ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

"ANALISIS DEL PROCESO DE FABRICACION Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TUBERIA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD"

TESIS DE GRADO
Previa a la obtención del Título de

INGENIERO MECANICO

Presentada por:

JAIME BERNAL PINOS

GUAYAQUIL - ECUADOR
1985

AGRADECIMIENTO

A Dios, mis Padres, y mi Familia.

A la ESPOL, al personal docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, especialmente a mi Director de Tesis: Ing. Marcelo Espinosa L., por los conocimientos adquiridos de ellos.

A todas las personas que me ayudaron en la elaboración de esta Tesis.

DEDICATORIA

Esta Tesis y culminación de una meta propuesta es dedicada:

- A mis Padres: Juan y Regina
- Hermanos: Elena, Marcia, Fresia, Aureo, Ruth, Magali, Mirtha y Sonia.
- Mi esposa: Nubia
- Hijos: Jaime y Diana.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

JAIME BERNAL PINOS

ING. EDUARDO ORCES PAREJA
DECANO
FACULTAD INGENIERIA MECANICA

ING. MARCELO ESPINOSA L.
DIRECTOR DE TESIS

ING. MANUEL HELGUERO GONZALEZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. EDMUNDO VILLACIS MOYANO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN

El presente estudio está dirigido a proporcionar ciertos conocimientos referentes a los plásticos: clasificación, parámetros y especificaciones técnicas. Una descripción del proceso de fabricación de tuberías de Polietileno de baja densidad, sus ventajas y sus aplicaciones más comunes. Además se hace un análisis cualitativo y cuantitativo de la materia prima que interviene en la fabricación de la tubería, ésto es, se trata de encontrar el porcentaje óptimo de sus componentes (Resina virgen y Reprocesado) que interviene en el proceso de fabricación, para que la tubería cumpla con las normas ANSI/ASTM con un bajo costo de producción.

Considerándose que hasta el momento el INEN no ha establecido normas a satisfacer por los fabricantes de tuberías de polietileno de baja densidad, las cuales son consumidas en nuestro país en grandes cantidades, especialmente en la Agricultura, es que se ha desarrollado el presente estudio, el mismo que podría servir como una pauta de trabajo para el INEN.

Por último, se pone a consideración de la industria una carta de Control de Calidad y recomendaciones para el mejoramiento del proceso de fabricación.

INDICE GENERAL

PAG.

RESUMEN VI

INDICE GENERAL VII

INDICE DE FIGURAS XI

INDICE DE TABLAS XIV

INTRODUCCION 17

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Plásticos 18

1.1.1. Plásticos Sintéticos y Clasificación 20

1.1.2. Fabricación 25

1.1.3. Polímeros y Polimerización 27

1.2. Polietileno 33

1.2.1. Aspecto, tamaño y peso molecular de las cadenas 35

1.2.2. Ramificaciones de la cadena y efectos 35

1.2.3. Encadenamientos cruzados y su relación con la oxidación 36

1.2.4. Orden y desorden en la masa de polietileno 38

1.2.5. Fabricación 39

1.3. Clasificación del POlietileno y Propiedades 41

1.3.1. Clasificación de acuerdo a su densidad 41

1.3.2. Propiedades Físicas y moleculares básicas 43

CAPITULO II

PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIAS

2.1. Descripción 50

2.1.1. Extrusora y Dosificadora 52

2.1.2. Cámara de vacío 58

2.1.3. Cámara de enfriamiento 60

2.1.4. Tirador 61

2.2. Materia Prima 64

2.2.1. Resina virgen 64

2.2.2. Reprocesado 66

2.2.3. Pigmento 67

2.3. Parámetros Técnicos 68

2.4. Suministros Básicos 70

2.5. Cuidados y Seguridad 72

CAPITULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1. Banco de Pruebas y Pruebas 75

3.2. Análisis de los parámetros técnicos en función del porcentaje de resina virgen utilizando el proceso para diferentes diámetros nominales: 1/2" - 1" - 2" - 3" - 4". 79

