y fuliginosa. El olor recuerda al del fenol. Las resinas curadas se descomponen, algunas veces con la formación de un sublimado, y arden del mismo modo que las resinas sin curar.

2.10.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) 1.1 - 2.4

SOLUBLE Cetona, benceno, cloruro de metileno.

INSOLUBLE Hidrocarburos, agua.

2.11 POLICARBONATO

2.11.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden y los vapores son al principio ligeramente ácidos (anhidrido carbónico) y después neutros. Arden con una llama luminosa con formación de burbujas y carbonización. Cuando se separan de la llama son autoextinguibles. El olor es de fenol.

2.11.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.2 - (Tipo bisfenol A)

ZONA DE FUSION(°C): 220 -230

SOLUBLE : Dimetilformamida, cloruro de metileno, cresol, ciclohexanona, p-dioxano (60° C).

INSOLUBLE : Alcoholes, bencina, agua hidrocarburos alifáticos.

2.12 RESINA ALQUIDICA

2.12.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden y se descomponen; continúan ardiendo después de la ignición con una llama luminosa. Los vapores son irritantes (acroleína).

2.12.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.32

SOLUBLE : Hidrocarburos halogenados,
alcoholes inferiores, ésteres.

INSOLUBLE : Hidrocarburos.

2.13 POLIETILENTEREFTALATO

2.13.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Se ablanda, funde y gotea; continúa ardiendo después de la ignición con una llama amarilla naranja, fuliginosa. Los vapores son dulces y aromáticos.

2.13.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.38 - 1.41

ZONA DE FUSION (°C) : 250 - 260

SOLUBLE : O- clorofenol, mezcla 1:3 de ácido trifluoroacético y diclorometano (100°C), fenoles.

INSOLUBLE : Alcoholes, ésteres, hidrocarburos. H₂SO₄.

2.14 POLIAMIDAS

2.14.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden y se descomponen por posterior calentamiento; continúan ardiendo después de la ignición con una llama azulada con borde amarillo y formando gotitas semejantes al lacre. El olor recuerda al cuerno quemado o nitrógeno.

2.14.2 POLIAMIDA-6

Producto de policondensación a partir de ϵ - caprolactama.

2.14.2.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.12 - 1.16

ZONA DE FUSION (°C) : 215 - 220

SOLUBLE : H₂SO₄, ácido
fórmico caliente,
metacresol
(100°C),
etilen-glicol
(135°C),
glicerina(168°C)

INSOLUBLE : Alcoholes,
ésteres,
hidrocarburos.

2.14.3 POLIAMIDA - 11

Producto de policondensación a partir del ácido
11-amino undecanoico.

2.14.3.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.04 - 1.10

ZONA DE FUSION (°C) : 184 - 186

SOLUBLE : H₂SO₄, M-cresol
(100°C),
propilenglicol (145°C)

INSOLUBLE : Etilenglicol,
glicerina, ácido
fórmico,
alcoholes.

2.14.4 POLIAMIDA -6,6

Producto de policondensación a partir del ácido adípico y hexametilendiamina.

2.14.4.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.09 - 1.14

ZONA DE FUSION (°C) : 250 - 260

SOLUBLE : H₂SO₄, ácido fórmico caliente, etilenglicol (153°C), glicerina (195°C).

INSOLUBLE : Alcoholes. ésteres.
HCl (14%)

2.14.5 POLIAMIDA -6.10

Producto de policondensación a partir del ácido sebácico y hexametilendiamina.

2.14.5.1 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.07 - 1.09

ZONA DE FUSION (°C) : 210 - 215

SOLUBLE : H₂SO₄, ácido fórmico
caliente, etilenglicol
(156.5°C)

INSOLUBLE : Alcoholes, glicerina,
ésteres, HCl (14%)

2.15 POLIURETANO

2.15.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funde y se descompone, arde después de la ignición con llama luminosa; el olor acre es de isocianato y los vapores son alcalinos.

2.15.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.17 - 1.26

ZONA DE FUSION (°C) : 150 - 185

SOLUBLE : Dimetilformamida, cloruro de metileno, fenol.

INSOLUBLE : Esteres, alcoholes, bencina, benceno, agua.

2.16 SILICONAS

2.16.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Al calentarlas desprenden vapores blancos, con fuerte calentamiento dejan como residuo cenizas blancas de SiO_2

2.16.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 0.96 - 0.97

ZONA DE FUSION (°C) : 300 - 320

SOLUBLE : Hidrocarburos y solventes
clorados

INSOLUBLE : Agua (exceptuando las
emulsiones acuosas).

2.17 CARBOXIMETILCELULOSA

2.17.1 COMPORTAMIENTO AL CALOR Y A LA COMBUSTION

Funden y carbonizan, continúan ardiendo después de la ignición con llama luminosa. Los vapores son neutros y el olor recuerda al papel quemado.

2.17.2 PROPIEDADES

DENSIDAD (gr/cc) : 1.10 - 1.36

ZONA DE FUSION (°C) : 150 - 180

SOLUBLE : Agua, dimetilformamida

INSOLUBLE : Acetona.

CAPITULO III

PREPARACION DE MUESTRAS PARA SU ANALISIS EN EL ESPECTROFOTOMETRO DE INFRAROJO

3.1 INTRODUCCION

Los espectros de absorción infrarojo son obtenidos a partir de una capa delgada de la muestra, normalmente de unos miligramos por centímetro cuadrado.

En el caso de sustancias monoméricas la dificultad es mínima; para las resinas tanto naturales como sintéticas, la preparación de muestras dependen de la habilidad del analista. Para un análisis cualitativo, una muestra de 0.001mm. de espesor es suficiente, el estudio del espectro así obtenido nos indicará si es necesario otros espesores mas apropiados.

En general el objetivo de un análisis cualitativo es lograr el mejor espectro, el cual nos de bandas fuertes, hasta lograr una transmisión fuera de la línea horizontal de cero.

Los espectros deben ser obtenidos preparando muestras estándar. Los polímeros pueden ser sólidos insolubles o mezclas de las cuales poco se conoce.

En estos casos la muestra completa debe ser analizada; el espectro obtenido deberá contener todas las bandas de absorción de cada constituyente de la muestra. El estudio de espectro nos dará suficiente información para establecer la naturaleza general del más mínimo de los constituyentes y nos permitirá sugerir un método de separación.

Para el análisis de muestras líquidas se buscará obtener una película capilar; las muestras sólidas deben ser analizadas en solución, películas, fundidas o moldeadas o en un disco de bromuro de potasio.

3.2 PREPARACION DE MUESTRAS LIQUIDAS

Una gota de la muestra líquida es colocada entre dos placas de bromuro de potasio o cloruro de plata, los cuales son colocados en el espectrofotómetro. El espesor de la película capilar depende de la viscosidad de la muestra. El espesor de la película capilar debe ser regulada mediante la presión de las placas. Para los líquidos volátiles de muy baja viscosidad, la técnica de la película capilar es inapropiada; para este caso lo recomendable es un muestreador con un espesor definido.

3.3 PREPARACION DE MUESTRAS SOLIDAS

3.3.1 EN SOLUCION

El análisis espectral de soluciones es el método más efectivo de análisis cuantitativo, es ampliamente conocido que los polímeros contienen componentes secundarios, tales como aditivos y monómeros presentes en ellos mismos. Los solventes empleados son los mismos que los utilizados en el análisis de espectroscopía infraroja, la selección está de acuerdo a la solubilidad del polímero. La concentración de la solución depende de la absorción de la muestra, generalmente es de 10 a 100 gramos por litro en una celda de un espesor de 0.1 mm.

Una ventaja del análisis en solución, es que la concentración puede ser controlada de manera exacta y la absorvancia puede ser medida bajo condiciones óptimas por una selección adecuada de la concentración y espesor de la celda. Además, la técnica de la solución elimina los efectos de la cristalinidad e interacciones moleculares.

3.3.2 FUNDIDO

Las muestras semi-sólidas o de bajo punto de fusión pueden ser analizadas en un porta objetos o fundidas entre dos placas calientes (por ejemplo: ZnSe). En casos que el polímero sea insoluble, se empleará un solvente transparente, este comenzará a hincharse, luego se presionará entre dos placas, de tal manera de obtener el espectro representativo para el análisis cualitativo de la muestra.

3.3.3 PULVERIZADO

Un método universalmente aplicable para el análisis de muestras es por pulverizado empleando el agente Nugol. Unos miligramos de la muestra son colocadas en un mortero de Agata debidamente pulido; una pequeña cantidad de muestra empleada y un adecuado trabajo de molienda, dará como consecuencia un mejor pulverizado. El sólido desmenuzado es distribuido en el interior del mortero, logrando luego su compactación (amalgamiento) mediante una molienda moderada. El material es friccionado hasta lograr un polvo fino,

mediante una agitación vigorosa del mortero. Una presión fuerte y adecuada en el fricciónado es esencial en el pulverizado de la muestra. Esta operación de fricciónamiento fluctuará entre 1-10 minutos, la cual dependerá de la dureza de la muestra.

Durante este proceso las partículas son fricciónadas, hasta lograr un grado de fineza adecuado, obteniéndose luego en el mortero un "cake" compacto. La molienda continuará hasta que se observe que la superficie de la muestra se torne vidriosa, lo cual es notorio con el reflejo de la luz, esto indicará que el proceso ha terminado.

En este punto y no antes se adiciona el agente de compactación (Nugol).

Un fricciónamiento rotacional vigoroso permitirá que el "cake" sólido, se separe de la superficie del mortero y quede suspendida en el agente Nugol. Durante este proceso puede ser necesario ir adicionando algo más de Nugol, de tiempo en tiempo, hasta lograr la suspensión de la muestra y que se forme una pasta

viscosa. La viscosidad de la muestra será la suficiente, de tal manera que permita presionarla fácilmente entre dos placas ópticas, evitando derramamientos de la muestra. Esta operación normalmente lleva de 1-4 minutos.

El mortero de Agata empleado debe ser luego limpiado, de tal manera que el operador no dañe la superficie pulida del mismo. La pasta es transferida a una de las placas muestreadoras, seguidamente la otra placa es colocada sobre la pasta lográndose una distribución uniforme mediante un movimiento rotacional. La muestra preparada de esta manera deberá ser totalmente transparente, apareciendo razonablemente clara a la luz visible.

3.3.4 PELÍCULAS

Una de las técnicas más frecuentes para la preparación de muestras en el análisis espectral de polímeros es la preparación de películas, las cuales provienen de la evaporación de soluciones. Se toma una muestra de 3 gr. del polímero, el cual se coloca en un vaso de precipitados, de 150 ml.; una vez elegido el solvente apropiado, se añade 30 ml. de este en el vaso. Luego se lleva el vaso a un Hot-plate, a una temperatura de 100°C, aproximadamente en un tiempo de 30 a 40 minutos, se evapora el solvente, quedando una película del polímero.

Las películas procedentes de las soluciones se colocan entre dos láminas de vidrio, una vez eliminado todo el solvente, las láminas se colocan directamente sobre la placa muestreadora del espectrofotómetro.

Las películas obtenidas de las soluciones ofrecen resultados ventajosos, especialmente cuando la muestra contiene algo de carga, la cual ejerce fuertes distorsiones en el espectro, debido a ello estas cargas deben ser removidas. Esto se logra disolviendo el polímero en un

solvente adecuado. luego la solución es centrifugada para eliminar la carga, finalmente la película es obtenida al evaporarse el solvente.

3.3.5 PULVERIZADO DE PLACAS DE BROMURO DE POTASIO (PELLETS)

La muestra cuya forma de presentación es en pellets, es molida con bromuro de potasio, el producto molido es colocado en un molde adecuado (probeta). Luego la muestra es sometida a una presión de aproximadamente 10 Tn/cm². El secado apropiado del Bromuro de potasio (grado IR) y de la muestra es esencial, ya que el agua absorbe fuertemente en las bandas de 1650 a 3450 cm⁻¹. Si el aire no es removido completamente de la muestra, la placa preparada tendrá una baja transparencia.

CAPITULO IV

OBTENCION DE LOS ESPECTROS FT-IR Y SU ESTUDIO POR TIPO DE POLIMEROS

4.1 INTRODUCCION

El principio de la Espectroscopia de Reflectancia Total (ATR) está basado en el fenómeno de reflexión total interna. El espectro de reflexión obtenido es superficialmente muy similar al Espectro de Absorción. La frecuencia irradiada es pasada a través de un prisma pequeño compuesto de un material de alto índice de refracción (por ejemplo : cloruro de plata, bromuro - ioduro de talio o selenuro de Zinc), el cual permite el paso de la luz por reflexión interna total, sobre una de las caras del prisma. No es necesario obtener la muestra en solución o molerla hasta formar una pasta, para poder obtener el espectro respectivo.

La muestra es colocada en el accesorio de ATR, de tal manera que exista contacto homogéneo con la superficie del prisma. Es bueno recalcar la importancia de la espectroscopia ATR ya que permite el análisis de las superficies de las muestras, lo cual nos determinará el grado de degradación de plásticos o cauchos presentados en formas de películas o sólidos, por ser la superficie de los mismos la que se degrada en primer lugar. Este método es bueno para los cauchos debido a que por ser elastómeros, pueden ser sometidos a presiones.

Para el análisis de muestras líquidas, pastas y geles, el espectrofotómetro cuenta con un accesorio de reflectancia total, el cual incluye una ventana de cristal de ZnSe, en este caso el muestreador (accesorio) tiene un espesor definido.

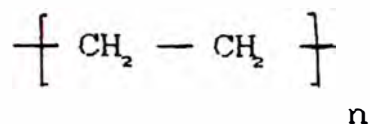
En el caso de análisis de muestras sólidas se cuenta con una **PLACA SUPERIOR PARA ATR**, la cual incluye una ventana de ZnSe, además se dispone de una pequeña prensa que permite compactar la muestra contenida sobre la placa.

La preparación de las muestras está de acuerdo al tipo de polímero a analizar, una buena preparación implica la obtención de un espectro bien definido para su respectivo estudio.

4.2. POLIMEROS DE ETILENO

4.2.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETILENO

Es el polimero cuya estructura monomérica es la más elemental, consiste en la repetición de 2 átomos de carbono y 4 hidrógenos, siendo n el grado de polimerización.



La estructura del polietileno varía con la densidad, esta diferencia radica en el proceso de fabricación y su copolimerización con alta α - olefinas (moléculas de alto volumen y baja densidad).

4.2.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos primeramente el polietileno de baja densidad denominado PEBD MJA 192 PELLETS (Ver Fig. y Tabla Nº 1), el cual ha sido fundido con calor obteniéndose una película. La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento C-H metileno asimétrico $2,920\text{cm}^{-1}$
simétrico, $2,850\text{cm}^{-1}$
- B: Vibración de flexión C-H (tijera), $1,450\text{ cm}^{-1}$
- C: Vibración de cadena (CH_2), 667 cm^{-1}

Analizando el espectro del polietileno de alta densidad denominado **PEAD DMDA 8920 NT 7 PELLETS** (Ver Fig. y Tabla Nº 2), el cual, del mismo modo, se ha obtenido una película mediante el fundido; se tiene lo siguiente:

- A: Alargamiento C-H metileno asimétrico, $2,919\text{cm}^{-1}$
simétrico, $2,851\text{ cm}^{-1}$
- B: Vibración de flexión C-H (tijera), $1,443\text{ cm}^{-1}$
- C: Vibración de cadena (CH_2), 667 cm^{-1}

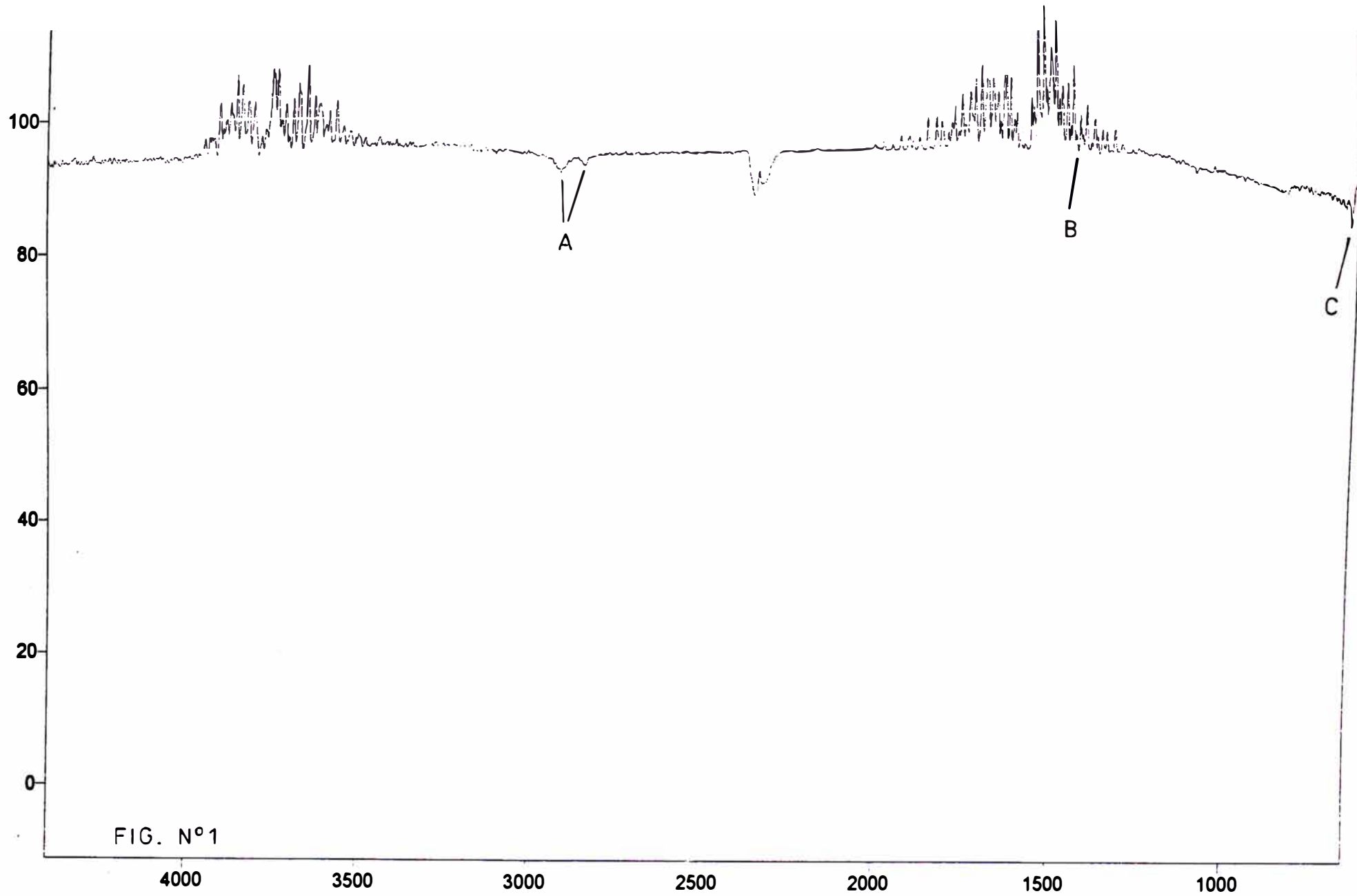


FIG. N°1

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3901103

04/4/98 11:26 AM Res=4 cm-1

PEBD MJA 192 PELLETS-FUNDIDO/WT

Peak Report

C:\PE1000GS\R3901103.SPC
PEBD MJA 192 PELLETS-FUNDIDO/WT

TABLA N°1

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
667.45840	84.385681	667
1331.1555	95.610046	1331
1355.8231	95.564270	1356
1366.8708	96.148682	1367
1381.8129	95.358276	1382
1390.6767	96.145630	1391
1402.5786	96.356201	1402
1408.8550	95.930481	1409
1426.6667	96.620178	1427
1431.7750	97.669983	1432
1442.5506	95.765686	1442
1451.0172	97.598267	1451
1462.3022	97.700500	1462
1467.9229	96.934509	1468
1483.0152	97.409058	1483
1493.3474	99.540710	1493
1501.3757	99.470520	1501
1512.9247	102.60925	1513
1529.7967	101.02386	1530
1535.4610	102.96173	1535
1548.6645	100.70038	1549
1565.1476	99.661255	1565
1572.7341	99.398804	1573
1586.2381	96.084595	1586
1611.4007	96.313476	1611
1620.3606	98.423767	1620

97.200513 1630

1649.5949	103.31726	1649
1658.8290	97.509766	1659
1665.2748	98.303223	1665
1678.3136	100.13733	1678
1691.4500	99.047851	1691
1710.3777	98.547363	1710
1725.6907	97.103882	1726
1738.4195	100.08697	1738
1754.8140	98.503113	1755
1764.9984	97.923279	1765
1777.9603	98.007202	1778
1787.0610	97.222900	1787
1796.8991	98.936462	1797
1806.1677	96.852112	1806
1819.1895	96.398926	1819
1834.7313	96.424866	1835
1854.0645	96.069336	1854
1875.1667	95.945740	1875
1900.6575	96.034241	1901
1913.0849	96.307373	1913
1935.1412	95.964050	1935
1957.6119	95.893860	1958
2340.2075	90.942383	2340
2360.0172	89.170837	2360
3492.6528	96.228027	3493
3515.2528	96.275329	3515
3539.2004	96.580505	3539
3556.9984	96.934509	3557
3579.2450	96.821594	3579
3592.4548	98.480225	3592
3603.8138	97.557068	3604
3623.6261	98.239136	3624
3639.1735	96.815491	3639
3662.6021	95.495605	3663
3683.2274	96.800232	3683
3696.9973	95.983887	3697
3705.1525	96.839905	3705
3717.2671	97.637939	3717
3728.5711	99.032593	3728
3740.7646	101.60370	3741

3789.5264	94.827270	3789
3811.2004	96.495056	3811
3829.1428	98.120117	3829
3847.0626	97.323608	3847
3859.8050	98.377991	3860
3877.4714	97.717285	3877
3889.5092	98.063660	3889
3895.3321	97.245788	3895
3910.8281	94.825745	3911
3937.7713	95.097351	3938