3.2.1. Prueba de Tiempo Corto: "Presión de Ruptura" 80

3.2.2. Prueba de Tiempo Largo: "Presión Sostenida" 83

3.3. Analisis de Resultados Experimentales 85

3.3.1. Determinación del porcentaje óptimo de resina virgen que cumpla con las normas ANSI/ASTM. 86

3.3.2. Determinación de curvas de pérdidas de presión para diferentes diámetros de tubería 1/2"- 1", 2" - 3" - 4" 115

CAPITULO IV

CONTROL DE CALIDAD

4.1. Descripción..... 122

4.2. Funciones del Departamento de Control de Calidad 123

4.2.1. Funciones Generales 123

4.2.2. Funciones Específicas 126

4.2.3. Comité de Gestión de Calidad 133

4.3. Normalización 134

4.4. Carta de Control de Calidad 138

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

5.1. El Costo: Generalidades 142

5.1.1. Materiales 142

5.1.2. Mano de obra 145

5.1.3. Gastos de Fabricación 148

5.2. Clasificación del Costo 152

5.2.1. Costos Fijos 152

5.2.2. Costos Variables 153

5.2.3. Costos Totales 153

5.3. Depreciaciones 153

5.4. Costos de Producción 155

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 158

APENDICES 162

ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA 240

BIBLIOGRAFIA 243

INDICE DE FIGURAS

Nº		PAG.
1	Polimerización ----------	31
2	Fabricación de Polietileno ----------	40
3	a) Partes constitutivas de una extrusora ----------	52
	b) Partes de un tornillo extrusor ----------	52
4	Dosificador de materia prima ----------	57
5	Dado (Macho-Hembra) ----------	58
6	a) Cámara diferencial - cabezal ----------	59
	b) Cámara diferencial y enfriamiento ----------	60
7	Tirador ----------	63
8	Embobinador ----------	63
9	Diagrama "Prueba de Tiempo Corto" ----------	75
10	Banco de Pruebas "Prueba Tiempo Corto" ----------	76
11	Diagrama "Prueba de Tiempo Largo" ----------	77
12	Banco de Pruebas "Prueba Tiempo Largo" ----------	78
13	Curva: % Materia Prima Virgen Vs. Presión de Ruptura, Diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.) ----	90
14	Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. esfuerzo circunferencial, diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.) .----------	91
15	Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. presión de Ruptura, Diámetro Nominal 25 mm. (1 pulg.). ----------	95
16	Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. esfuerzo circunferencial, diámetro nominal 25 mm. (1 pulg.) ----------	96

17 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. presión de ruptura, diámetro nominal 50 mm. (2 pulg.) ---------- 101

18 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. esfuerzo circunferencial; diámetro nominal 50 mm. (2 pulg.) ---------- 102

19 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. Presión de Ruptura, diámetro nominal 75 mm. (3 pulg.) ---------- 107

20 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. esfuerzo circunferencial, diámetro nominal 75 mm. (3 pulg.) ---------- 108

21 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. Presión de Ruptura, diámetro nominal 100 mm. (4 pulg.) ---------- 113

22 Curva: % de Materia Prima Virgen Vs. esfuerzo circunferencial, diámetro nominal 100 mm. (4 pulg.) ---------- 114

23 Diagrama: Caída de Presión por Fricción. ---------- 118

24 Fotografía: Caída de Presión por Fricción. ---------- 119

25 Curva comparativa: Caudal Vs. Pérdida de Presión por Fricción, para tuberías: Acero galvanizado y polietileno, (PELD), Diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.) ---------- 228

26 Curva comparativa:Caudal Vs. Pérdida de Presión por Fricción, para tuberías: Acero galvanizado y polietileno (PELD), diámetro nominal 25 mm. (1 pulg.). ---------- 229

27 Curva comparativa: Caudal Vs. Pérdida de Presión por Fricción, para tuberías: Acero galvanizado y polietileno (PELD), diámetro nominal 50 mm. (2 pulg.) ---------- 230

28 Curva comparativa: Caudal Vs. pérdida de presión por fricción, para tuberías: Acero galvanizado y polietileno (PELD), diámetro nominal 75 mm. (3 pulg.)---------- 231

29 Curva comparativa: Caudal Vs. Pérdida de Presión por fricción, para tuberías: Acero galvanizado y polietileno (PELD), diámetro nominal 100 mm. (4 pulg.) ---------- 232