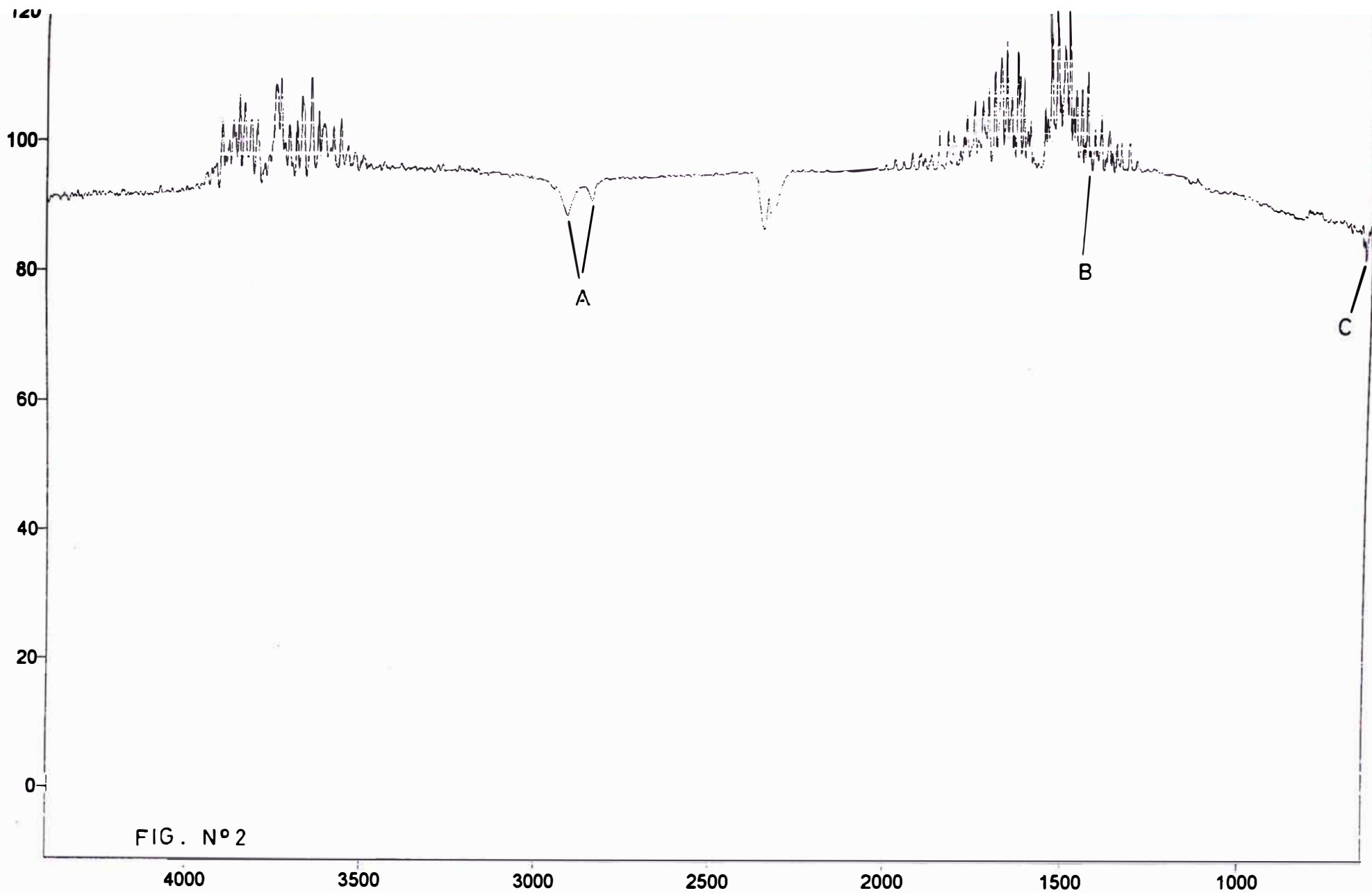


FIG. N° 2

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3901201

04/4/98 11:36 AM Res=4 cm-1

PEAD DMDA 8920 NT 7 PELLETS FLUIDIDOMAT

C:\PE1000GS\R3901201.SPC
PEAD DMDA 8920 NT 7 PELLETS-FUNDIDO/WT

TABLA N°2

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

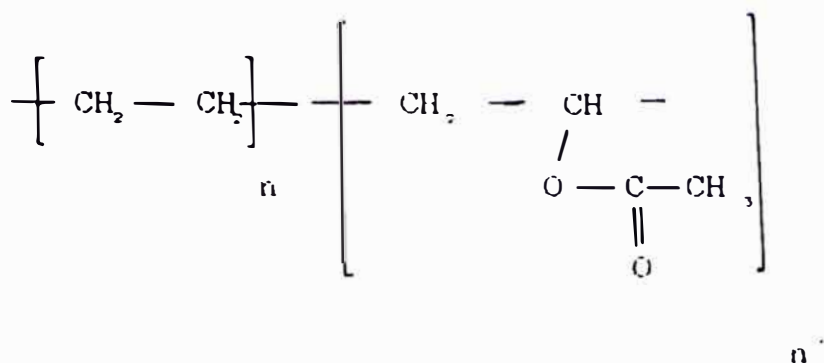
Center X	Peak Y	Name
667.38579	81.332397	667
674.65126	83.503723	675
1331.0610	95.040893	1331
1344.9481	94.883728	1345
1366.8858	95.481872	1367
1381.6796	94.577026	1382
1390.6565	95.619202	1391
1402.6116	96.116638	1403
1411.2210	94.923401	1411
1426.6533	96.299744	1427
1432.3282	97.088623	1432
1442.7264	94.869995	1443
1450.9744	97.070312	1451
1462.3497	96.830749	1462
1467.8167	96.043396	1468
1483.0471	97.016907	1483
1493.3966	99.824524	1493
1501.3520	99.371338	1501
1512.8666	103.20434	1513
1529.6872	101.40076	1530
1535.4519	103.47748	1535
1548.6224	101.03912	1549
1565.1082	99.780273	1565
1572.6885	99.205017	1573
1586.0779	95.375061	1586
1611.3788	95.973205	1611

1641.2020	96.627730	1641
1641.1234	97.366333	1641
1649.5719	104.62646	1649
1658.7936	96.838379	1659
1665.2212	98.056030	1665
1678.2990	100.06714	1678
1691.4368	98.770142	1691
1710.3540	98.092651	1710
1725.4931	96.156311	1725
1738.4353	99.710083	1738
1754.8391	98.165893	1755
1765.0022	97.611999	1765
1777.8932	97.767639	1778
1786.9787	96.920776	1787
1796.8756	98.707580	1797
1805.8626	96.289062	1806
1816.1951	95.709228	1816
1834.8895	95.974731	1835
1852.9652	95.152283	1853
1879.0869	95.159912	1879
1900.7312	95.117187	1901
1913.0936	95.556641	1913
1930.5116	95.133972	1930
1957.3064	95.092773	1957
2340.7669	88.301086	2341
2358.6787	85.893249	2359
2850.6032	90.362549	2851
2919.2232	88.056946	2919
3493.0317	95.391846	3493
3515.2731	94.949341	3515
3539.1810	95.738220	3539
3556.9832	95.877075	3557
3573.7500	95.408630	3574
3592.6029	97.576904	3593
3603.4345	97.123718	3603
3623.5247	97.395325	3623
3637.4281	95.420837	3637
3662.4372	94.042969	3662
3683.1984	95.326233	3683
3696.7791	94.078064	3697
3704.9590	95.695496	3705

3763.4900	96.115112	3763
3774.8642	94.296265	3775
3789.8313	93.016052	3790
3811.2191	94.537353	3811
3826.9092	97.050476	3827
3846.9705	95.768738	3847
3859.5494	97.091675	3859
3867.1552	100.20752	3867
3877.4083	95.967102	3877
3889.4159	96.365356	3889
3895.3312	95.945740	3895
3910.9014	92.446899	3911
3937.3137	92.916870	3937

4.2.2 ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE ETILENO Y ACETATO DE VINILO (EVA)

La estructura de este copolimero es la siguiente:



4.2.2.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos una placa celular del copolímero de etileno y acetato de vinilo. (Ver Fig. y Tabla Nº 3). La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento C-H metilo asimétrico $2,914\text{cm}^{-1}$

metileno asimétrico

B: Alargamiento C-H metilo simétrico $2,847\text{cm}^{-1}$

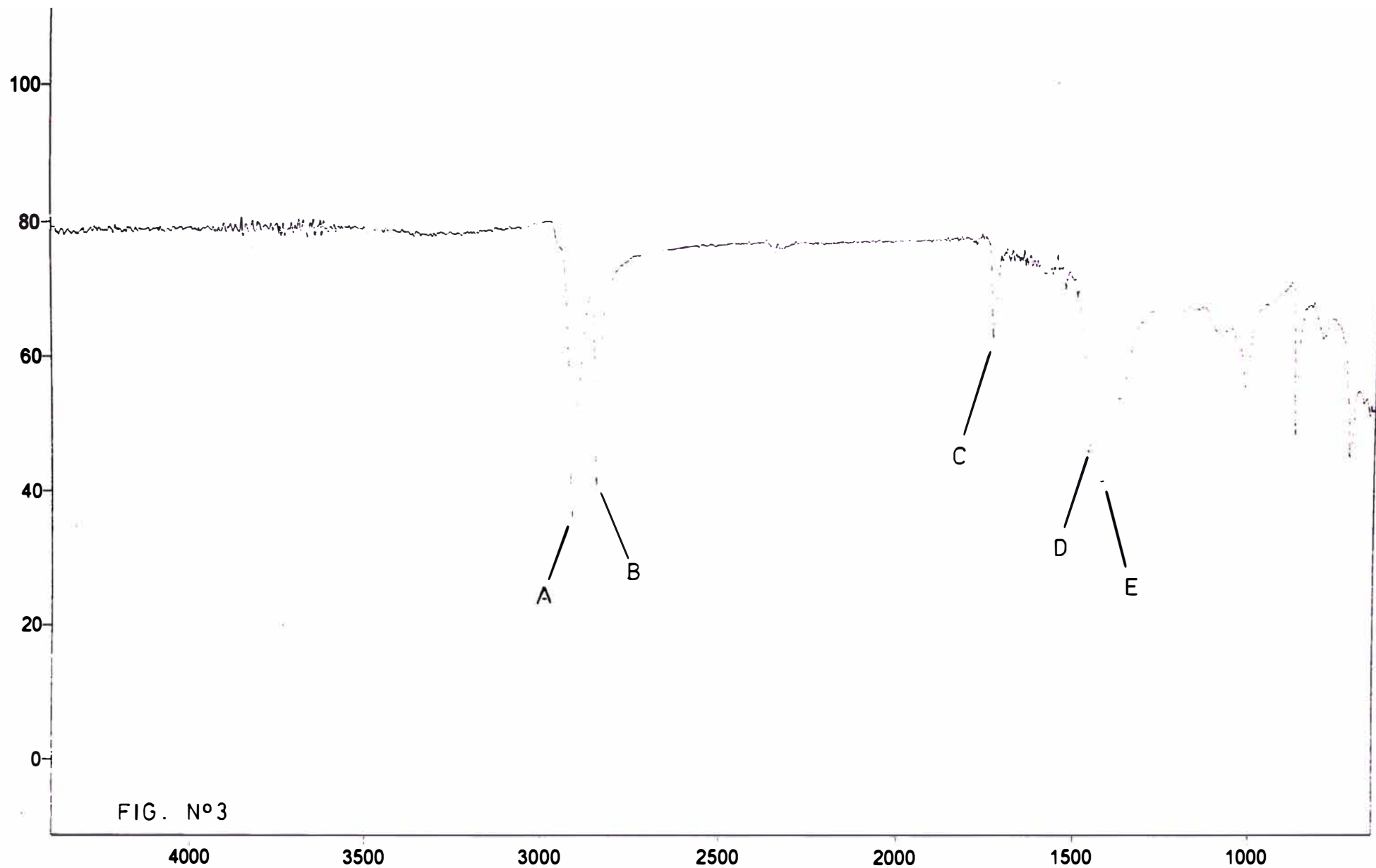
metileno simétrico

C: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ asimétrico, $1,738\text{ cm}^{-1}$

D: Flexion C-H metilo asimétrico, $1,462\text{ cm}^{-1}$

C-H metileno simétrico.

E: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ simétrico, $1,422\text{ cm}^{-1}$



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3901301

04/1/98 2:59 PM Res=4 cm-1

PLACA DE EVA-(ACETATO DE VINIL ETIL FNO)-COLOR BIANCO MT

C:\PE1000GS\R3901301.SPC

PLACA DE EVA-(ACETATO DE VINIL ETILENO)-COLOR BLANCO/WT

TABLA N°3

X Units.: Wavenumber (cm-1)

Y Units.: Transmittance

Resolutn: 4 cm-1

Begin X.: 4400

Ending X: 450

Points: 1976

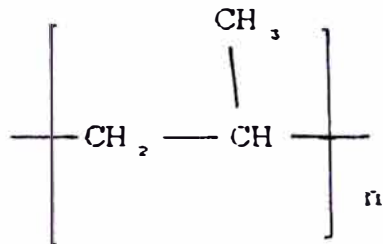
Center X	Peak Y	Name
461.56826	36.880493	461
473.54564	30.055237	473
485.96314	87.931824	486
494.78031	18.640137	495
502.88937	60.328674	503
508.40130	85.997009	508
519.30553	37.368774	519
530.98854	23.179626	531
541.81113	11.701965	542
557.14010	39.813232	557
570.11946	104.25873	570
581.84542	28.208923	582
593.49456	52.030945	593
606.75488	34.835815	607
621.16433	33.055115	621
638.59249	48.313904	638
645.62181	50.212097	646
664.46710	50.468445	664
681.81387	52.485657	682
718.54140	44.105530	718
801.34314	61.984253	801
874.79803	47.758484	875
1018.0128	54.992676	1018
1088.9590	62.693787	1089
1238.8068	51.887512	1239
1422.7461	40.936279	1423

1503.6946	68.150379	1504
1537.4840	69.212341	1537
1555.6199	71.972656	1556
1567.7233	72.148132	1568
1574.3860	71.519470	1574
1596.6800	71.696472	1597
1633.0174	72.853088	1633
1643.8443	72.927856	1644
1651.0041	72.967529	1651
1659.4425	73.522949	1659
1681.3736	73.417663	1681
1694.0000	73.439026	1694
1714.6478	73.554993	1715
1738.5555	62.234497	1738
2352.7607	74.790954	2353
2847.1710	40.457153	2847
2914.8936	35.961914	2915
3625.3151	77.447510	3625
3645.0114	77.554321	3645
3654.4128	78.630066	3654
3666.8363	77.285767	3667
3685.1834	78.231811	3685
3697.4106	78.440857	3697
3706.7494	77.914429	3707
3730.6964	77.560425	3731
3741.0359	77.589416	3741
3748.5246	77.867126	3748
3764.7873	78.181457	3765
3796.8835	78.295898	3797
3813.8208	78.045654	3814
3834.0282	78.042602	3834
3849.0944	77.542114	3849
3860.5972	78.149414	3860
3877.4655	78.179932	3877
3896.9652	78.126526	3897
4221.6391	78.152466	4222
4362.1769	77.885437	4362

4.3 POLIMEROS DE PROPILENO

4.3.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIPROPILENO (PP)

Es el producto de homopolimerización del monómero de propileno.



4.3.1.1 ESTUDIO DE ESPECTRO FT-IR

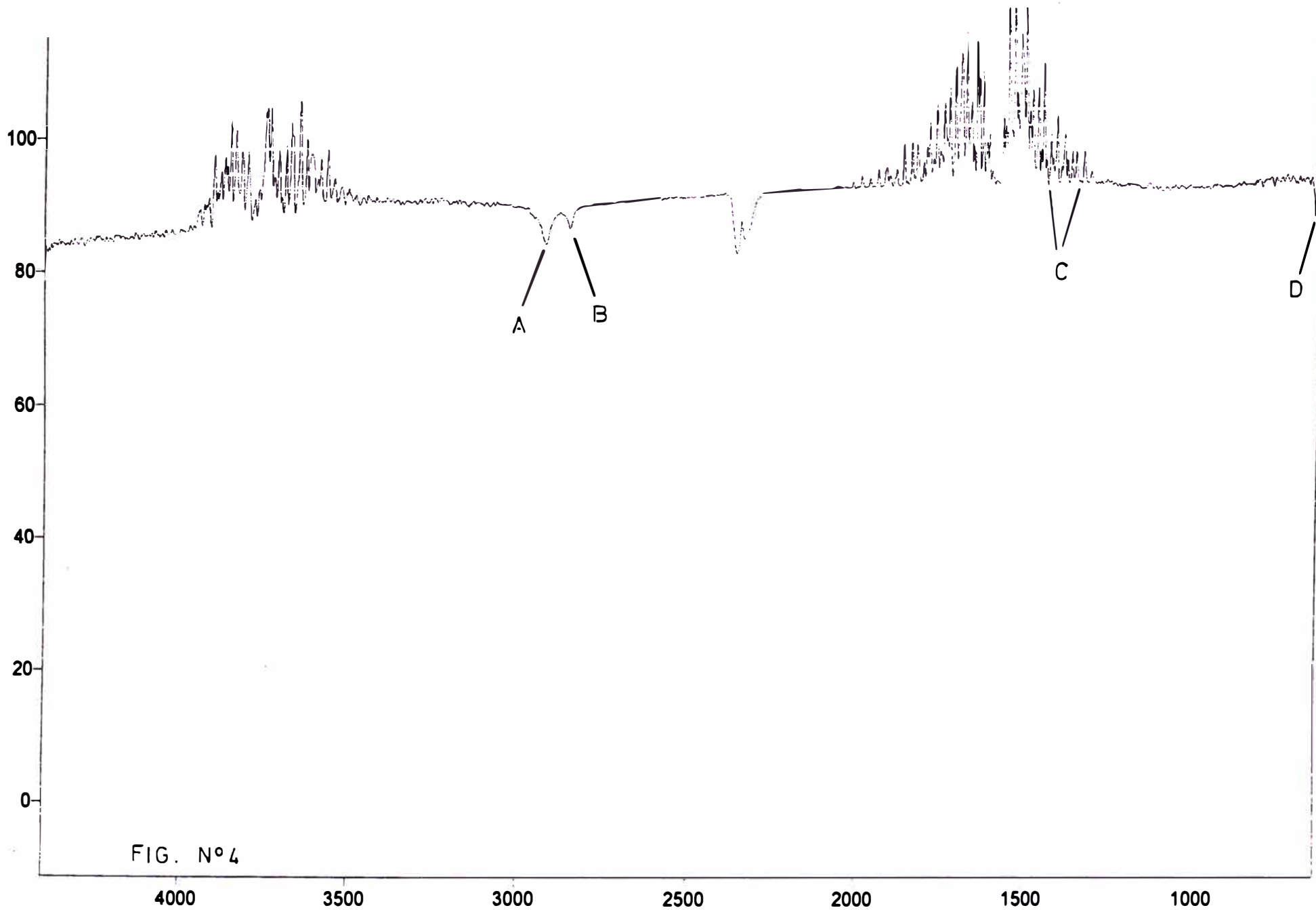
Estudiaremos el polipropileno presentado en pellets, que ha sido fundido obteniéndose una película (Ver Fig. y Tabla Nº 4). La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento C-H asimétrico metilo, 2.960 cm^{-1}
metileno, 2.920 cm^{-1}

B: Alargamiento C-H simétrico metilo, 2.870 cm^{-1}
metileno, 2.850 cm^{-1}

C: Vibración flexión C-H metilo asimétrica, 1.468 cm^{-1}
simétrica, 1.345 cm^{-1}
metileno (tijera), 1.442 cm^{-1}

D: Vibración de cadena (CH_2), 668 cm^{-1}



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3902102

04/4/98 12:19 PM Res=4 cm-1

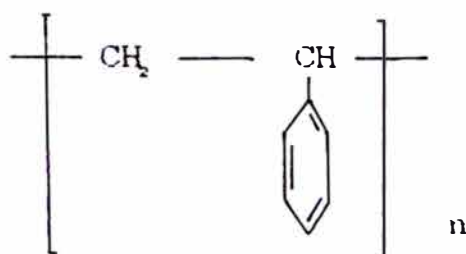
1641.1645	94.999695	1641
1649.5395	103.47748	1649
1658.8431	94.586182	1659
1665.2380	96.028137	1665
1678.2929	98.466492	1678
1691.3997	96.659851	1691
1710.3987	95.948791	1710
1725.5351	93.841553	1725
1738.4099	98.117065	1738
1754.8264	96.012878	1755
1765.0473	95.181274	1765
1777.9697	95.643616	1778
1787.0312	94.564819	1787
1796.9077	96.742248	1797
1805.9397	93.785095	1806
1819.2145	93.180847	1819
1834.8573	93.547058	1835
1853.3437	92.778015	1853
1876.7653	92.565918	1877
1900.8044	92.437744	1901
1913.0313	93.118286	1913
1935.8629	92.321777	1936
1951.2909	92.387390	1951
2338.3538	84.677124	2338
2360.7944	82.487488	2361
2850.3874	86.288452	2850
2919.5825	83.888245	2919
3492.1451	90.467834	3492
3514.7174	89.848328	3515
3539.0279	90.423584	3539
3557.1686	90.876770	3557
3574.6260	90.417480	3575
3592.3343	92.631531	3592
3603.4524	91.729736	3603
3623.6106	91.970825	3624
3639.1300	90.080261	3639
3662.7205	88.681030	3663
3683.0786	89.894104	3683
3696.8998	88.716125	3697
3705.1029	90.177917	3705
3717.1760	90.968323	3717

3763.5150	90.426636	3763
3774.9597	88.253784	3775
3789.5538	87.631225	3789
3811.2899	89.183044	3811
3829.0485	91.653442	3829
3847.0599	90.447998	3847
3859.7597	91.690063	3860
3867.3692	94.323730	3867
3877.4642	90.493774	3877
3889.5754	90.631103	3889
3895.2371	90.310669	3895
3910.8185	86.521912	3911
3937.3695	86.814880	3937
3957.2026	86.462402	3957

4.4 POLIMEROS DE ESTIRENO

4.4.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIESTIRENO (PS)

Es el producto de la polimerización del estireno (vinilbenceno), la estructura es como sigue:



4.4.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la Resina ALTEK 415-12, que consiste en poliestireno disuelto en estireno, la muestra se presenta en forma líquida (Ver Fig. y Tabla N^o 5). La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento C-H aromático, 3,050 - 3,000 cm^{-1}

B: Alargamiento C-H metileno, 2,980 cm^{-1}

C: Alargamiento C=C ciclico, 1,720 cm^{-1}

D: Alargamiento C=C grupo vinilo (estireno),
1,650-1,600 cm^{-1}

E: Vibración de tijera CH_2 , 1,490 - 1,400 cm^{-1}

F: Flexión C-H en el plano, 1,250 - 1,020 cm^{-1}

G: Flexión C-H fuera del plano, 900 - 800 cm^{-1}

H: Flexión C-C anular fuera del plano, 740-697 cm^{-1}



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= None

File # 1 = R3903191

04/3/97 9:25 AM Res=4 cm-1

C:\PE1000GS\R3903191.SPC

RESINA ALTEK 415-12/POLIESTIRENO LIQ. EN ESTIRENO/USA/WT

TABLA N°5

X Units.: Wavenumber (cm-1)

Y Units.: Transmittance

Resolutn: 4 cm-1

Begin X.: 4400

Ending X: 650

Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
697.36000	.18768310	697
740.56676	.62866211	740
773.71428	.10681152	774
845.56769	18.247986	845
908.86567	.38452148	909
991.00802	1.3534546	991
1019.9437	8.0749512	1020
1039.1334	4.6035767	1039
1060.7370	.06408691	1061
1116.5357	.22277832	1116
1154.7957	3.1402588	1155
1202.6593	17.266846	1203
1254.5271	.02746582	1254
1353.9673	29.046631	1354
1380.4059	24.566650	1380
1391.1406	27.529907	1391
1411.4422	33.253479	1411
1448.5893	11.288452	1448
1493.4103	5.3329468	1493
1510.9245	79.788208	1511
1517.6770	81.968689	1518
1524.6652	81.700134	1525
1530.4288	78.913879	1530
1536.2296	76.850891	1536
1547.1287	75.694275	1547
1551.7023	76.286316	1552

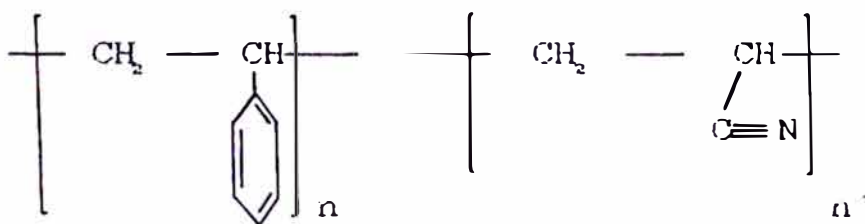
1629.1891	26.504517	1629
1643.0301	55.250549	1643
1658.9670	64.215088	1659
1715.4019	.25024414	1715
1725.8942	.14190674	1726
1797.5750	76.931763	1797
1806.1026	75.305176	1806
1814.7415	75.128174	1815
1832.3465	78.530884	1832
1877.1618	84.197998	1877
1948.7131	83.680725	1949
2336.8385	93.643188	2337
2358.0248	93.905640	2358
2880.7295	80.372620	2881
2940.3446	68.218994	2940
2980.9797	53.675842	2981
3006.4626	62.551880	3006
3026.1700	57.923889	3026
3058.1056	58.453369	3058
3080.7258	57.939148	3081
3264.1805	94.413757	3264
3514.5386	91.401672	3514
3535.9054	90.365600	3536
3570.7231	95.217895	3571
3590.5387	98.426819	3590
3601.2414	99.081421	3601
3611.6947	101.26037	3612
3615.9086	101.47552	3616
3623.2906	101.31836	3623
3635.9963	100.86517	3636
3641.4536	101.27869	3641
3653.9593	102.21405	3654
3661.3068	101.25885	3661
3665.1514	101.71356	3665
3672.5594	104.18854	3672
3683.1227	102.08130	3683
3694.8039	102.03094	3695
3718.1583	102.72217	3718
3728.3025	103.62549	3728
3740.3623	103.94287	3740

3759.8262	103.01208	3760
3759.8262	102.43023	3764
3770.6897	102.54059	3771
3790.4055	101.86767	3790
3799.6520	104.09393	3800
3809.9828	102.68249	3810
3813.4758	102.42309	3813
3824.4195	102.27814	3824
3829.2794	102.59704	3829
3845.4919	102.34222	3845
3860.3288	102.42767	3860
3867.6233	103.68500	3868
3873.9842	102.54669	3874
3877.8401	103.12042	3878
3884.0478	102.54669	3884
3895.5838	101.66321	3895
3908.8242	101.83716	3909
3955.6377	101.78223	3956
3964.6781	101.53503	3965
3981.6079	100.86212	3982
3996.7632	100.72327	3997
4037.9718	98.992920	4038
4056.9315	99.018860	4057
4093.8057	100.17853	4094
4098.2456	99.101257	4098
4114.5792	100.46387	4114
4124.3111	100.77209	4124
4130.7486	101.29242	4131
4150.9451	101.02844	4151
4156.6122	101.52588	4157
4163.8776	101.51977	4164
4169.4358	101.33819	4169
4181.8477	100.84839	4182
4194.9074	101.65100	4195
4202.5821	101.47552	4202
4209.6285	101.98364	4210
4228.3799	101.12915	4228
4242.7782	101.41449	4243
4248.6032	101.59149	4249
4253.5513	99.871826	4253
4271.9855	100.74158	4272

4300.5000	101.35300	4300
4310.4283	101.36719	4310
4318.1559	99.952698	4318
4327.4542	101.30463	4327
4342.6600	100.37384	4343
4348.6002	100.61035	4349
4357.3356	100.28839	4357
4363.2811	99.526977	4363
4368.8024	100.85602	4369
4380.7181	100.70343	4381

4.4.2 ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE ESTIRENO - ACRILONITRILO (SAN)

Esta copolimerización le permite al estireno mejorar sus propiedades de resistencia a la tensión, mejor moldeabilidad, resistencia química y mayor resistencia a la temperatura. Su estructura química es la siguiente:



4.4.2.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT - IR

Estudiaremos la resina KIBISAN SAN RESIN PN-117C WATERCLEAR (Ver Fig. y Tabla NO 6), la cual se presenta en forma de pellets, la resina se disolvió en benceno obteniéndose una película, cuya interpretación es la siguiente:

A: Alargamiento C-H aromático, 3,090 - 3,000 cm^{-1}

B: Alargamiento C-H metileno 2,925 - 2,850 cm^{-1}

C: Alargamiento $\text{C}\equiv\text{N}$, 2,237 cm^{-1}

D: Alargamiento $\text{C}=\text{C}$ cíclico, 1,850 - 1,450 cm^{-1} ;

traslape con la vibración de tijera CH_2 , 1,478 cm^{-1} ,

E: Flexión C-H en el plano, 1,300 - 1,030 cm^{-1}

F: Flexión C-H fuera del plano, 910 - 850 cm^{-1}

G: Flexión C-C anular fuera del plano, 762 - 660 cm^{-1}

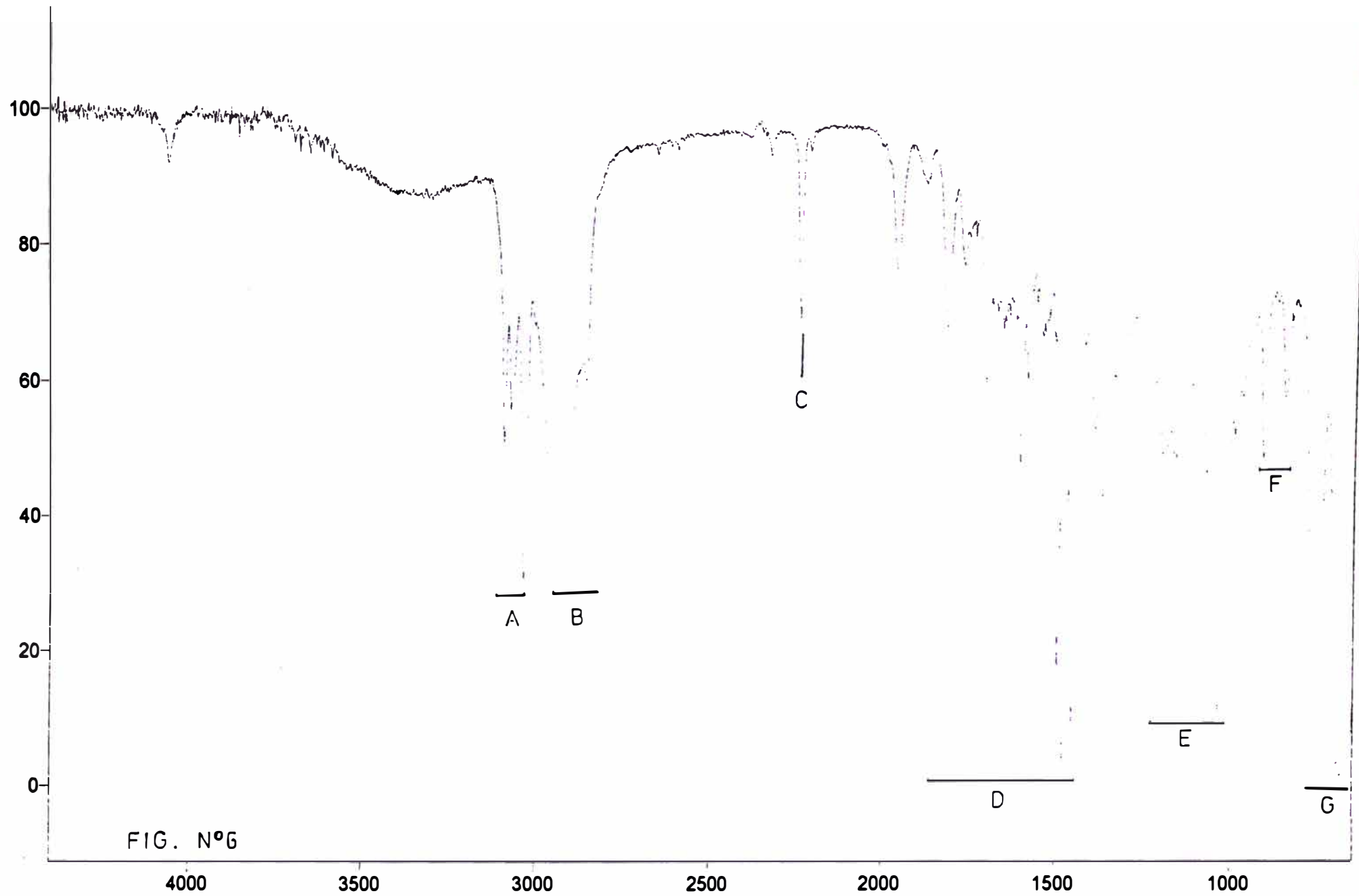


FIG. N°6

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= None

File # 1 = R3903201

04/16/97 8:47 AM Res=4 cm-1

KIBISAN SAN RESIN PN-117C WATERCLEAR/WT/SOLUBILIFENBENCINO

C:\PE1000GS\R3903201.SPC
KIBISAN SAN RESIN PN-117C WATERCLEAR/WT/SOLUBLE EN BENCENO

TABLA N°6

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
660.63573	.23040771	661
687.32657	.43182373	687
701.33052	.54779053	701
761.07797	3.4423828	761
831.45988	68.067932	831
850.07692	57.092285	850
875.00864	70.901489	875
910.12791	47.912598	910
970.08088	57.130432	970
991.57509	50.457764	991
1034.8303	10.928345	1035
1069.7151	45.654297	1070
1114.3730	58.428955	1114
1156.2458	47.592163	1156
1163.5926	48.492432	1163
1181.5016	49.440002	1181
1195.0961	48.538208	1195
1233.5182	53.109741	1233
1316.6538	60.591125	1317
1365.5613	42.236328	1365
1388.6350	51.937866	1389
1452.7355	7.9162598	1453
1478.3045	1.6220093	1478
1493.3031	14.387512	1493
1505.7244	64.863586	1506
1522.4774	68.702698	1522

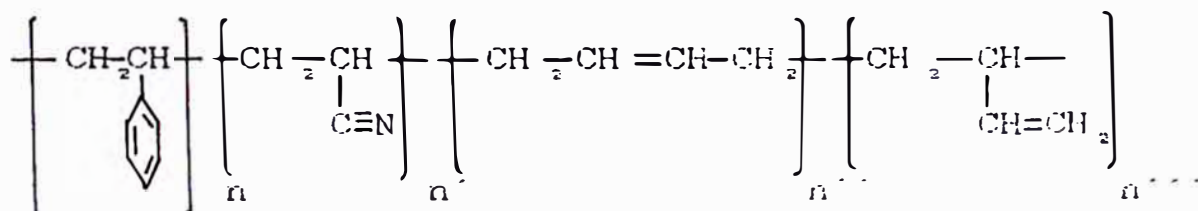
1540.1706	65.756225	1540
1558.7158	70.558166	1559
1582.9078	59.588623	1583
1601.7362	45.983887	1602
1616.4429	68.147278	1616
1635.9648	68.241882	1636
1647.4066	67.900085	1647
1653.3171	66.769409	1653
1669.6434	69.219971	1670
1684.4096	70.043945	1684
1700.9626	59.286499	1701
1733.8378	79.708862	1734
1751.8647	80.233765	1752
1766.9630	76.306152	1767
1815.6221	67.152405	1816
1876.7215	88.182068	1877
1960.2778	75.523376	1960
2209.4191	93.054199	2209
2236.8459	68.313599	2237
2323.6587	92.274475	2324
2347.6804	95.858765	2348
2385.4459	95.036316	2385
2463.5389	95.202637	2463
2594.7944	93.402100	2595
2652.3652	92.665100	2652
2853.9543	59.628296	2854
2924.5656	30.000305	2924
3000.4224	67.724609	3000
3033.1654	30.531311	3033
3069.9668	54.980469	3070
3089.3472	50.346374	3089
3296.1384	86.134338	3296
3305.8297	86.410522	3306
3322.6647	86.425781	3323
3480.8311	89.218140	3481
3529.5390	90.447998	3529
3545.2631	90.644836	3545
3586.2854	92.178345	3586
3599.8145	94.270325	3600
3609.9487	93.171692	3610
3619.2043	93.844604	3619

3626 3641.9483	92.190079 92.964172	3630 3648
3676.3345	93.218994	3676
3691.1947	94.651794	3691
3710.7706	96.980286	3711
3734.8714	96.260071	3735
3744.9272	96.824646	3745
3751.0872	96.627808	3751
3766.7152	98.124695	3767
3771.5741	98.315430	3771
3776.7000	98.171997	3777
3801.6145	96.968079	3802
3807.6706	97.866821	3808
3816.4246	96.282959	3816
3822.2893	96.446228	3822
3831.7083	97.538757	3832
3839.4000	97.096252	3839
3875.5155	97.714233	3875
3881.3105	97.302246	3881
3905.4904	97.326660	3905
3917.0834	97.883606	3917
3924.1758	97.300720	3924
3954.4365	98.023987	3954
3973.4390	98.463440	3973
4012.4888	98.185730	4012
4034.2189	96.473694	4034
4042.3829	95.370483	4042
4054.9918	91.841125	4055
4074.1419	96.298218	4074
4106.5100	97.096252	4106
4121.0542	98.495483	4121
4143.2617	98.611450	4143
4148.0949	99.136352	4148
4190.5062	98.585510	4190
4195.6975	97.975159	4196
4207.8458	98.741150	4208
4215.0086	98.571777	4215
4237.8991	98.205566	4238
4249.1329	97.921753	4249
4258.2831	98.248291	4258
4267.4979	98.422241	4267
4287.0916	99.293518	4287

4294.1211	98.257340	4290
4317.6260	98.312378	4318
4322.4374	98.718262	4322
4341.2962	98.956299	4341
4352.7381	97.895813	4353
4358.2660	97.549438	4358
4364.5810	98.132324	4364
4375.3404	97.846985	4375
4382.7405	99.008179	4383

4.4.3. ESTRUCTURA QUIMICA DEL COPOLIMERO DE ACRILONITRILO - BUTADIENO - ESTIRENO (ABS)

Consiste en un terpolimero formado por los monómeros de acrilonitrilo, butadieno y estireno, durante el proceso de polimerización, aparecen los dos isómeros de butadieno en el producto final n'' y n'''' .



4.4.3.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina POLYLAC ABS RESIN PA-707 NAT, la cual se presenta en forma de pellets (Ver Fig. y Tabla N^o 7); la resina se divolvió en benceno, obteniéndose una película cuya interpretación es la siguiente:

- A: Alargamiento C-H aromático, 3,090 - 3,000 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H metileno 2,923 - 2,850 cm^{-1}
- C: Alargamiento C \equiv N, 2,237 cm^{-1}
- D: Alargamiento C=C ciclico, 1,830 - 1,450 cm^{-1} ;
traslape con la vibración de tijera CH₂, 1,450 cm^{-1} ,
- D: Alargamiento C=C olefinico (alqueno) 1,675 cm^{-1} ,
- E: Flexión C-H en el plano, 1,250 - 1,034 cm^{-1}
- F: Flexión C-H fuera del plano, 970 - 910 cm^{-1}
- G: Flexión C-C anular fuera del plano, 760 - 658 cm^{-1}

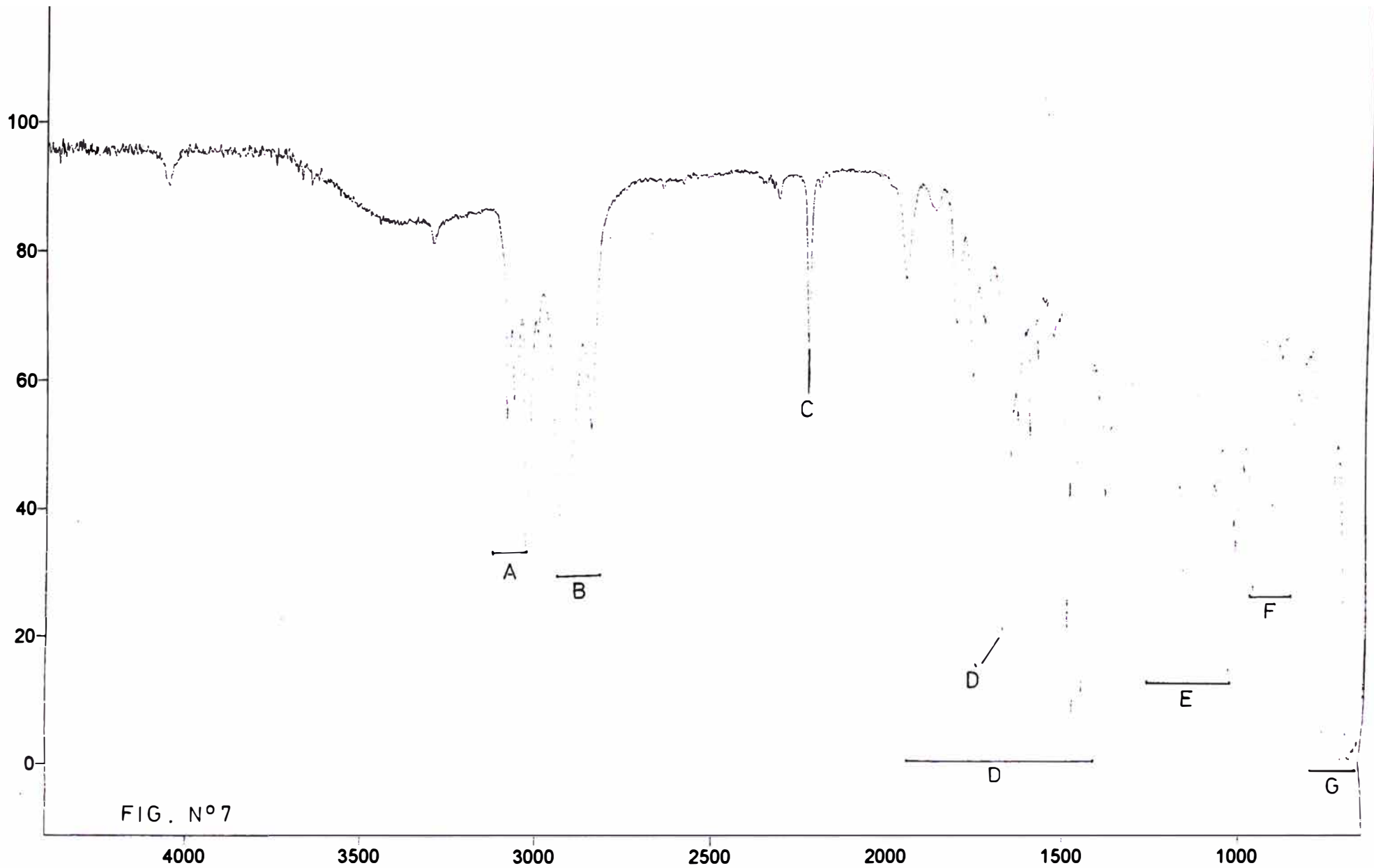


FIG. N°7

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= None

File # 1 = R3903301

04/14/97 9:36 AM Res=4 cm-1

POLYLAC ABS RESIN PA-707 NAT/WT/SOLUBLE REFERENCE

Peak Report
04/14/97 9:36 AM

C:\PE1000GS\R3903301.SPC
POLYLAC ABS RESIN PA-707 NAT/WT/SOLUBLE BENCENO

TABLA N°7

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
658.79993	3.1372070	659
663.37928	1.3946533	663
668.37787	.87432861	668
674.56991	.09613037	674
687.41161	.49133301	687
701.27933	.53863525	701
760.77895	5.3161621	761
814.87926	62.197876	815
831.40930	57.215881	831
849.47204	53.277588	849
887.29799	63.339233	887
910.87135	40.170288	911
967.13953	27.642822	967
992.05964	45.901489	992
1015.1555	33.621216	1015
1034.7240	14.840698	1035
1070.6278	43.170166	1071
1089.0389	36.775207	1089
1163.5826	30.004883	1163
1192.9772	28.361511	1193
1247.9668	31.393433	1248
1311.9301	59.547424	1312
1365.0555	52.484131	1365
1385.5354	41.796875	1385
1406.3560	57.185364	1406
1452.8444	11.166382	1453

1478.4924	3.8314819	1478
1493.5416	10.107712	1493
1522.4355	68.730163	1522
1539.5876	66.630554	1539
1559.4048	71.319580	1559
1565.1088	71.992493	1565
1583.1115	63.282776	1583
1602.0649	50.585937	1602
1617.6336	66.841125	1618
1636.5977	53.074646	1636
1654.7764	47.933960	1655
1675.0976	21.424866	1675
1734.6913	68.634033	1735
1765.3387	60.630798	1765
1815.7253	68.858337	1816
1879.7731	86.233520	1880
2209.6845	89.640808	2210
2236.9927	66.035461	2237
2323.0635	88.020325	2323
2338.8429	89.610290	2339
2594.8849	90.383911	2595
2652.6709	89.610290	2653
2850.4222	52.189636	2850
2922.6219	30.430603	2923
3004.0804	67.234802	3004
3033.3915	34.294128	3033
3070.2536	56.799316	3070
3089.2509	53.936767	3089
3303.1356	81.103516	3303
3452.7170	84.152222	3453
3519.2566	86.804199	3519
3568.4743	88.423157	3568
3629.9611	90.768433	3630
3649.2932	90.129089	3649
3675.7202	90.768433	3676
3689.1063	92.155456	3689
3710.4528	93.643188	3710
3721.2298	94.248962	3721
3750.4268	92.637634	3750
3768.0776	94.393921	3768
3798.1350	94.438171	3798
3802.8708	94.471741	3803

3838.8639	94.548033	3839
3878.3278	94.689941	3878
3891.9022	94.628906	3892
3948.4533	94.854736	3948
4004.6875	94.528198	4005
4023.6677	94.236755	4024
4053.3596	90.135193	4053
4136.1416	94.639587	4136
4146.8006	94.964600	4147
4158.7778	94.729614	4159
4174.4310	94.834900	4174
4184.7053	95.130920	4185
4207.3112	94.569397	4207
4225.4423	94.699097	4225
4233.0673	95.060730	4233
4253.2225	94.718933	4253
4261.9858	94.841003	4262
4267.2889	94.911194	4267
4280.2566	95.419311	4280
4285.2553	94.859314	4285
4291.8050	95.126343	4292
4298.8415	95.724487	4299
4305.4386	95.420837	4305
4314.9441	95.381164	4315
4329.9859	95.123291	4330
4341.2739	95.446777	4341
4348.3739	94.361877	4348
4355.6719	94.686890	4356
4365.5173	93.605041	4365
4382.9891	95.358276	4383
4393.1198	95.217895	4393

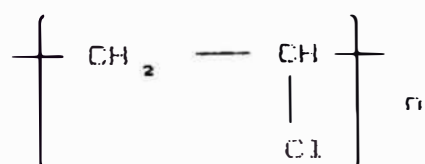
4.5 POLIMEROS DE CLORURO DE VINILO

4.5.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLICLORURO DE VINILO (PVC)

El PVC resulta de la homopolimeración del monómero de cloruro de vinilo.

El policloruro de vinilo se descompone fácilmente a temperaturas alrededor de 100°C, con pérdida de ácido clorhídrico y aparición de dobles enlaces; para evitar este fenómeno se usan estabilizantes (jabones de calcio, cadmio, plomo, silicatos de sodio, etc).