INDICE DE TABLAS

Nº		PAG.
I	Comparación de Propiedades más importantes entre Resinas de diferentes densidades.	42
II	Comparación de Propiedades Físicas y moleculares básicas.	45
III	Propiedades de Resina de Polietileno de Grado P14.	66
IV	Diámetros mínimos para embobinado.	74
V	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo Corto, Diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.).	88
VI	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo Corto, Diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.).	89
VII	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo corto., Diámetro nominal 25 mm (1 pulg.)	93
VIII	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo corto, Diámetro nominal 25 mm. (1 pulg.).	94
IX	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo corto, Diámetro nominal: 50 mm (2 pulg.)	99
X	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo corto, Diámetro nominal: 50 mm. (2 pulg.)	100

XI	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo Corto, Diámetro nominal: 75 mm. (3 pulg.)	105
XII	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo Corto, Diámetro Nominal: 75 mm. (3 pulg.)	106
XIII	Análisis de Resulatdos: Prueba de Tiempo corto, Diámetro Nominal: 100 mm (4 pulg.)	111
XIV	Análisis de Resultados: Prueba de Tiempo corto, Diámetro nominal: 100 mm. (4 pulg.)	112
XV	Prueba: Caída de Presión por Fricción: Lecturas experimentales obtenidas.	119
XVI	Prueba: Caída de Presión por Fricción. Comparación de Pérdidas de cabezales: Experimental y Analítico.	120
XVII	Caída de Presión a través de tubería de polietileno, diámetro nominal: 13 mm. (1/2 pulg.)	226
XVIII	Caída de Presión a través de tuberías de polietileno, diámetro nominal: 25 mm. (1 pulg.)	226
XIX	Caída de Presión a través de tuberías de polietileno, diámetro nominal 50 mm (2 pulg.)	226
XX	Caída de Presión a través de tuberías de polietileno, Diámetro nominal 75 mm. (3 pulg.)	227
XXI	Caída de Presión a través de tuberías de polietileno, diámetro nominal: 100 mm. (4 pulg.)	227

XXII	Norma: Diámetros Interno y Tolerancias de Tuberías Plásticas de polietileno de baja densidad (PELD) cédula 40. ----------	135
XXIII	Norma: Espesores de pared y tolerancias de tuberías plásticas de polietileno de baja densidad (PELD) cédula 40. ----------	136
XXIV	Norma: Prueba de Ruptura para Tuberías plásticas de polietileno PE1404 Cédula 40 a 23°C. ----------	137
XXV	Norma: Prueba de Presión sostenida para tuberías plásticas de polietileno PE1404 Cédula 40 a 23°C (1000 Hr.). ----------	137
XXVI	Control de Calidad: Formato de Control. ----------	140
XXVII	Control de Calidad: Reporte de Novedades. ----------	141
XXVIII	Análisis Económico: Costos de Materia Prima. ----------	143
XXIX	Análisis Económico: Comparación de Costos de Materiales para dos mezclas diferentes de materia prima. ----------	144
XXX	Sueldos Nominales y Reales. ----------	147
XXXI	Consumos de Energía Eléctrica en el proceso. ----------	150
XXXII	Depreciaciones: Cálculo. ----------	155
XXXIII	Costos de Producción Unitaria. ----------	157

INTRODUCCION

A partir de 1970, la Industria de Plástico en nuestro País comienza un desarrollo notable, convirtiéndose el Ecuador en uno de los principales importadores de materias primas de América Latina como: Polietileno, P.V.C. Poliuretano, Polipropileno, etc. Esto ha motivado a realizarse estudios de un Proyecto petroquímico para satisfacer la demanda parcial de estos productos.

Entre los múltiples productos plásticos fábricados en la Industria Nacional tenemos la producción de Tuberías flexibles con polietileno de baja densidad. cuya aplicación es muy amplia: En la agricultura, campos petroleros, acarreo de aguas ácidas y conducción de aire comprimido bajo ciertas condiciones, en la industria química se utiliza en procesos que se exige resistencia a la corrosión, en la industria de alimentos, para evitar la contaminación, plantas pasteurizadoras, cerveceras, vinícolas licoreras, etc.

El presente estudio está dirigido a la producción y mejoramiento de las condiciones de fabricación al menor costo de la tubería de polieleno de baja densidad, cumpliendo con las normas establecidas por Normas Internacionales ANSI/ASTM.