La estructura del PVC se puede representar esquemáticamente del modo siguiente:



4.5.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina PVC PP 330 POLVO EMULSION (Ver Fig. y Tabla Nº 8). La cual ha sido compactada con acetona para realizar la corrida en el muestreador de sólidos. La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento C-H metileno, $3,000 - 2,850 \text{ cm}^{-1}$

(simétrico - asimétrico)

B: Alargamiento C=O normal, $1,700 \text{ cm}^{-1}$

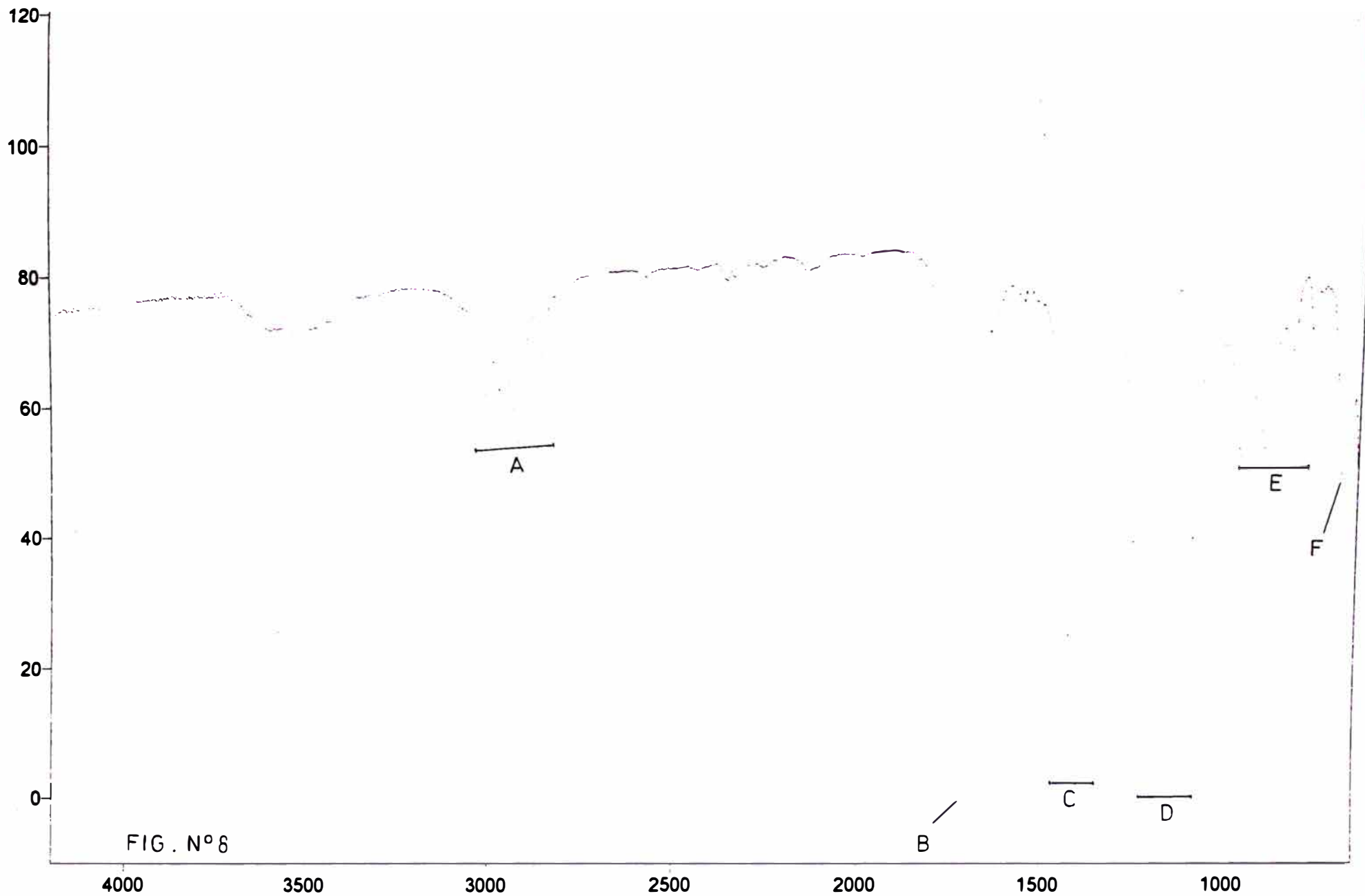
(solvente empleado)

C: Flexión C-H metileno, $1,424 - 1,358 \text{ cm}^{-1}$

D: Torcimiento -abanico C-H, $1,219 - 1,091 \text{ cm}^{-1}$

E: Absorción C-Cl, $960 - 690 \text{ cm}^{-1}$

F: Oscilación C-H metileno, 690 cm^{-1}



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3904106

01/21/97 6:36 AM Res=4 cm-1

BVC BB 330 POLYMER EMULSIONS

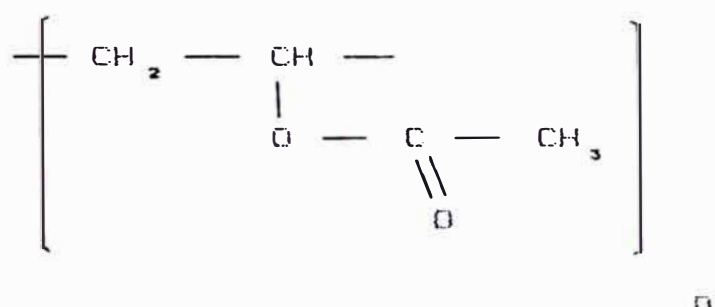
X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
693.06557	49.685669	693
785.15846	71.607971	785
834.83761	68.431091	835
902.24460	53.413391	902
962.66234	51.800537	963
1091.1359	39.523315	1091
1219.6652	1.2329101	1220
1252.6330	39.047241	1253
1358.8211	3.0090332	1359
1424.9035	24.856567	1425
1560.5498	75.823975	1560
1709.0635	.09307861	1709
2144.5135	80.447388	2144
2337.5789	79.817200	2337
2358.9850	79.246521	2359
2850.6532	67.909241	2851
2917.7695	54.649353	2918
2968.8922	62.533569	2969
3003.2569	61.705017	3003
3412.2717	71.810913	3412

4.6 POLIACETATO DE VINILO

4.6.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIACETATO DE VINILO.

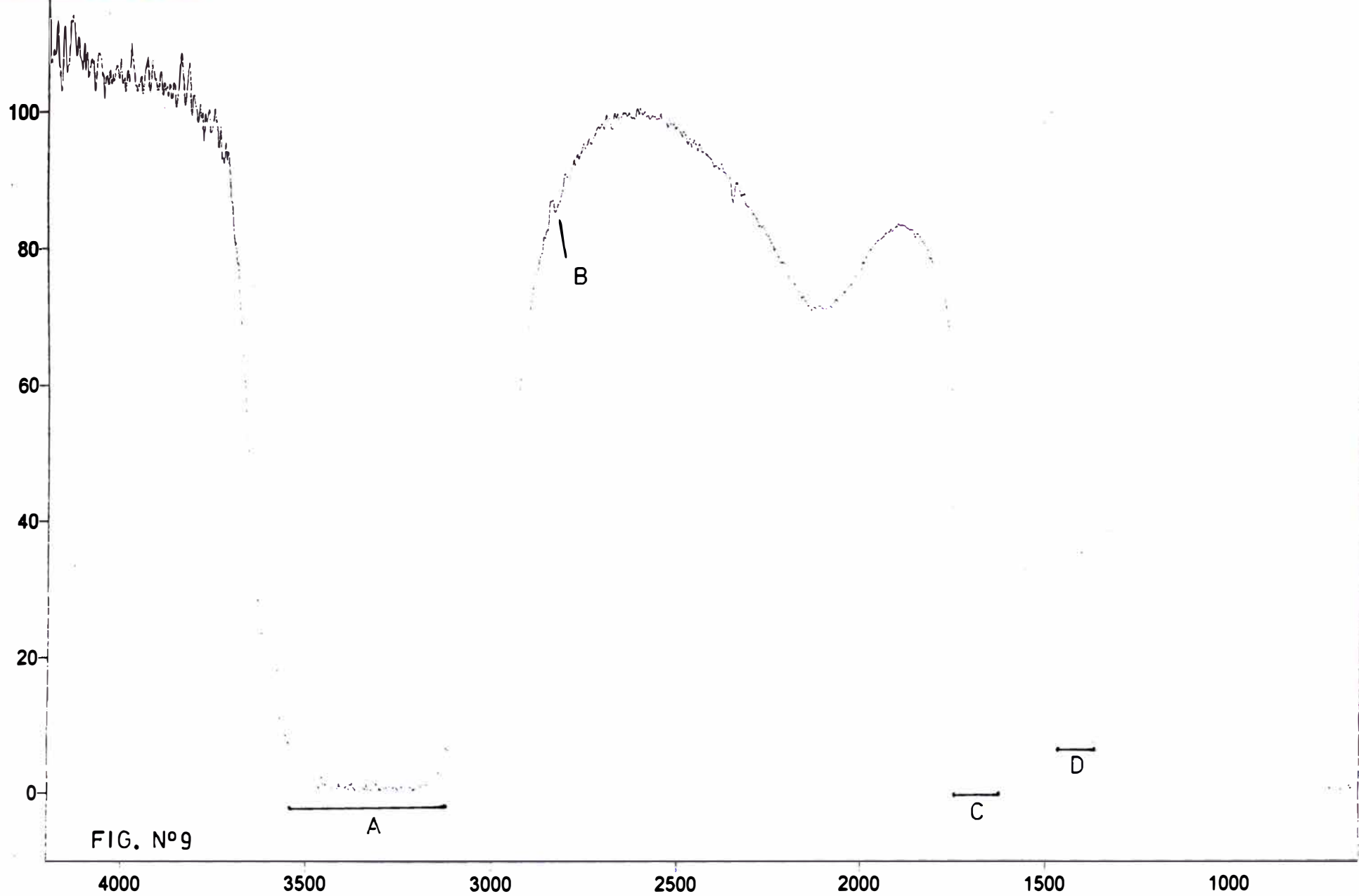
Es un polímero proveniente de un éster del vinilo, es usado en la preparación de pinturas y adhesivos su estructura se representa esquemáticamente:



4.6.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos el PV-0330-2 LATEX PD-330, el cual es una látex de poliacetato de vinilo (Ver Fig. y Tabla Nº 9). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, proveniente del agua, 3,500 - 3,100 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H metilo simétrico; 2,870 cm^{-1}
metileno simétrico.
- C: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ asimétrico, 1,733- 1,630 cm^{-1}
- D: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ simétrico, 1,435-1,372 cm^{-1}
traslape flexión C-H metilo y metileno.



Transmittance. / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3905201

04/6/98 6:39 PM Res=4 cm-1

PV-0330-2.1 ATEX PD-330 - POLIACETATO DE VINIL OMT

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
720.11111	.28839111	720
945.64500	9.4818115	946
1021.3675	3.5293579	1021
1119.7826	13.456726	1120
1234.7255	.17395019	1235
1372.5353	7.0755005	1372
1434.9694	26.892090	1435
1633.2579	4.3991089	1633
1732.6539	1.0055542	1733
2111.0746	70.411682	2111
2361.8346	86.135864	2362
2688.9879	96.922302	2689
2710.7912	96.879578	2711
2746.6000	94.760132	2746
2810.4892	89.888000	2810
2841.1628	84.890747	2841
3119.5039	6.0455322	3119
3168.8129	.72784424	3169
3430.6040	.25939941	3431
3476.0833	1.0894775	3476
3522.8166	2.3910522	3523
3538.7281	4.7317505	3539
3549.1876	6.9946289	3549
3573.6172	10.725403	3574
3622.6640	23.303223	3623
3719.8253	92.787170	3720

3728.4881	94.577026	3743
3742.9608	96.826172	3765
3764.6190	98.176575	3775
3775.5943	95.539856	3784
3783.7746	98.165893	3799
3799.3605	99.307251	3816
3816.2294	100.79346	3834
3833.6791	100.31738	3858
3857.9513	101.63422	3871
3871.0509	102.14538	3894
3893.9401	102.78931	3908
3908.2928	102.46582	3929
3928.7890	102.38953	3949
3948.8213	103.02887	3963
3962.8735	104.15802	3985
3985.2507	102.61993	3994
3994.3601	103.95203	4002
4002.5385	104.69971	4013
4012.7025	104.09851	4026
4026.3978	103.91083	4033
4032.8028	101.89209	4051
4051.5159	102.78320	4076
4076.5796	104.89044	4095
4095.1469	105.87768	4103
4103.3224	106.01044	4112
4111.6444	108.05359	4128
4127.6338	105.62134	4153
4153.3255	102.88544	4168
4167.8036	108.36944	4185
4185.3920	107.09991	4195
4195.1259	107.46918	4206
4205.8719	108.42590	4218
4218.5757	105.43213	4225
4224.6682	107.62787	4243
4242.6570	108.09479	4253
4252.8186	103.46527	4266
4265.7670	105.65185	4273
4273.5547	105.37567	4283
4283.1153	106.80389	4291
4291.4822	107.69806	4304
4304.4891	106.32324	4309
4308.9458		

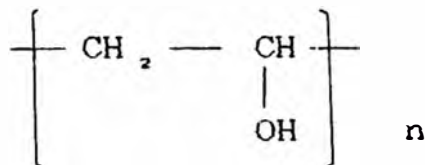
4331.5540	105.83801	4320
4342.4543	106.92444	4331
4347.7350	108.37860	4342
4356.2277	110.07080	4348
4363.6348	109.27887	4356
4374.1808	108.03528	4364
4383.5424	104.56390	4374
4388.9853	109.20715	4383
	110.01587	4389

4.7 ALCOHOL POLIVINILICO (PVA)

4.7.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL ALCOHOL POLIVINILICO

Se obtiene por saponificación, en medio ácido o alcalino del acetato de polivinilo.

Se forma como producto secundario ácido acético y el alcohol polivinilico formado, precipita gradualmente del medio de reaccion. Su estructura se representa esquemáticamente:



4.7.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos al ABCOL PVA SC-5- Polvo disuelto en dimetilformamida (Ver Fig. y Tabla N^o 10). La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento OH, enlazamiento de hidrógeno intermolecular, 3350 cm^{-1}

B: Alargamiento C-H metileno, 2,930 - 2,858 cm^{-1}

C: Flexión C-H metileno, 1,385 cm^{-1}

D: Alargamiento C - O, 1,089 cm^{-1}

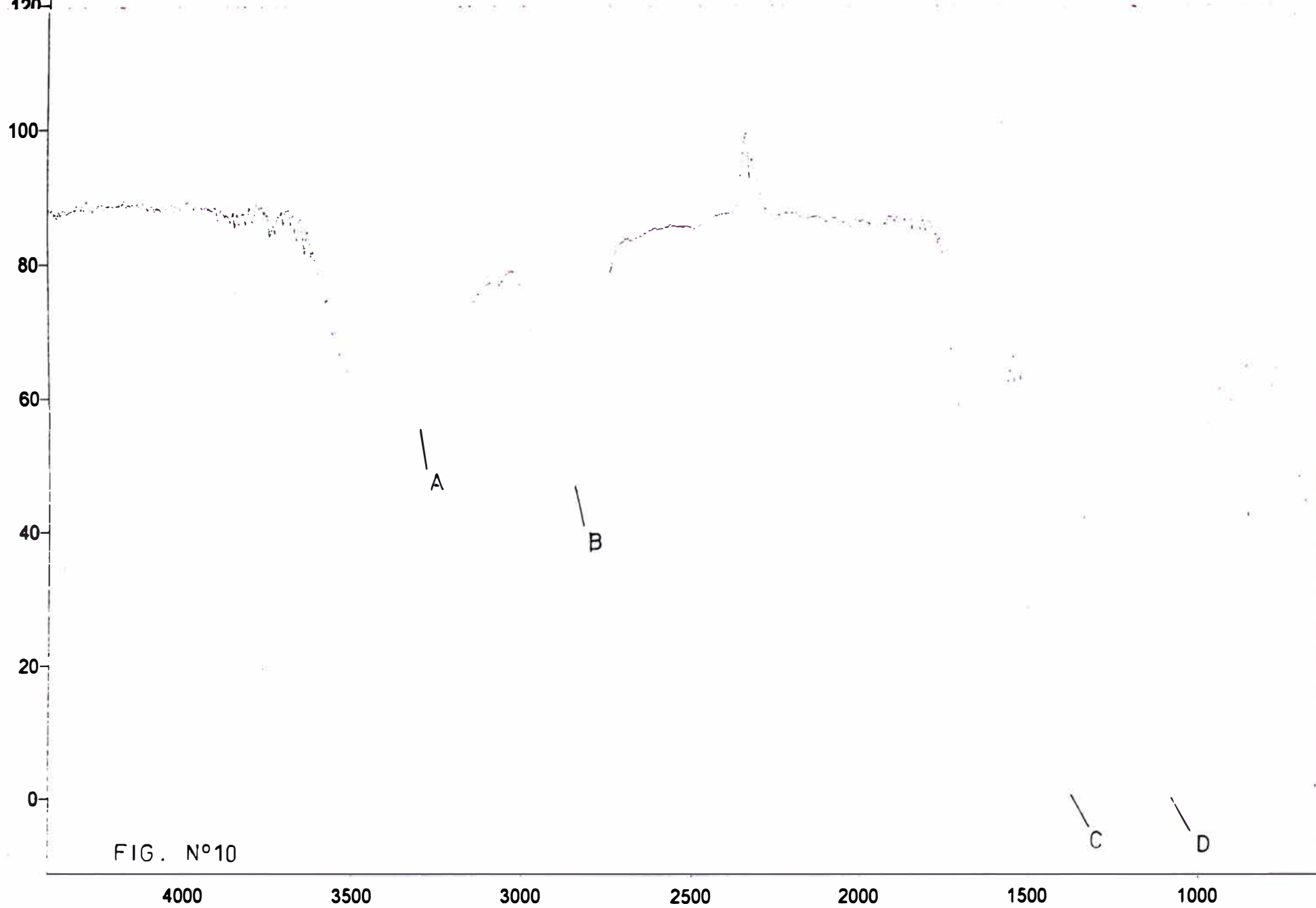


FIG. N°10

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3905302

04/1/98 5:09 PM Res=4 cm-1

ABCOL PVA SC 6 POLVO DISUELTO EN DMEAMT

C:\PE1000GS\R3905302.SPC

ABCOL PVA SC-5-POLVO DISUELTO EN DMF/WT

TABLA N°10

X Units.: Wavenumber (cm-1)

Y Units.: Transmittance

Resolutn: 4 cm-1

Begin X.: 4400

Ending X: 450

Points: 1976

Center X	Peak Y	Name
455.28312	43.463135	455
462.74972	31.085205	463
469.51065	3.5568237	469
475.88389	35.508728	476
487.03587	49.348450	487
496.26460	68.031311	496
504.42494	65.693664	504
507.12730	71.994018	507
514.81161	70.158386	515
520.03429	52.249145	520
533.11415	17.295837	533
544.07136	72.370911	544
552.22744	32.566833	552
559.18626	12.086487	559
569.22326	51.521301	569
588.32432	12.727356	588
600.89805	11.076355	601
611.34466	3.9443970	611
616.46215	9.2300415	616
658.19617	1.2161255	658
863.34806	41.784668	863
1062.8866	9.3215942	1063
1089.1687	.91857910	1089
1142.6970	36.250305	1143
1254.8775	14.152527	1255
1385.2116	1.2771606	1385

1437.2657
1504.8667
1646.1453
2858.9562
2929.0075

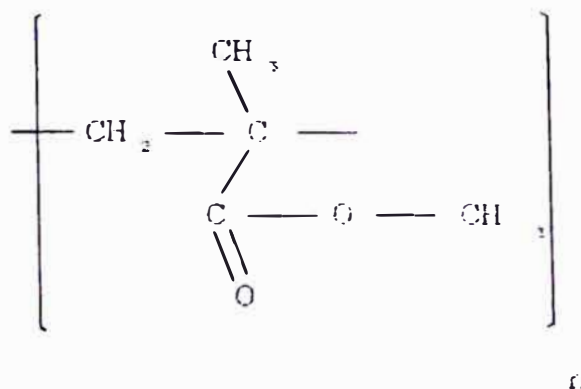
5.94085 /
28.485107
.05493164
48.054504
37.692261

143 /
1505
1646
2859
2929

4.8 POLIMEROS ACRILICOS

4.8.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIMETACRILATO DE METILO (PMMA)

Es el producto de homopolimerización del monómero del ácido metacrílico. La estructura es la siguiente:



4.8.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina polimetacrílica denominada PRECAT 3005, la cual se encuentra en emulsión acuosa (Ver Fig. y Tabla N° 11).

La interpretación del espectro es la siguiente:

A: Alargamiento OH intensa, proveniente del agua, 3.500-3.100 cm^{-1} ; traslape con las vibraciones de alargamiento C-H metilo y metileno.

B: Alargamiento C(-O)- asimétrico, 1.630 cm^{-1}

C: Alargamiento C(-O)- simétrico, 1.478 cm^{-1}

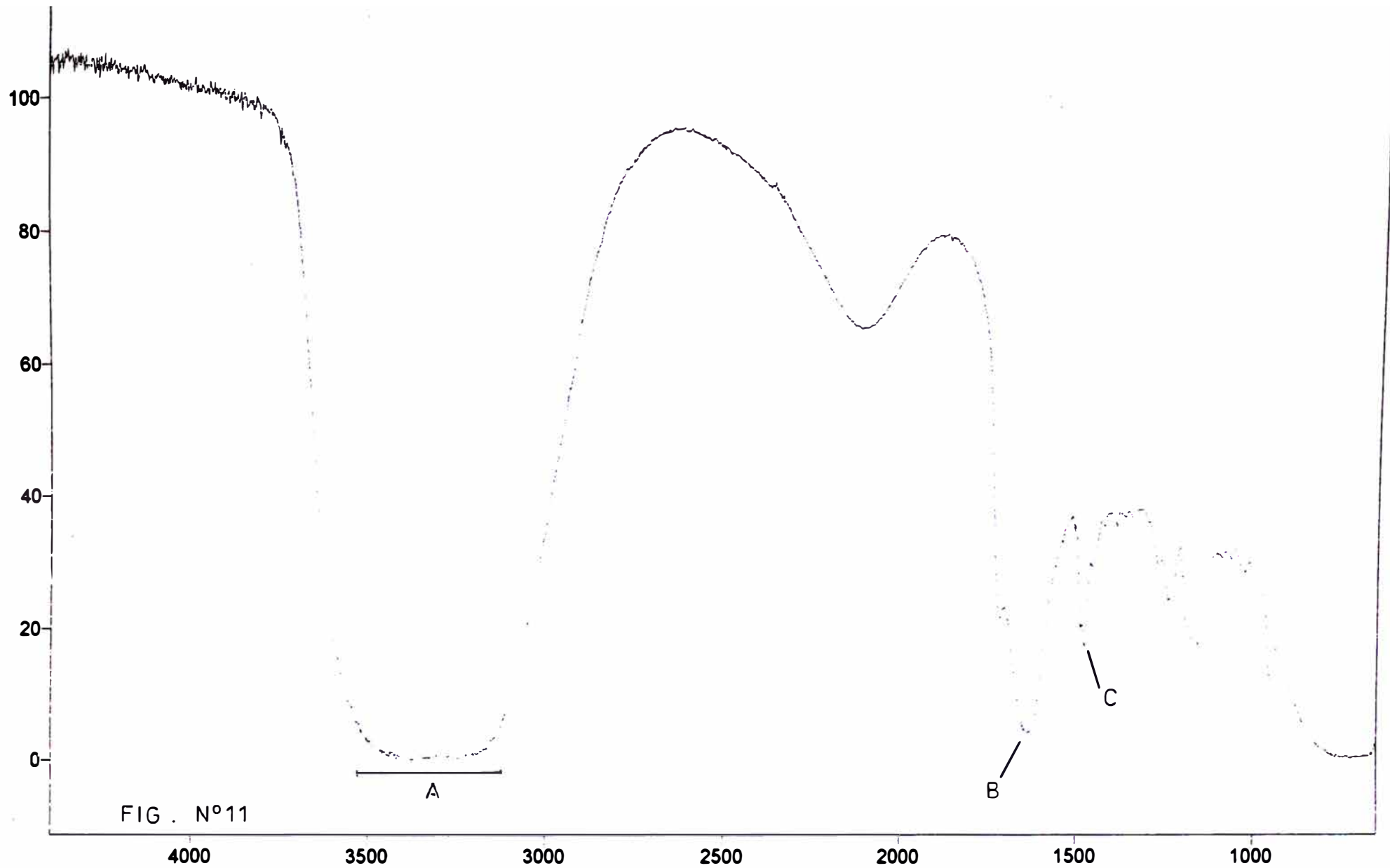


FIG. N°11

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= None

File # 1 = R3906902

05/8/97 12:44 PM Res=4 cm-1

PRECAT 3005-RESINA ACRILICA/LIQ./

C:\PE1000GS\R3906902.SPC
PRECAT 3005-RESINA ACRILICA/LIQ./

TABLA N°11

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

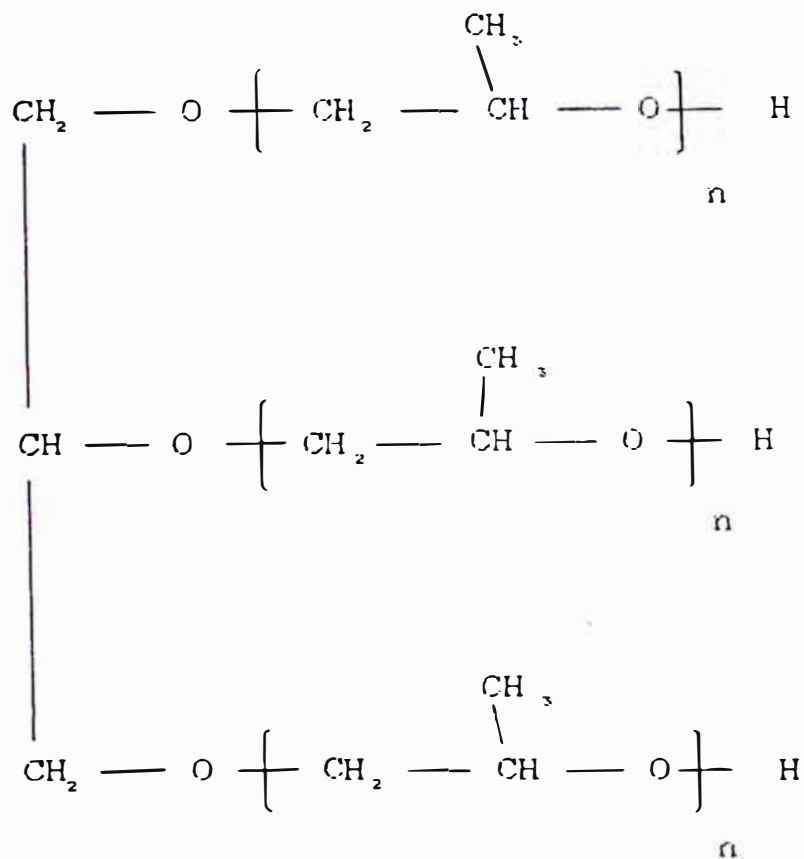
Center X	Peak Y	Name
951.24490	12.242126	951
1022.9480	28.311157	1023
1061.5856	30.339050	1061
1155.0984	17.456055	1155
1171.7463	18.197632	1172
1233.0420	23.828125	1233
1241.4754	24.151611	1241
1266.6375	28.869629	1267
1339.8000	36.019897	1340
1362.4710	36.441040	1362
1387.3376	35.260010	1387
1423.2588	35.231018	1423
1456.9436	29.182434	1457
1477.6162	17.121887	1478
1488.7553	20.112610	1489
1505.6951	34.555054	1506
1629.7778	4.1671753	1630
1717.5368	21.379089	1717
2115.1805	65.026855	2115
3577.4286	13.011169	3577
3733.0360	92.243957	3733
3740.1240	93.644714	3740
3746.4644	92.808533	3746
3801.4500	96.624756	3801
3821.0075	97.898865	3821
3839.2586	98.268127	3839

3854.1908	97.900391	3854
3862.1135	98.976135	3862
3875.4046	99.133301	3875
3889.5780	98.957825	3889
3900.3391	99.533081	3900
3915.3625	99.818420	3915
3929.4138	100.15259	3929
3939.1254	100.65002	3939
3948.7550	100.23651	3949
3982.3699	100.41504	3982
4007.3566	100.66681	4007
4014.5482	100.99487	4014
4028.1682	101.02386	4028
4060.2019	101.98669	4060
4071.6190	101.86920	4072
4076.7988	101.88904	4077
4119.5591	102.40021	4119
4151.3673	102.20032	4151
4157.9370	103.28369	4158
4177.5164	102.70996	4177
4184.9064	103.50799	4185
4198.8792	103.79944	4199
4207.5693	103.35693	4207
4215.1809	104.22211	4215
4225.5004	103.97949	4225
4231.5618	103.83301	4231
4239.3299	103.87878	4239
4246.6008	104.33197	4247
4250.4625	103.74451	4250
4259.4542	102.92511	4259
4265.0229	104.11835	4265
4272.6151	103.49426	4273
4295.3058	104.16107	4295
4302.2426	103.88336	4302
4311.7177	104.76990	4312
4316.5258	104.78210	4316
4325.3816	104.40826	4325
4332.3789	103.76434	4332
4346.3651	105.14984	4346
4354.2365	105.76782	4354
4363.4591	104.21448	4363
4375.5616	103.58887	4375

4.9 POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO

4.9.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETER POLIOL DERIVADO DEL OXIDO DE PROPILENO.

Comprende los productos de poliadición del óxido de propileno con determinados compuestos orgánicos que sirven de iniciadores, por ejemplo la glicerina.



4.9.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos el poliéter poliol DESMOPHEN 7186 (Ver Fig. y Tabla Nº 12). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, Hidrógeno enlazado intermolecular amplia, $3,481 \text{ cm}^{-1}$
- B: Alargamiento C-H antisimétrico metilo, $2,969 \text{ cm}^{-1}$
metileno, $2,930 \text{ cm}^{-1}$
- C: Alargamiento C-H simétrico metilo-metileno, $2,890 - 2,860 \text{ cm}^{-1}$
- D: Vibración de flexión OH en el plano, $1,455 - 1,300 \text{ cm}^{-1}$; traslape son las vibraciones de flexión C - H metilo y metileno.
- E: Alargamiento C-O -C asimétrico $1,257 \text{ cm}^{-1}$
- F: Alargamiento C-O, $1,150 - 1,050 \text{ cm}^{-1}$
- G: Alargamiento C - O -C simétrico, $1,012 \text{ cm}^{-1}$
- H: Vibración de flexión OH fuera del plano, 667 cm^{-1}

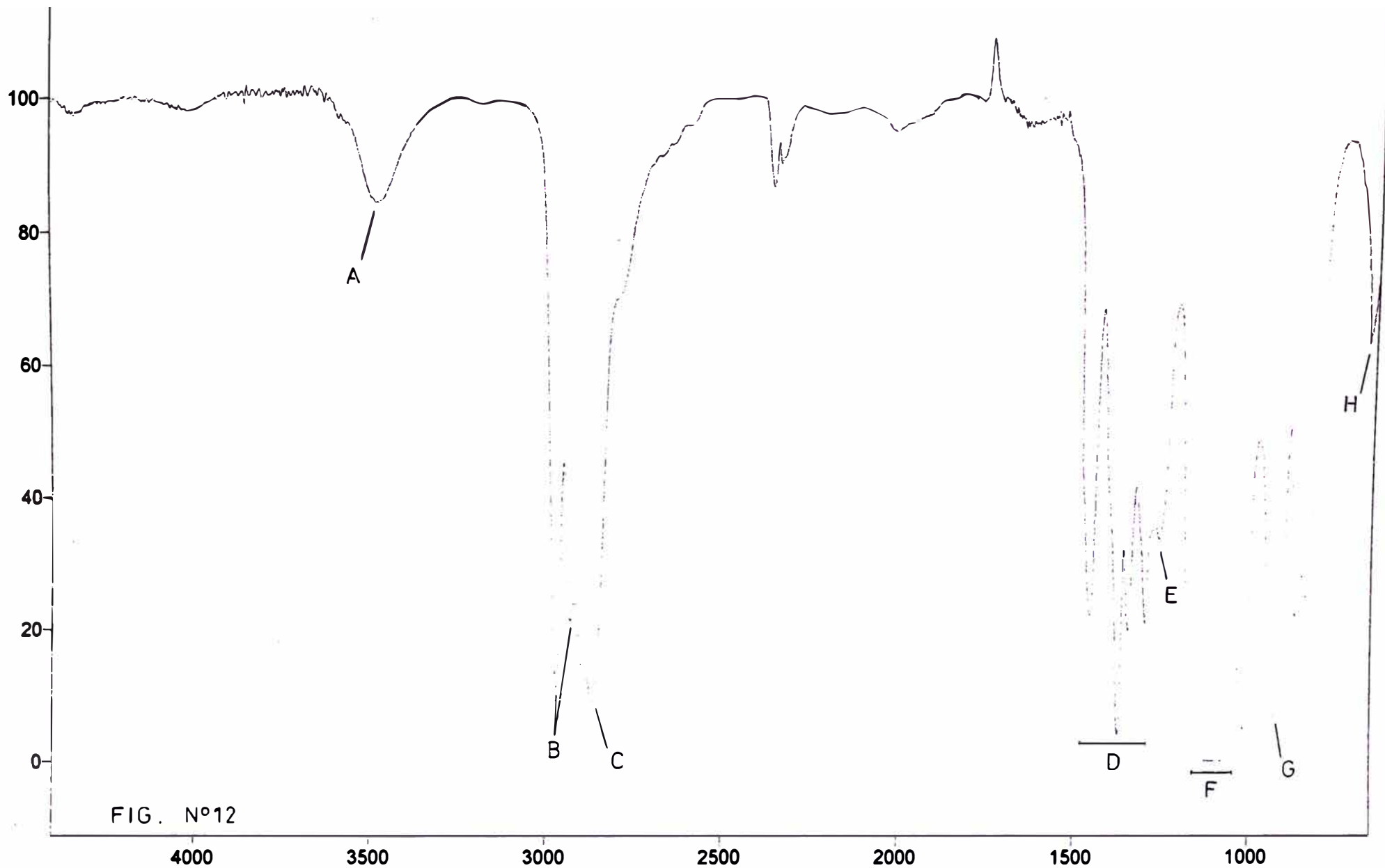


FIG. N°12

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

File # 1 = R3907201

POLIETER POLIOL-DESMOPHEN 7186-MEXICO/WTS

Number of Scans= 10 Apodization=

08/26/96 12:12 PM Res=4 cm-1

08/26/96 12:12 PM

C:\PE1000GS\R3907201.SPC
POLIETER POLIOL-DESMOPHEN 7186-MEXICO/WTS

TABLA N°12

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
667.17494	62.800598	667
835.83534	24.609375	836
866.11111	21.704101	866
924.92063	6.7001343	925
1012.4495	4.6905517	1012
1081.6896	.01983642	1082
1257.3227	33.360290	1257
1296.2799	20.753479	1296
1343.7507	19.677734	1344
1372.3387	3.7033081	1372
1452.6923	22.053528	1453
1543.8055	96.011352	1544
1560.5172	95.289612	1560
1654.4704	94.818115	1654
1685.0730	97.192383	1685
1716.6145	98.706055	1719
1773.2647	98.812866	1773
2018.3250	94.566345	2018
2341.3189	89.804077	2341
2360.1337	86.296081	2360
2866.9565	9.1491699	2867
2930.1588	21.260071	2930
2969.3558	11.154175	2969
3481.6232	84.211731	3482
3588.7673	96.662903	3589
3629.4076	99.012756	3629

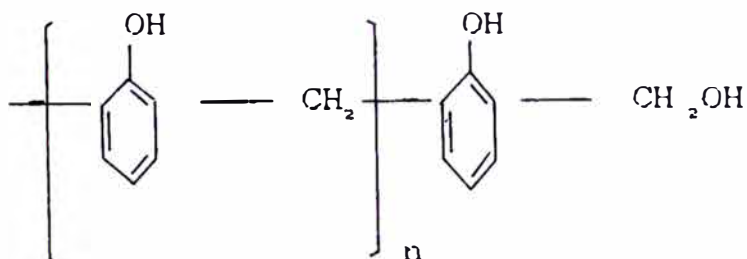
3691.1289	100.13275	3691
3735.1866	99.967956	3735
3807.0019	99.789429	3807
3821.9193	100.00763	3822
3840.5521	100.07172	3840
3854.6027	98.875427	3855
3904.8000	99.670410	3905

4.10 RESINA FENOLICA

4.10.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA FENOLICA

La resina es el producto de policondensación de la reacción del fenol con el formaldehído, de acuerdo a la relación molecular en que se combinan se obtienen productos de estructura lineal o tridimensional.

Esquemáticamente se representan del modo siguiente:



4.10.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina fenólica RESIFEN 4380 (Ver Fig. y Tabla Nº 13). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, Hidrógeno enlazado intermolecular amplia, 3.330 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H aromático, 3.010 cm^{-1}
- C: Alargamiento C-H antisimétrico metileno, $2.951 - 2.931\text{ cm}^{-1}$,
- D: Alargamiento C-H simétrico metileno, 2.870 cm^{-1} ,
- E: Alargamiento C-C anular, $1.613 - 1.455\text{ cm}^{-1}$,
- F: Vibración de flexión OH en el plano, $1.376 - 1.350\text{ cm}^{-1}$; traslape con la vibración de flexión C-H metileno.
- G: Alargamiento C-O, $1.267 - 1.000\text{ cm}^{-1}$,
- H: Vibración de flexión OH fuera del plano, 868 cm^{-1}

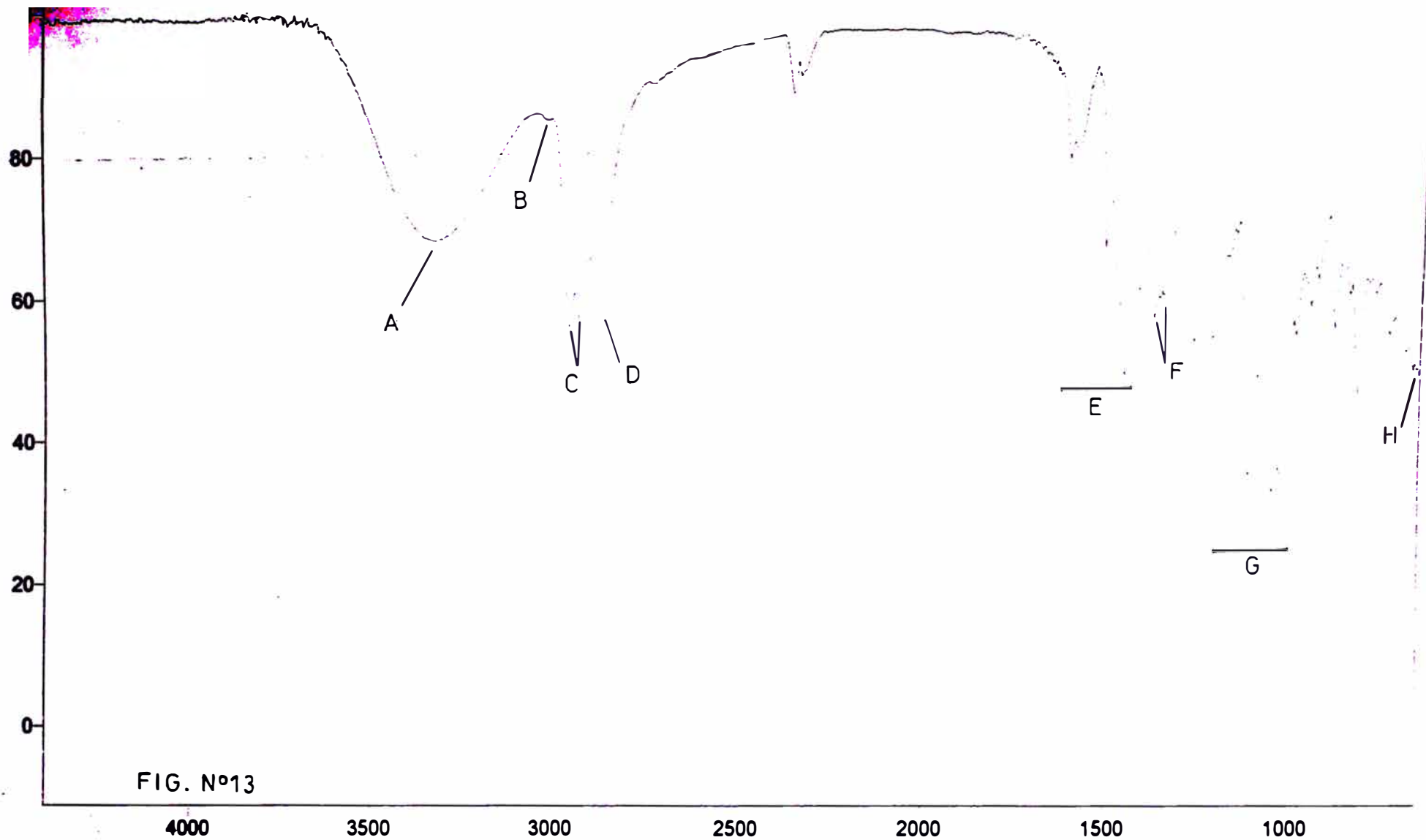


FIG. N°13

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= Strong

File # 1 = RESIFEN

03/12/96 3:02 PM Res=4 cm-1

resifen 4380-resina fenolica

99
SIFEN.SPC
-resina fenolica

TABLA N°13

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
668.23150	49.768066	668
736.53465	55.033874	736
772.77631	60.836792	773
818.86785	46.748352	819
845.28767	60.626221	845
885.26774	55.885315	885
932.66187	62.886047	933
950.74591	58.932495	951
989.18998	54.927063	989
1028.2786	35.278320	1028
1062.5454	26.182556	1062
1113.0850	35.371399	1113
1156.7258	69.180298	1157
1239.7321	52.583313	1240
1266.8174	54.164123	1267
1352.2043	60.444641	1352
1375.6364	57.321167	1376
1455.0275	49.418640	1455
1513.1840	67.053223	1513
1590.5069	80.511475	1590
1613.0816	79.560852	1613
2339.7323	91.123962	2340
2359.2575	88.706970	2359
2869.6044	57.614136	2870
2931.3424	57.559204	2931
2957.2452	56.124878	2957

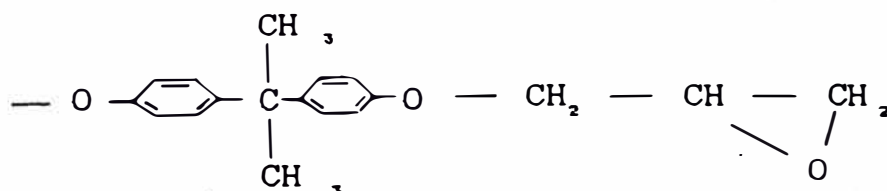
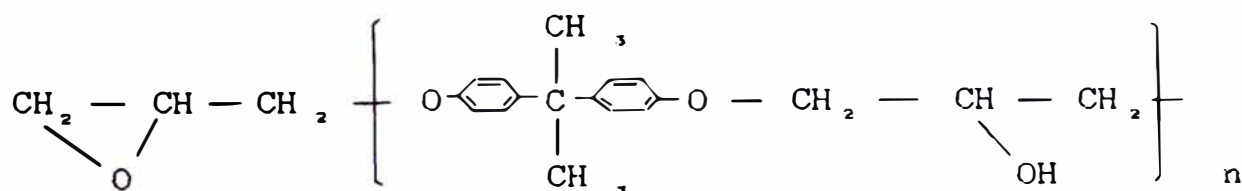
97.967529	3685
98.298645	3706
98.745727	3832
98.837280	3848

3685
3706
3832
3848

4.11 RESINA EPOXICA

4.11.1. ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA EPOXICA

Las resinas epóxicas se obtienen de un proceso mixto de poliadición - policondensación entre la epiclorhidrina y el bisfenol A (difenilolpropano), el componente principal del producto final es el éter diglicídico del bisfenol. Esquemáticamente se representan del modo siguiente:



4.11.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT- IR

Estudiaremos la resina RESIPOX 5909 (Ver Fig. y Tabla Nº 14). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, Hidrógeno enlazado intermolecular amplia, $3,400 \text{ cm}^{-1}$
- B: Alargamiento C-H aromático $3,100 - 3,000 \text{ cm}^{-1}$; traslape con la vibración de alargamiento C-H anillo epoxi, $3,035 \text{ cm}^{-1}$
- C: Alargamiento C-H antisimétrico metilo $2,964 \text{ cm}^{-1}$
metileno, $2,930 \text{ cm}^{-1}$
- D: Alargamiento C-H simétrico metilo, $2,871 \text{ cm}^{-1}$,
metileno
- E: Alargamiento C-C anular, $1,706 - 1,506 \text{ cm}^{-1}$
- F: Vibración flexión C-H metilo; $1,470-1,350 \text{ cm}^{-1}$
metileno
- G: Frecuencia de respiración anillo epoxi; $1,227 - 1,180$ y 945 cm^{-1}
- H: Alargamiento C-O, $1,036 \text{ cm}^{-1}$,
- I: Alargamiento C-C anillo epoxi, $950 - 820 \text{ cm}^{-1}$; traslape flexión C-H fuera del plano.
- J: Flexión C-C anular fuera del plano, $760-650 \text{ cm}^{-1}$

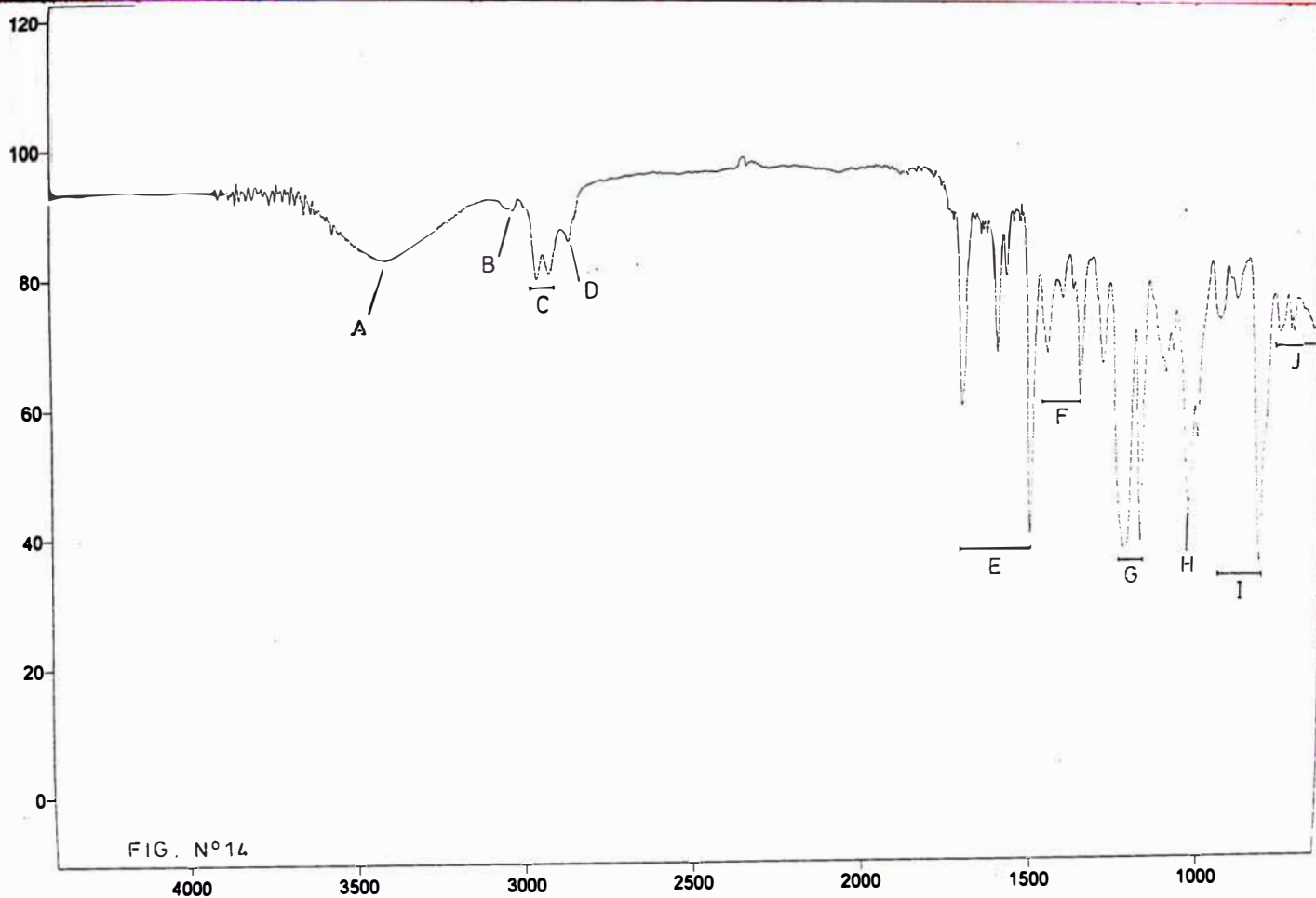


FIG. N° 14

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

File # 1 = RESIPOX

resina epoxica-resipox 5909(Resimon-Venezuela)

Number of Scans= 10 Apodization= Strong

03/12/96 2:07 PM Res=4 cm-1

BAPE1000GS\RESIPOX.SPC

resina epoxica-resipox 5909(Resimon-Venezuela)

TABLA N°14

X Units.: Wavenumber (cm-1)

Y Units.: Transmittance

Resolutn: 4 cm-1

Begin X.: 4400

Ending X: 650

Points: 1876

Center X Peak Y Name

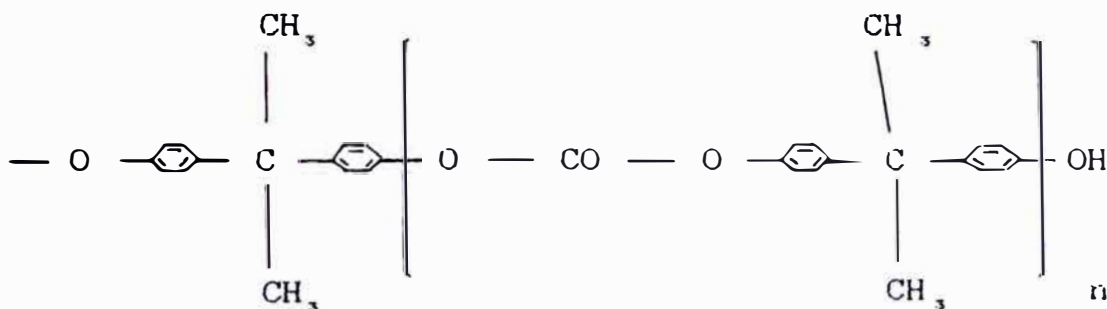
668.07031	70.259094	668
726.84302	69.982910	727
735.65658	70.388794	736
766.64732	69.877624	767
826.10952	34.672546	826
896.16901	75.051880	896
945.16304	71.907043	945
1010.7093	53.932190	1011
1036.5530	44.046020	1036
1086.1018	67.184448	1086
1105.3783	63.861084	1105
1180.1965	37.971496	1180
1227.1391	36.840820	1227
1294.6000	65.542602	1294
1360.9030	60.777283	1361
1382.6970	76.629639	1383
1413.8750	75.450134	1414
1457.9567	67.085266	1458
1505.9348	38.766479	1506
1541.1487	87.178039	1541
1559.0738	87.072754	1559
1580.3571	79.035950	1580
1606.3825	67.375183	1606
1636.7511	85.517883	1637
1647.2093	85.928345	1647
1654.2932	85.357666	1654

306.1908	59.194946	1706
1734.3492	87.471008	1734
1772.7252	92.724609	1773
2345.0778	96.072388	2345
2871.4160	84.979248	2871
2929.6631	80.168152	2930
2964.4000	79.252624	2964
3035.1772	89.822388	3035
3566.6103	86.637878	3567
3617.8528	89.724731	3618
3629.4134	89.791870	3629
3649.0554	89.898682	3649
3676.3031	91.441345	3676
3690.3168	91.833496	3690
3711.4362	92.362976	3711
3734.9790	92.381287	3735
3750.7649	91.703796	3751
3769.0833	93.080139	3769
3801.9395	92.483520	3802
3820.8968	92.457580	3821
3839.8348	92.257690	3840
3853.4035	91.610718	3853
3903.4507	92.405701	3903

4.12. POLICARBONATO

4.12.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLICARBONATO

Son productos de policondensación que resultan de la reacción del **fósgeno** (derivado del ácido carbónico) con el bisfenol A. Se caracterizan por contener en su molécula uniones repetidas de éster carbónico, R-O-CO-O-R', a lo que deben su nombre de policarbonatos.



4.12.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos el **policarbonato LEXAN 123** Pellets el cual ha sido disuelto en dimetilformamida (Ver Fig. y Tabla N^o 15). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, enlazamiento de hidrógeno intermolecular, 3.350 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H aromático 3.050 cm^{-1}
- C: Alargamiento C-H antisimétrico metilo 2.928 cm^{-1}
metileno
- D: Alargamiento C-H simétrico metilo 2.850 cm^{-1} ,
metileno
- E: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ del anión carboxilato asimétrico, 1.667 cm^{-1}
- F: Alargamiento C-C anular, $1.500 - 1.400 \text{ cm}^{-1}$; traslape con la vibración de flexión del CH_2 y CH_3
- G: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ del anión carboxilato simétrico, 1.386 cm^{-1}
- H: Alargamiento C-O, 1.098 cm^{-1}
- I: Flexión C-H fuera del plano, $900-800 \text{ cm}^{-1}$
- J: Flexión C-C anular fuera del plano, $780-650 \text{ cm}^{-1}$

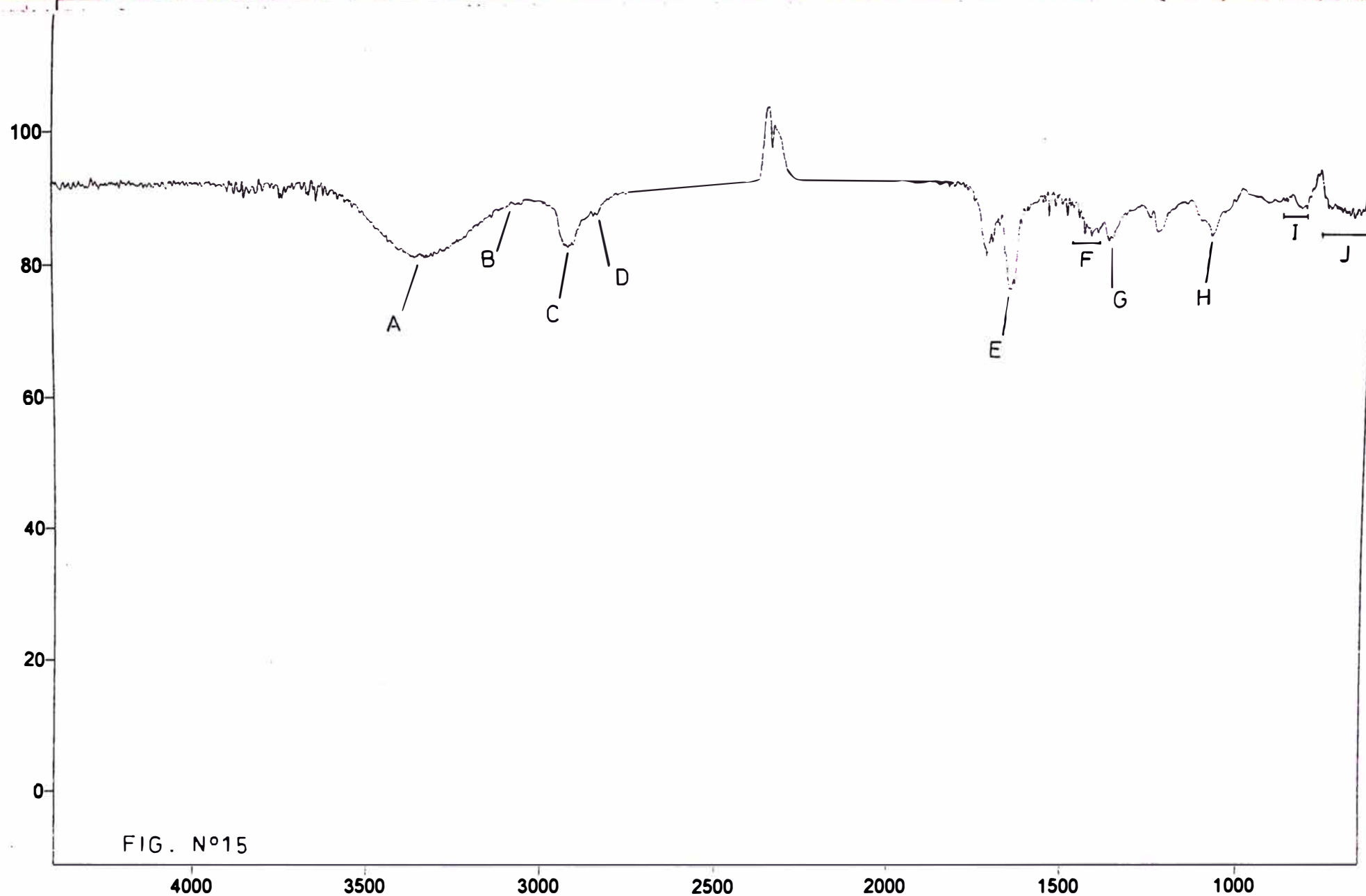


FIG. N°15

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

File # 1 = R3907401

POLICARBONATO LEXAN 123 PELLETS DISUFI TO FN DMFW/T

Number of Scans= 10 Apodization=

04/3/98 11:22 AM Res=4 cm-1

Peak Report
04/3/98 11:22 AM

C:\PE1000GS\R3907401.SPC
POLICARBONATO LEXAN 123 PELLETS DISUELTO EN DMF/WT

TABLA N°15

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resoltn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

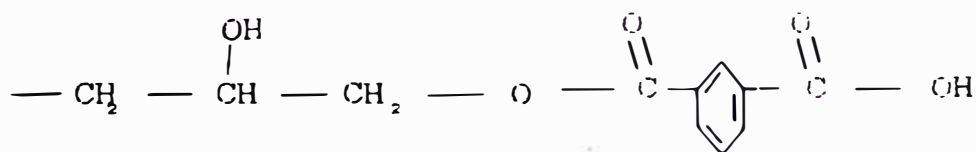
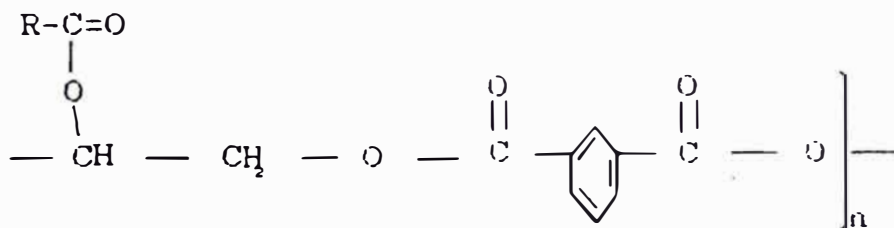
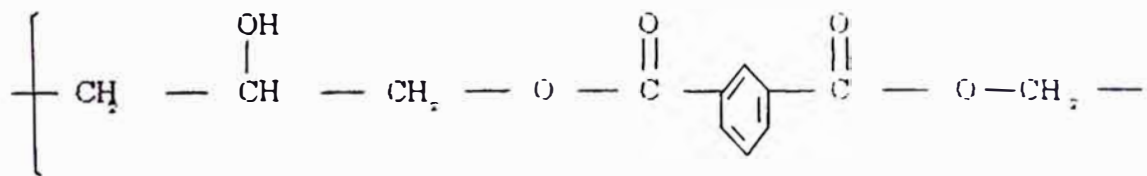
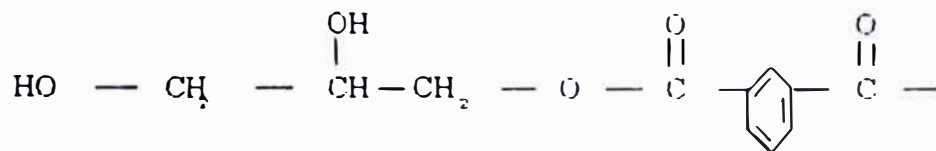
Center X	Peak Y	Name
663.04967	86.289978	663
672.93726	87.445068	673
682.28895	86.798096	682
699.05234	86.543274	699
772.89351	87.878418	773
834.39466	87.901306	834
1098.7726	83.863830	1099
1249.0514	84.489441	1249
1270.8403	86.560058	1271
1386.0537	83.062744	1386
1435.0947	83.811951	1435
1455.2173	84.068298	1455
1471.1365	86.560058	1471
1487.4523	87.942505	1487
1505.2602	86.795044	1505
1519.5365	88.560486	1519
1539.0611	88.337707	1539
1557.1113	86.872864	1557
1567.8566	88.995361	1568
1574.8678	88.928223	1575
1634.5137	85.667419	1634
1652.4421	76.577759	1652
1667.0813	75.976562	1667
1697.8891	85.404968	1698
1715.5994	82.774353	1715
1731.8224	80.960083	1732

2278.5946	92.346191	2278
2349.1896	97.181702	2349
2395.0662	92.079162	2395
2928.4756	82.431030	2928
3612.4197	90.275574	3612
3625.6271	90.240478	3626
3646.0793	89.347839	3646
3686.8129	91.127014	3687
3709.1573	91.145325	3709
3742.2477	89.781189	3742
3748.9470	89.883423	3749
3797.3153	90.893555	3797
3819.1394	90.606689	3819
3834.4878	90.638733	3834
3850.4548	89.874267	3850
3860.9248	90.885925	3861
3878.9832	90.626526	3879
3897.6667	90.887451	3898
4073.0355	91.325378	4073
4208.2642	91.447449	4208
4375.6258	91.194153	4376

4.13 RESINA ALQUIDICA

4.13.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA RESINA ALQUIDICA

Las resinas alquídicas son poliéster obtenidos de la policondensación resultante de la reacción de un alcohol polihídrico (glicerina) y ácidos polibásicos (ácido ftálico).



4.13.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina alquídica **XA-1290** (Ver Fig. y Tabla Nº 16). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, $3,500 \text{ cm}^{-1}$
- B: Alargamiento C-H aromático, $3,008 \text{ cm}^{-1}$
- C: Alargamiento C-H metileno asimétrico, $2,923 \text{ cm}^{-1}$
simétrico, $2,853 \text{ cm}^{-1}$
- D: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ del anión carboxilato
asimétrico, $1,729 \text{ cm}^{-1}$
- E: Alargamiento C-C anular, $1,460 - 1,417 \text{ cm}^{-1}$;
traslape con la vibración de flexión del CH₂
- F: Alargamiento del $\text{C}(\text{-O})_2^-$ anión carboxilato
simétrico, $1,378 \text{ cm}^{-1}$
- G: Alargamiento C-O, $1,225 - 1,000 \text{ cm}^{-1}$
- H: Flexión C-H fuera del plano, $989-967 \text{ cm}^{-1}$
- I: Flexión C-C anular fuera del plano, 727 cm^{-1}

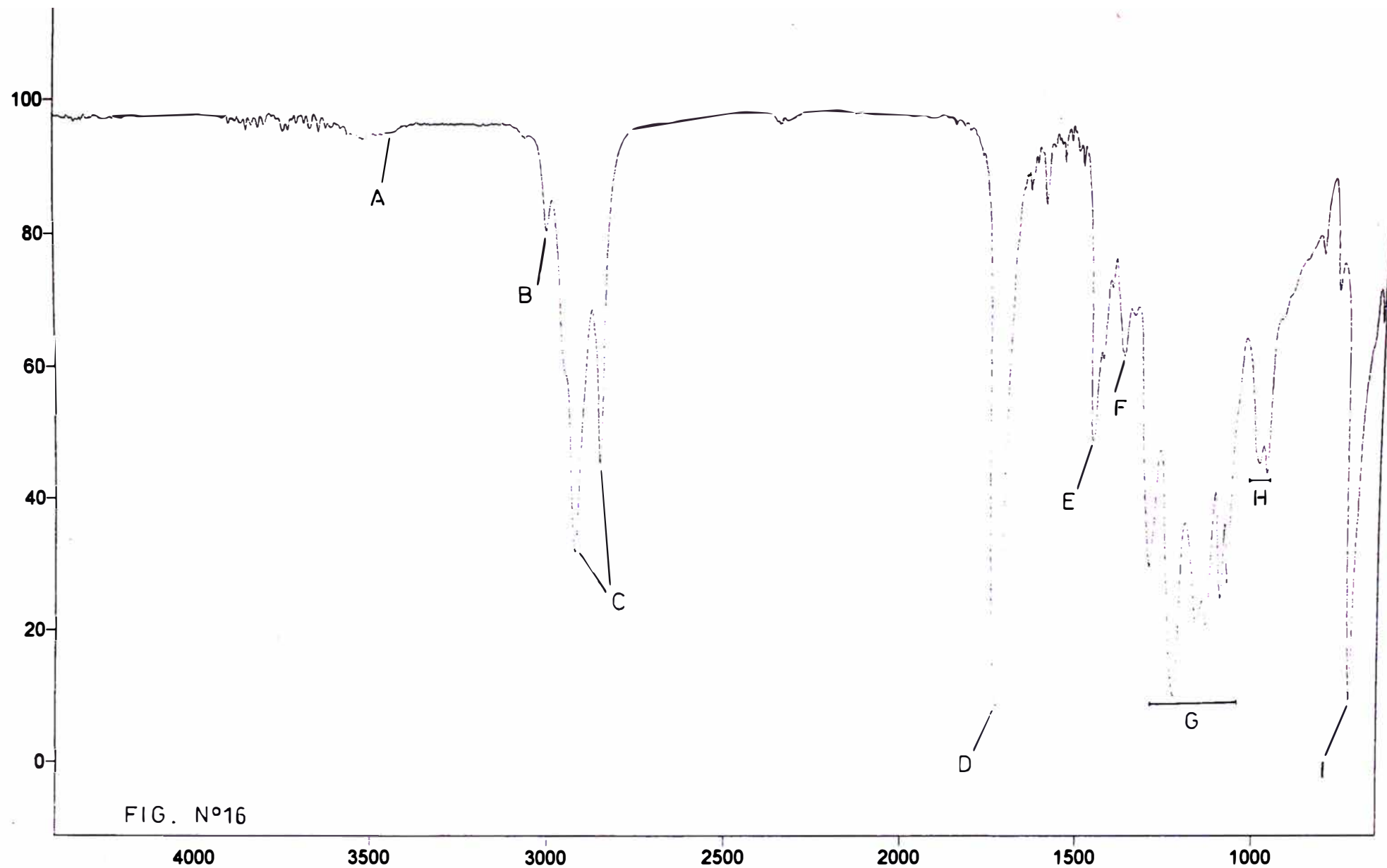


FIG. N°16

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization= Strong

File # 1 = ALQUID2

12/1/95 7:32 AM Res=4 cm-1

resina alquidica problema-xa-1290

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
655.15905	66.339111	655
727.10787	9.1964722	727
780.01558	71.041870	780
826.55760	76.414490	826
967.58823	43.554687	967
988.68657	44.972229	989
1074.5237	26.765442	1074
1095.0595	24.723816	1095
1134.7321	20.565796	1135
1162.7586	20.492554	1163
1225.1721	9.8831177	1225
1296.9310	29.496765	1297
1353.2292	67.379761	1353
1378.5337	61.235046	1378
1417.9977	71.446228	1418
1437.1444	60.832214	1437
1458.8863	48.429871	1459
1506.6327	89.636230	1507
1519.9467	91.781616	1520
1540.7395	93.270874	1541
1558.4197	90.129089	1558
1588.2960	92.440796	1588
1608.0827	83.840942	1608
1635.9636	90.019226	1636
1652.7510	86.010742	1653
1728.7579	8.4365845	1729

2852.7065
2922.8673
3007.9341
3565.1321
3627.6156
3648.0000
3672.7949
3688.5408
3710.0580
3733.8023
3748.4348
3801.4609
3817.9937
3836.4682
3852.4227
3901.0285

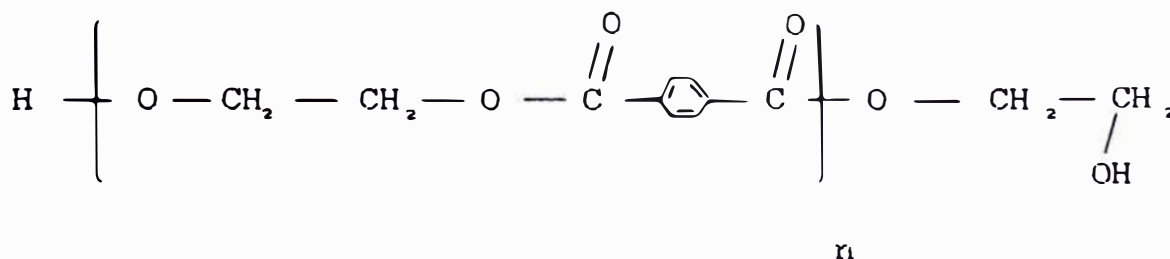
96.005249
44.949341
31.718445
80.114746
94.100952
95.460510
94.952392
95.518494
96.185303
96.163940
95.184326
95.089722
96.020508
95.631409
95.991516
95.214844
96.200561

2359
2853
2923
3008
3565
3628
3648
3673
3688
3710
3734
3748
3801
3818
3836
3852
3901

4.14 POLIETILENTEREFTALATO

4.14.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIETILENTEREFTALATO.

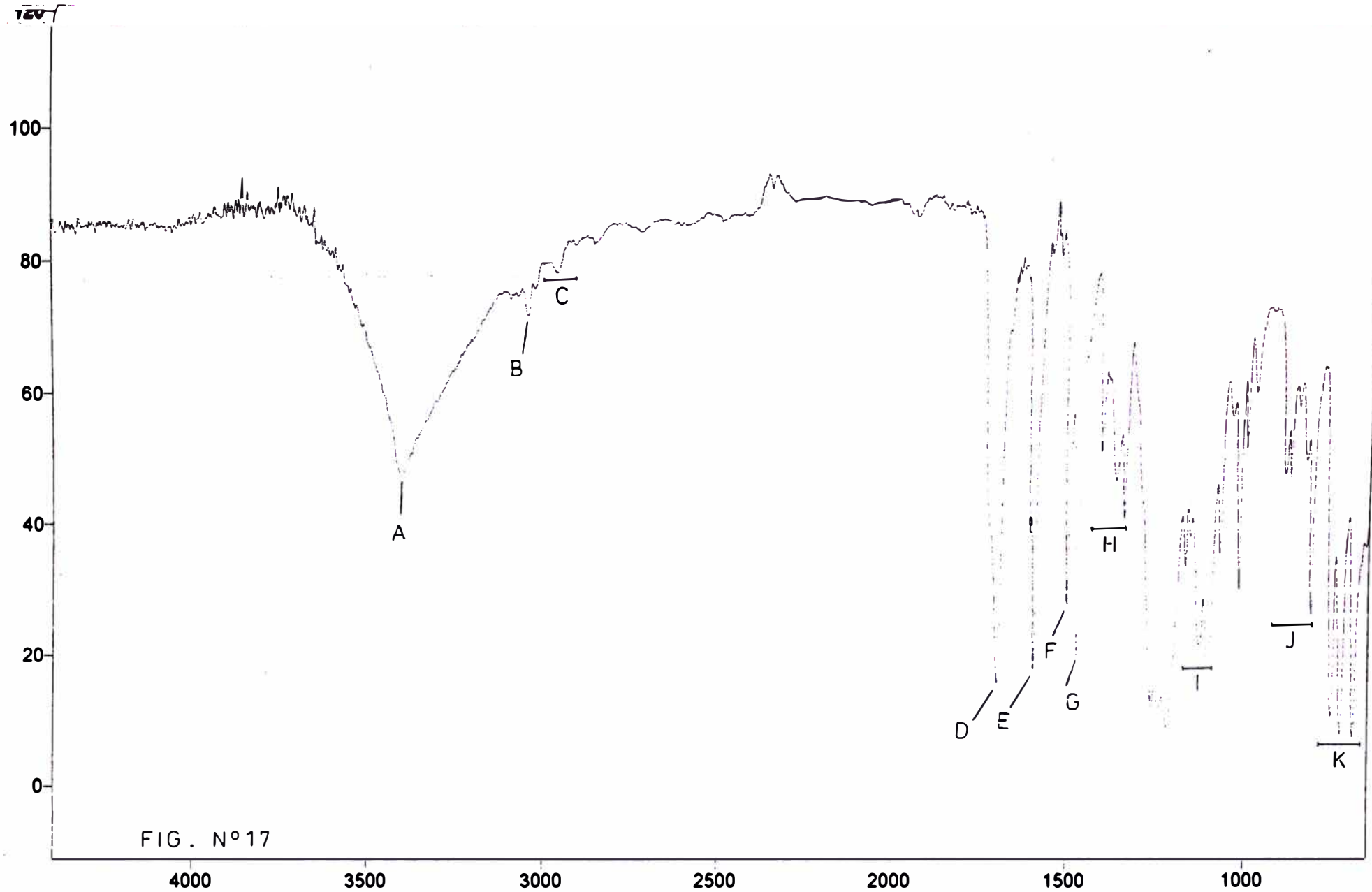
Producto que proviene de la condensación del ácido tereftálico y el glicol para dar un alto polímero de la especie de los poliésteres lineales. La estructura química es como sigue:



4.14.1.1. ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos los pellets de politereftalato de etileno (Ver Fig. y Tabla Nº 17), el cual se ha preparado disolviéndolo en fenol y obtener una película de éste polímero, los resultados son los siguientes:

- A: Alargamiento OH, enlazamiento de hidrógeno intermolecular, 3,400 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H aromático 3,045 cm^{-1}
- C: Alargamiento C-H antisimétrico y simétrico metileno, 2,960 - 2,850 cm^{-1}
- D: Alargamiento C=C ciclico, 1,697 cm^{-1}
- E: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ del anión carboxilato asimétrico, 1,593 cm^{-1}
- F: Alargamiento C-C anular, 1,499 cm^{-1}
- G: Vibración flexión del CH_2 1,470 cm^{-1}
- H: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ del anión carboxilato simétrico, 1,408 - 1,340 cm^{-1}
- I: Alargamiento C-O, 1,127-1,100 cm^{-1}
- J: Flexión C-H fuera del plano, 900-800 cm^{-1}
- K: Flexión C-C anular fuera del plano, 750-690 cm^{-1}



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

File # 1 = R3907602

POLITEREFTALATO DE ETILENO DISUELTO EN FENOL

Number of Scans= 10 Apodization=

03/12/98 10:52 AM Res=4 cm-1

Peak Report
03/12/98 10:52 AM

C:\PE1000GS\R3907602.SPC
POLITEREFTALATO DE ETILENO DISUELTO EN FENOL

TABLA N°17

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 450
Points: 1976

Center X	Peak Y	Name
451.11943	16.194153	451
463.27294	34.321594	463
469.88562	37.777710	470
480.83475	14.990234	481
488.48986	16.926575	488
492.39636	20.306396	492
500.45289	7.4645996	500
514.30914	45.150757	514
526.32191	26.205444	526
533.82959	23.690796	534
541.91898	78.221130	542
546.12551	71.922302	546
549.67264	58.573913	550
555.27201	229.35638	555
562.70051	2.9769897	563
575.13193	20.884704	575
581.97191	21.865845	582
587.38651	55.618286	587
600.97941	25.070190	601
626.58986	32.504272	626
639.02122	32.560730	639
689.44146	7.1334839	689
724.89036	7.5317383	725
751.57285	10.229492	751
811.07543	25.639343	811
827.52982	49.266052	827

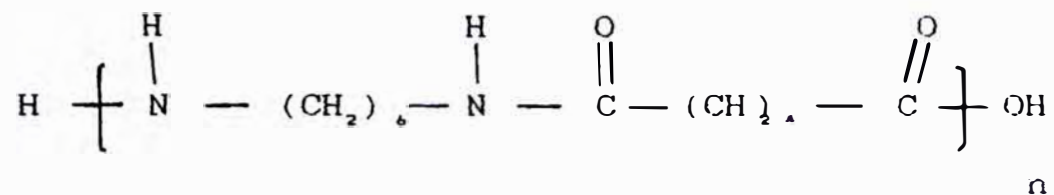
99305	47.109985	888
75.82284	59.629822	976
999.13985	51.222229	999
1016.3647	28.266907	1016
1040.5072	56.027222	1040
1070.5018	34.820557	1070
1101.4419	18.762207	1101
1127.5346	21.382141	1127
1153.5061	37.854004	1153
1166.9182	33.352661	1167
1218.8389	8.6761475	1219
1261.1102	11.918640	1261
1342.7686	40.443420	1343
1366.2203	46.385193	1366
1407.7389	50.245666	1408
1470.9747	19.682312	1471
1498.8969	27.291870	1499
1529.3832	80.281067	1529
1555.1629	80.708313	1555
1593.0685	17.422485	1593
1604.3490	38.252258	1604
1697.1867	15.336609	1697
2959.9115	77.896118	2960
3044.7930	71.405029	3045
3402.2592	47.337341	3402
3644.7402	82.139587	3645
3747.6342	86.978149	3748
3848.9595	86.436462	3849
3859.8161	86.779785	3860

4.15 POLIAMIDAS

4.15.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LA POLIAMIDA - 6,6

La poliamida-6,6 es el producto de policondensación del ácido adípico con la hexametilendiamina.

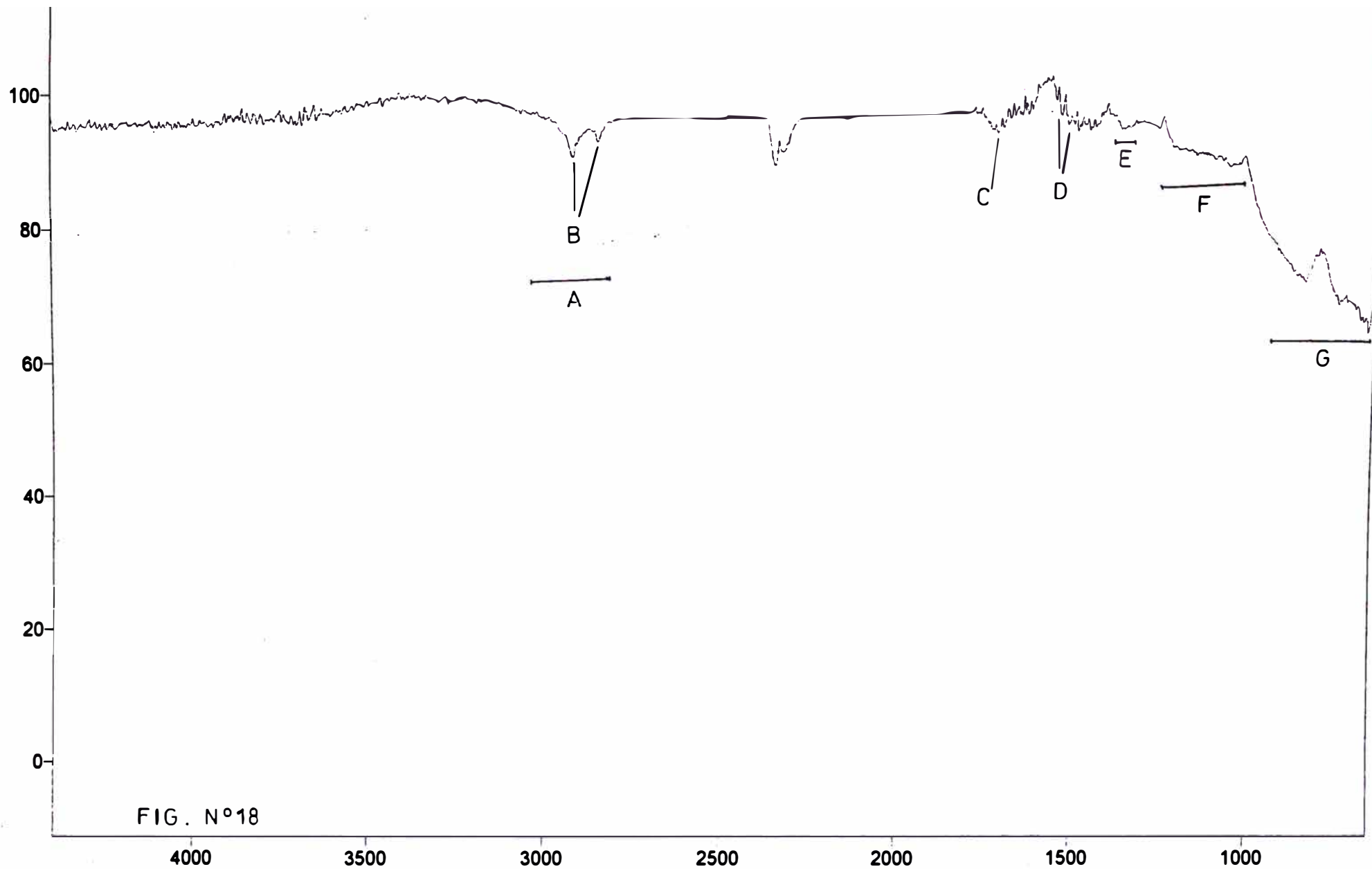
Esquemáticamente se puede representar del modo siguiente:



4.15.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la poliamida-6,6 pellets denominada **ULTRAMID A3K BLANCO 413**, la cual se ha preparado disolviéndola en fenol (Ver Fig. y Tabla Nº 18). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento N-H, amplio, 3,100-2,850 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H metileno asimétrico, 2,924 cm^{-1}
simétrico, 2,855 cm^{-1}
- C: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ anión carboxilato
asimétrico, 1,727 cm^{-1}
- D: Vibración de flexión N-H, 1,600 - 1,550 cm^{-1}
- E: Alargamiento $\text{C}(-\text{O})_2^-$ anión carboxilato
simétrico, 1,420 - 1,350 cm^{-1} ; traslape con la
vibración de flexión C-H metileno.
- F: Alargamiento C-N, 1,200 - 1,050 cm^{-1}
- G: Flexión fuera del plano N-H, 850-650 cm^{-1}



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = R3908101

04/8/98 3:25 PM Res=4 cm-1

ULTRAMID A3K BLANCO 413 - POLIAMIDA-6,6 PLETS DISUELTA EN FENOL/WT

C:\PE1000GS\R3908101.SPC

ULTRAMID A3K BLANCO 413 - POLIAMIDA-6,6 PLETS DISUELTA EN FENOL/WT

TABLA Nº18

X Units.: Wavenumber (cm-1)

Y Units.: Transmittance

Resolutn: 4 cm-1

Begin X.: 4400

Ending X: 650

Points: 1876

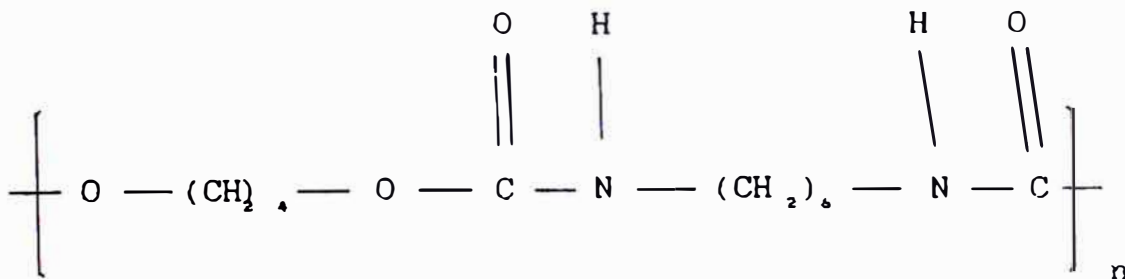
Center X	Peak Y	Name
667.11682	64.318848	667
688.70312	66.177368	689
752.60662	68.496704	753
849.86792	71.846008	850
1273.1111	94.557190	1273
1378.3821	94.519043	1378
1452.7338	94.912720	1453
1468.5792	94.363403	1468
1483.3461	95.223999	1483
1501.4783	94.203186	1501
1512.9405	95.242309	1513
1529.1545	95.129394	1529
1549.0304	96.591186	1549
1563.7778	98.706055	1564
1631.4868	97.396850	1631
1642.4844	96.726990	1642
1650.1437	97.132873	1650
1659.0727	96.575928	1659
1679.0992	96.534729	1679
1691.6000	95.983887	1691
1711.1505	94.628906	1711
1727.5513	93.832397	1727
2334.1800	91.262817	2334
2358.7119	89.230347	2359
2855.5526	92.788696	2855
2923.7000	90.530396	2924

3275.9479	98.512378	3278
3458.8927	98.075867	3459
3643.0094	95.944214	3643
3665.1847	96.041870	3665
3682.8371	95.306396	3683
3698.5793	95.390320	3698
3719.6000	95.602417	3719
3740.9821	95.883179	3741
3791.9697	95.465088	3792
3810.8343	95.616150	3811
3829.2024	95.611572	3829
3845.6289	95.739746	3846
3860.9802	96.160889	3861
3897.1739	95.834350	3897
3914.3860	95.474243	3914
4051.9619	94.587707	4052
4239.2752	94.717407	4239
4253.4461	94.548035	4253
4283.7743	95.050049	4284
4326.8442	94.474792	4327

4.16 POLIURETANO

4.16.1 ESTRUCTURA QUIMICA DEL POLIURETANO

Con el nombre de poliuretanos se conoce a los productos de poliadición de isocianatos polifuncionales con compuestos polihidroxilados. Se caracterizan por tener el grupo uretano (carbamato) $-NHCOO-$. Esquemáticamente se representan del modo siguiente:



4.16.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la resina poliuretano líquida denominada ADIPRENE L 325, (Ver Fig. y Tabla Nº 19). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento N-H, enlazamiento hidrógeno
asimétrico, 3,294 cm^{-1}
simétrico, 3,120 cm^{-1}
- B: Alargamiento C-H metileno asimétrico, 2,935 cm^{-1}
simétrico, 2,855 cm^{-1}
- C: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ anión carboxilato
asimétrico, 1,731 cm^{-1}
- D: Vibración de flexión N-H, 1,617 - 1,535 cm^{-1}
- E: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ anión carboxilato
simétrico, 1,447 - 1,368 cm^{-1} ; traslape con la
vibración de flexión C-H metileno.
- F: Alargamiento C-N, 1,220 - 1,110 cm^{-1}
- G: Flexión fuera del plano N-H, 767 cm^{-1}

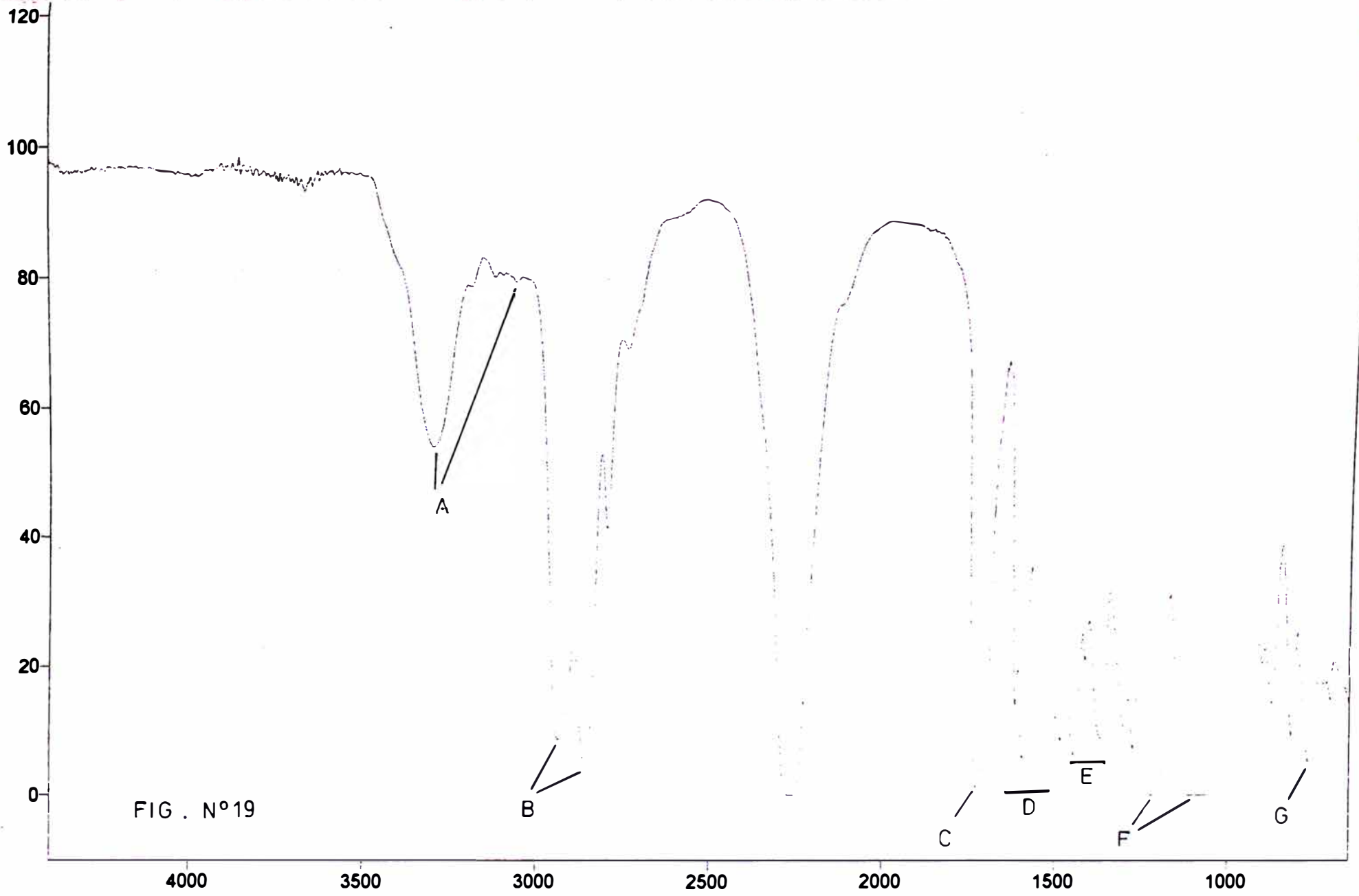


FIG . N°19

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = POLIUR1

07/24/98 11:37 AM Res=4 cm-1

RESINA POLIURETANO LIQUIDO-ADIPRENE L 325/USA/WT

C:\PE1000GS\POLIUR1.SPC
RESINA POLIURETANO LIQUIDO-ADIPRENE L 325/USA/WT

TABLA N°19

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

Center X	Peak Y	Name
704.72007	14.773559	705
767.57709	4.9453735	767
816.87879	9.2330933	817
873.12022	14.248657	873
901.64286	20.385742	902
996.13513	3.8452148	996
1110.2500	.01678467	1110
1222.2692	.00915527	1222
1275.7932	7.1029663	1276
1304.1436	10.633850	1304
1368.3913	8.8485718	1368
1414.5531	20.843506	1414
1446.9694	6.2957764	1447
1484.8517	8.4671020	1485
1534.6250	1.6082764	1535
1595.5945	5.6838989	1595
1617.3650	13.687134	1617
1731.1056	1.2603760	1731
2258.0435	.02441406	2258
2738.5658	68.893433	2738
2795.7170	41.139221	2796
2854.9428	4.1244507	2855
2934.8348	8.6395264	2935
3119.9333	79.994202	3120
3187.2143	78.582764	3187
3294.5652	53.952026	3294

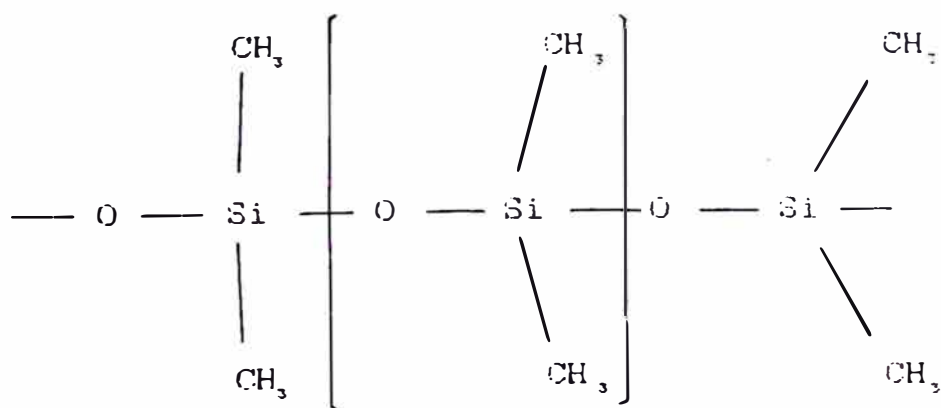
3625.1411	94.667053	3625
3645.1619	93.777466	3645
3666.4000	93.083191	3666
3685.3145	93.945312	3685
3730.6314	94.529724	3731
3740.8831	94.613647	3741
3813.5000	95.591736	3813
3849.0023	95.741272	3849
3860.8638	96.264648	3861

4.17. SILICONAS

4.17.1 ESTRUCTURA QUIMICA DE LAS SILICONAS

Las siliconas (polisiloxanos) se definen como productos de policondensación, de constitución química no definida, que se caracterizan por presentar en su molécula grupos orgánicos, carbonados (alquílicos, arílicos, etc), unidos directamente a átomos de silicio mediante enlaces silicio-carbono, y porque en su molécula contienen más de un enlace -Si - O - Si.

La estructura de un polidimetilsiloxano se representa en el esquema siguiente:



4.17.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos un aceite de silicona de marca TOYOTA (Ver Fig. y Tabla Nº 20). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento C-H metilo asimétrica, $2,961\text{ cm}^{-1}$
simétrica, $2,904\text{ cm}^{-1}$
- B: Flexión Si-CH₃, asimétrica, $1,411\text{ cm}^{-1}$
simétrica, $1,260-1255\text{ cm}^{-1}$
- C: Alargamiento Si-O-Si, $1,099 - 986\text{ cm}^{-1}$

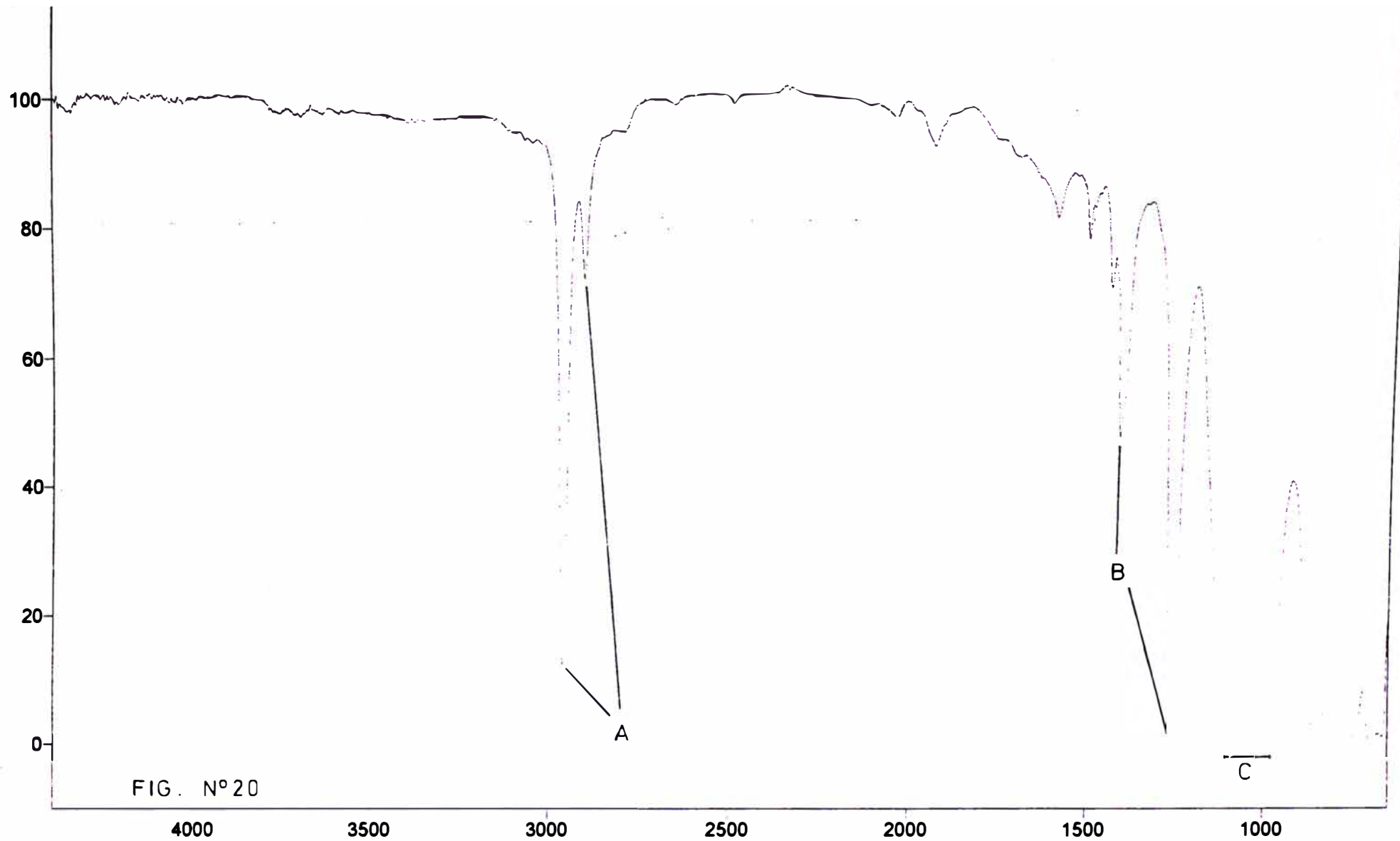


FIG. Nº 20

Transmittance / Wavenumber (cm-1)

Number of Scans= 10 Apodization=

File # 1 = SILICO1

02/10/97 12:52 PM Res=4 cm-1

aceite de silicona-toyota

12:52 PM

C:\PE1000GS\SILICO1.SPC
aceite de silicona-toyota

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

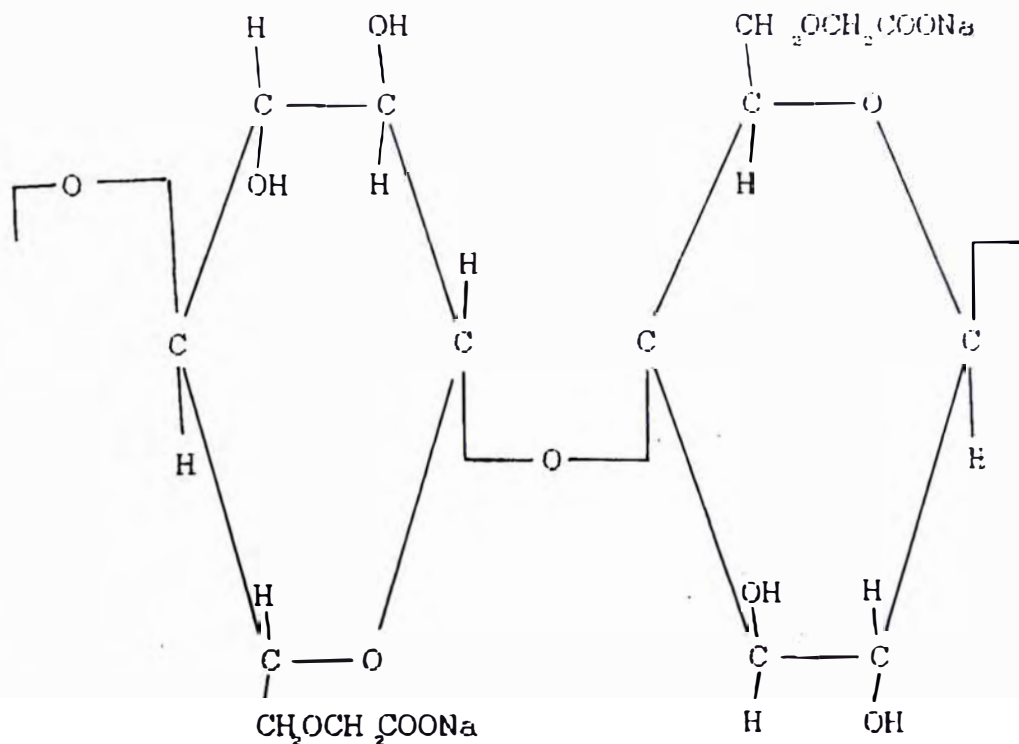
TABLA N° 20

Center X	Peak Y	Name
663.21898	.97045898	663
701.05189	.36315918	701
816.22727	.24566650	816
863.54918	2.8472900	863
986.41667	.14038086	986
1099.0571	.04425049	1099
1254.6575	.09155273	1255
1260.4648	.10528564	1260
1411.5125	47.418213	1411
1444.8706	70.469665	1445
1510.0966	77.980041	1510
1600.0859	81.330871	1600
1944.5294	92.427063	1944
2052.9259	96.609497	2053
2499.5462	98.855591	2499
2660.5143	98.774719	2660
2904.4966	72.021484	2904
2961.3175	12.135315	2961
4029.5458	98.999023	4029
4383.7065	98.538208	4384

4.18 CARBOXIMETILCELULOSA

4.18.1 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LA CARBOXIMETILCELULOSA

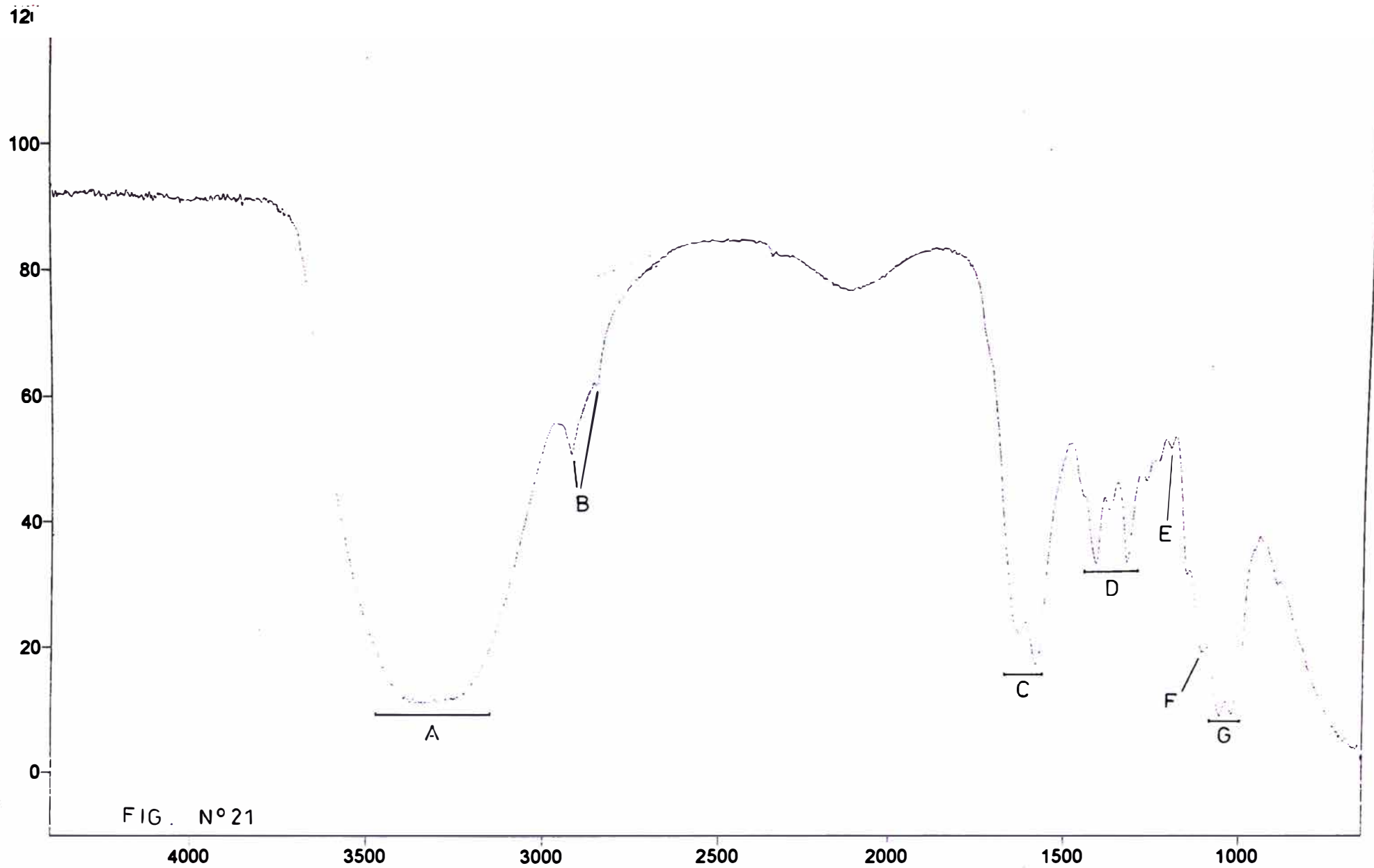
Es la sal sódica de un éster policarboximetílico de la celulosa obtenido por acción del monocloroacetato sódico sobre la celulosa alcalinizada. Esquemáticamente se representa del modo siguiente:



4.18.1.1 ESTUDIO DEL ESPECTRO FT-IR

Estudiaremos la carboximetilcelulosa en polvo, la cual ha sido compactada con agua (Ver Fig. y Tabla Nº 21). La interpretación del espectro es la siguiente:

- A: Alargamiento OH, amplio, $3,395 \text{ cm}^{-1}$, traslape con el OH del agua
- B: Alargamiento C-H, cíclico asimétrico, $2,924 \text{ cm}^{-1}$
simétrico, $2,856 \text{ cm}^{-1}$
- C: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ del anión carboxilato asimétrico, $1,635 - 1,581 \text{ cm}^{-1}$,
- D: Alargamiento $\text{C}(\text{-O})_2^-$ del anión carboxilato simétrico, $1,412 - 1,320 \text{ cm}^{-1}$; traslape con la vibración de flexión OH y flexión C-H cíclico
- E: Alargamiento C-O-C asimétrico, $1,203 \text{ cm}^{-1}$
- F: Alargamiento C-O, $1,108 \text{ cm}^{-1}$
- G: Alargamiento C-O-C simétrico, $1,056 - 1,023 \text{ cm}^{-1}$



Transmittance / Wavenumber (cm-1)

File # 1 = R3912311

CARBOXIMETILCELULOSA EN POLVO COMPACTADA CON AGUA/COLOMBIA/WT

Number of Scans= 10 Apodization=

04/8/98 2:51 PM Res=4 cm-1

Peak Report
04/8/98 2:51 PM

C:\PE1000GS\R3912311.SPC
CARBOXIMETILCELULOSA EN POLVO COMPACTADA CON AGUA/COLOMBIA/WT

X Units.: Wavenumber (cm-1)
Y Units.: Transmittance
Resolutn: 4 cm-1
Begin X.: 4400
Ending X: 650
Points: 1876

TABLA N° 21

Center X	Peak Y	Name
893.70548	29.809570	894
1023.5462	9.2132568	1023
1056.3409	8.8623047	1056
1107.7941	19.142151	1108
1151.3600	31.474304	1151
1203.1164	51.538086	1203
1269.7712	46.315002	1270
1323.9586	33.363342	1324
1374.2581	41.935730	1374
1412.8912	33.274841	1413
1581.5208	17.166138	1581
1634.6111	22.300720	1635
2356.5472	81.895447	2356
2855.7000	61.717224	2856
2924.4880	50.578308	2924
3395.0524	11.775207	3395
3850.1447	90.022278	3850
3897.6699	90.830994	3898
4105.4684	90.614319	4105
4271.1381	91.688537	4271

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una adecuada preparación de las muestras nos permitirá obtener espectros con bandas bien definidas, que permitan el estudio de cada constituyente del polimero analizado.

- El análisis e identificación de los polimeros implica asignarle una codificación denominada **CLASIFICACION ARANCELARIA**, la cual nos indicará cuanto pagará el importador en Derechos e Impuestos por importar este producto al País.

- El presente informe puede ser el punto de partida para realizar un estudio mas específico sobre un determinado tipo de polimero.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- IDENTIFICACIÓN ESPECTROMÉTRICA DE COMPUESTOS ORGANICOS.
SILVERSTEIN / BASSLER / MORRIL
PRIMERA EDICION - 1980
EDITORIAL DIANA - MEXICO

- 2.- ANALISIS INSTRUMENTAL
SKOOG / WEST
SEGUNDA EDICION - 1989
MC. GRAW- HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A.
DE C.V.

- 3.- QUIMICA ORGANICA
PINE / HENDRICKSON
SEGUNDA EDICION EN ESPAÑOL - 1988
MC. GRAW- HILL / INTERAMERICANA DE MEXICO, S.A.
DE C.V.

- 4.- POLYMER TYPES AND STRUCTURES
LEON FARBER
VOLUME 6 - NUMBER 2 - APRIL 1984
CUSTOMS LABORATORY BULLETIN
BRUSSELS - BELGIUM

- 5.- PREPARATION OF POLYMER SAMPLES FOR QUALITATIVE ANALYSIS
NABIL A. BIBAWY

VOLUME 6 - NUMBER 4 - OCTOBER 1994

CUSTOMS LABORATORY BULLETIN

BRUSSELS - BELGIUM

- 6.- INTRODUCCION AL ANALISIS QUIMICO DE LOS
PLASTICOS
KRAUSE / LANGE
PRIMERA EDICION ESPAÑOLA - 1970
EDITORIAL BLUME

- 7.- BIBLIOTECA DEL INGENIERO QUIMICO
PERRY/CHILTON
SEGUNDA EDICION ESPAÑOL - 1990
MC. GRAW- HILL DE MEXICO, S.A. DE C.V.

- 8.- ENGINEERING PLASTICS & COMPOSITES
JOHN C. BITTENCE
ASM INTERNATIONAL -USA - 1990

- 9.- ENGINEERING PLASTICS
ENGINEERED MATERIALS HANDBOOK
VOLUME 2 - FIRST PRINTING
ASM INTERNATIONAL - USA - 1988

- 10.- INDICE DE CRITERIOS DE CLASIFICACION
ARANCELARIA
MADRID -ESPAÑA -1967
DIRECCION GENERAL DE ADUANAS

ANEXO

A1 FUNDAMENTOS TÉCNICOS SOBRE LA ESPECTROFOTOMETRIA INFRARROJA

Una molécula orgánica absorbe la radiación infrarroja en la gama de aproximadamente 10.000-100 cm^{-1} (1-100 μm) y la convierte en energía de vibración molecular, esa absorción se cuantifica, el espectro de vibración aparece como bandas y no como líneas, debido a que un cambio de energía vibracional simple va acompañado de varios cambios de energía rotacional. Son estas bandas de energía vibracional - rotacional, particularmente las que se presentan entre 4,000 cm^{-1} y 600 cm^{-1} (2.5-15.0 μm), las que son de nuestro interés. La frecuencia o la longitud de onda de la absorción depende de las masas relativas de los átomos, las constantes de fuerza de los enlaces y la geometría de los átomos.

Las posiciones de banda en los espectros infrarrojos se presentan ya sean como longitudes o números de onda, la micra ($\mu = 10^{-6}$ metros), se ha utilizado

comúnmente desde hace mucho tiempo como unidad para la longitud de onda λ en la espectrometría infrarroja, pero recientemente el término micra ha sido sustituido por el micrómetro ($\mu\text{m} = 10^{-6}$ metros); actualmente se utiliza la unidad de número de onda (cm^{-1}), pues es directamente proporcional a la energía y porque muchos de los nuevos espectrofotómetros sofisticados son lineales en la escala de cm^{-1} . Las unidades se encuentran relacionadas del modo siguiente:

$$\text{cm}^{-1} = \frac{1}{\mu\text{m}} \times 10^4$$

Las absorciones específicas y los intervalos de absorción se indicarán en cm^{-1} , adjuntando los datos de μm correspondientes (normalmente entre paréntesis).

Las intensidades de banda se expresan ya sea como transmitancia (T) o como absorvancia (A). La transmitancia es la relación entre la potencia

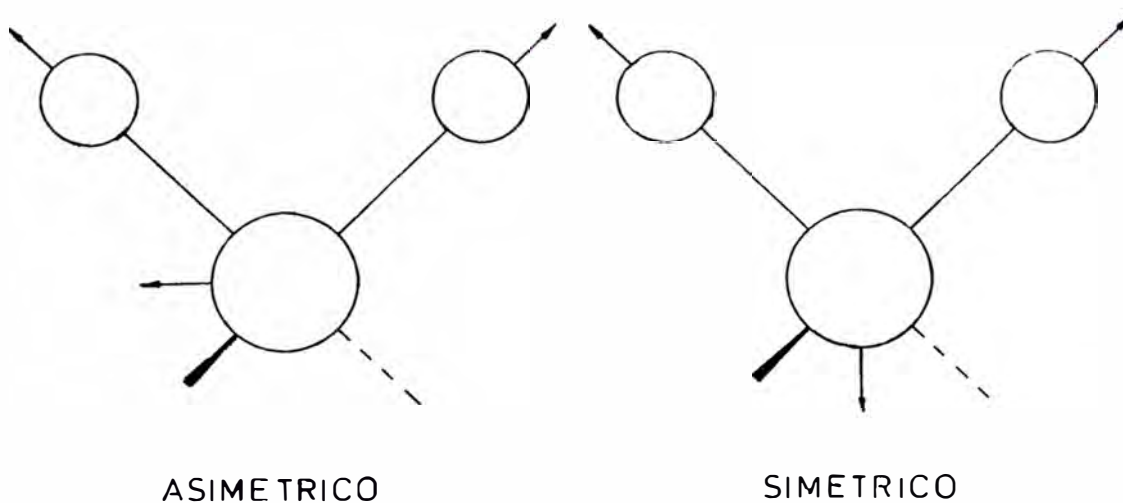
radiante transmitida por la muestra y la potencia radiante incidente de la muestra; la absorvancia es el logaritmo, de base 10, de la recíproca de la transmitancia; $A = \log_{10}(1/T)$.

Existen dos tipos de vibraciones moleculares: alargamiento y flexión. Una vibración de alargamiento representa un movimiento rítmico a lo largo del eje de enlace de tal modo que la distancia interatómica aumenta o disminuye. La vibración de flexión puede consistir en un cambio en los ángulos de enlace entre los enlaces con un átomo común, o el movimiento de grupo de átomos con respecto al restante de la molécula sin que se tenga el movimiento de los átomos en el grupo con respecto al otro. Por ejemplo las vibraciones de torsión y oscilación implican un cambio en los ángulos de enlace con referencia a un conjunto de coordenadas establecidas arbitrariamente dentro de la molécula (Ver Fig. Nº 22).

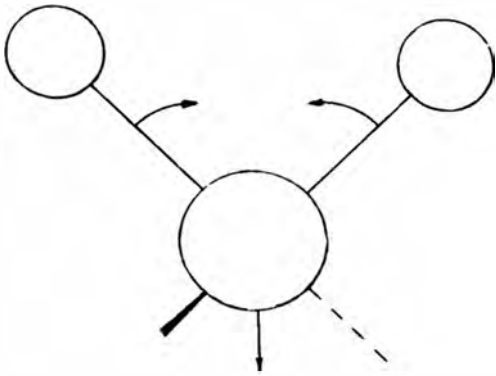
Las vibraciones que se observan en el infrarrojo son solo las que dan por resultado un cambio rítmico del momento dipolar de la molécula. El campo eléctrico alternante, producido por la distribución de carga cambiante que acompaña a una vibración, acopla la vibración molecular con el campo eléctrico oscilante de la radiación electromagnética.

Fig N^o 22.- EJEMPLO DE VIBRACIONES MOLECULARES DEL GRUPO CH₂ (⊙ y ⊙ indican movimiento perpendicular con respecto al plano de la página).

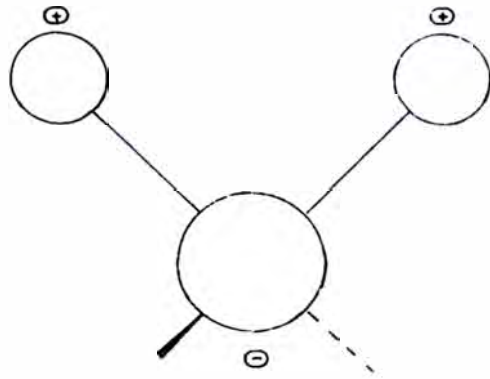
VIBRACIONES DE ALARGAMIENTO



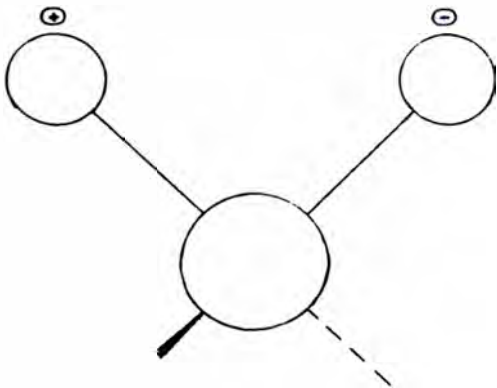
VIBRACIONES DE FLEXION



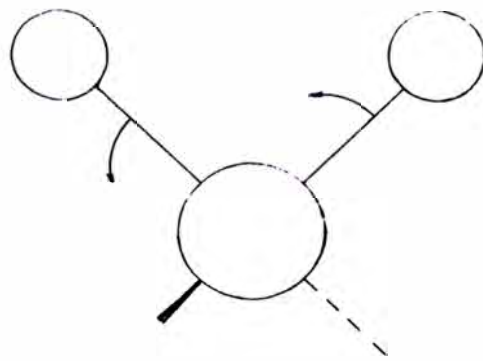
EN TIJERA



EN ABANICO



TORCIMIENTO



OSCILACION

No existen reglas rígidas para la interpretación de un espectro infrarrojo. Sin embargo, hay ciertos requisitos que deben satisfacerse antes de intentar la interpretación de un espectro.

- 1.- El espectro debe estar resuelto adecuadamente y tener un intensidad apropiada.
- 2.- El espectro debe corresponder a un compuesto razonablemente puro.
- 3.- El espectrofotómetro debe calibrarse de modo que las bandas se observen a las frecuencias o longitudes de onda adecuadas. La calibración apropiada puede realizarse mediante estándares confiables, tal como una película de poliestireno o poliéster.
- 4.- Debe especificarse el método de manejo de la muestra. Cuando se usa un solvente, debe indicarse el solvente y su concentración.

No es posible el tratamiento preciso de las vibraciones de una molécula compleja; siendo así, el espectro infrarrojo debe interpretarse mediante la comparación empírica de los espectros y la extrapolación de estudios de moléculas más simples.

A2 GLOSARIO DE TERMINOS

1.- CLASIFICACION ARANCELARIA.-

Codificación de mercancías, basada en una nomenclatura, que es el Sistema Armonizado.

2.- COPOLIMERO.-

Polímero obtenido por la polimerización simultánea de dos o más monómeros.

3.- CRISTALINIDAD.-

Se refiere a moléculas que son químicamente y geométricamente regulares en su estructura (estereorregularidad), que forman el polímero.

4.- CURADO.-

Cambio de fase de líquido a sólido (secado), en los polímeros.

5.- GRADO DE POLIMERIZACION (n).-

Número de unidades de monómero por molécula media de polímero.

6.- HOMOPOLIMERIZACION.-

Polimerización realizada con un solo monómero.

7.- ISOMEROS.-

Moléculas que contienen el mismo número y clase de átomos, pero difieren en su estructura.

8.- LATEX.-

Emulsión acuosa en la que el caucho sintético o natural o alguna sustancia, íntimamente relacionada con los mismos, o materia similar, es la sustancia dispersada.

9.- MERCANCIAS.-

Bienes que pueden ser objeto de transacciones comerciales (compra - venta).

10.- MONOMERO.-

Molécula o compuesto que suele contener carbono, y de relativamente bajo peso molecular y estructura sencilla, susceptible de convertirse en polímeros, mediante combinación, consigo misma o con otros compuestos o moléculas similares.

11.- NUGOL.-

Aceite de petróleo de alto punto de ebullición, utilizado como agente de molienda.

12. PELLETS.-

Forma de presentación a la venta de los polimeros, esta puede ser granular o tubular.

13.- POLIADICION.-

Polimerización realizada por la adición o combinación directa de las moléculas monómeras entre sí, sin formación de subproductos.

14.- POLICONDENSACION.-

Polimerización realizada a partir de dos monómeros que reaccionan, obteniéndose como subproducto el agua.

15.- POLIMERO.-

Denominado también plástico, resina o macromolécula esta formado, por la repitición de una o varias unidades orgánicas denominadas monómeros, que le confieren un alto peso molecular.

16. TERPOLIMERO.-

Copolímero formado por la combinación de tres monómeros.