CAPITULO I

G E N E R A L I D A D E S

1.1.- PLASTICOS

La palabra "plástico" procede de la voz griega plastikos, que significa "capaz de ser moldeado" y destaca la propiedad principal de las substancias plásticas, que son deformables y a las que, por tanto se puede dar con facilidad cualquier forma de procedimientos tales como el moldeado o la extrusión.

Los plásticos están constituidos por moléculas orgánicas de elevado peso molecular, o polímeros formados por una repetición de unidades químicamente unidas entre sí en forma de cadena o de red, y se pueden dividir en dos grandes categorías: los semisintéticos, en los que la estructura básica de la cadena procede de algún producto natural, como la celulosa, y los totalmente sintéticos, cuya cadena se construye por procedimientos químicos a partir de pequeñas unidades, los monómeros. El proceso de formación de un polímero a partir de sus constituyentes monómeros se denomina polimeración.

Los primeros plásticos fabricados industrialmente eran semisin

téticos, y procedían de la celulosa, hidrato de carbono, que solía obtenerse a partir de los deshechos del algodón.

En 1862, el químico inglés Alexander Parkes preparó un material plástico denominado "parkesina", que se podía moldear fácilmente, dándole cualquier forma. Se producía por reacción entre los restos de algodón y una mezcla de ácido nítrico y sulfúrico, dando lugar a un compuesto, nitrocelulosa, que luego se mezclaba con aceite de ricino, un poco de alcanfor y materia colorante. Aunque la parkesina era fácil de preparar en pequeñas cantidades, resultó difícil fabricarla en gran escala, y su producción industrial no tuvo éxito. En 1870, el químico americano John Wesley Hyatt preparó el primer plástico de éxito comercial, el celuloide, que era parecido a la parkesina, pero utilizando alcanfor en vez de aceite de ricino.

El nuevo material se empleó para fabricar una gran variedad de productos, y entre ellos monturas para gafas, peines, bolas de billar, etc.

La principal desventaja de estos plásticos estribaba en que eran extremadamente inflamables, lo que no es de extrañar si se tiene en cuenta que el ingrediente principal, la nitrocelulosa, está muy relacionado con el algodón pólvora; ambos son formas del nitrato de celulosa. Por esta razón, actualmente se emplea otro éster de ella, el acetato de celulosa, preferible al nitrato pa

ra preparar plásticos de base celulósica. Estos plásticos, se utilizan hoy principalmente para fabricar fibras textiles.

1.1.1.- PLASTICOS SINTETICOS Y CLASIFICACION -

Los plásticos totalmente sintéticos se obtuvieron muchos años antes de ser fabricados a escala industrial. En 1838, el francés Regnault observó que bajo la influencia de la luz solar se producía la "resinificación" del cloruro de vinilo, pero no se percató de las posibilidades que ofrecía el nuevo material que había preparado, y que ahora recibe el nombre de Cloruro de Polivinilo, PVC. Al año siguiente, el químico Simón informó sobre la polimerización del estireno, hidrocarburo no saturado, para dar el poliestireno, pero debieron trasncurrir noventa años para que este material se fabricara a escala industrial. En 1909, Leo H. Baekeland patentó un producto resinoso que había sido obtenido por reacción del fenol con el formaldehido, si bien la primera resina a base de fenol y formaldehido había sido descubierta hacia más de treinta años por Adolf Von Bayer, en 1872. El producto de Baekeland, denominado bāquelita, fue uno de los primeros plásticos sintéticos de éxito comercial. El Metacrilato de Metilo fue polimerizado por primera vez en 1877, por los químicos alemanes Fittig y Paul, y el producto que obtuvieron éstos, es polimetilmetacri-

lato, iba a construir la base del plástico perpex (plexiglás), que fue introducido comercialmente medio siglo después. Los primeros experimentos de polimerización del etileno se efectuaron en 1879, pero con ellos se logró un aceite lubricante, en vez de un plástico.

En la actualidad, el etileno es polimerizado industrialmente en gran escala para obtener el muy conocido plástico polietileno o politeno. En la década de 1920, la determinación de la estructura química de los plásticos fue objeto de intensas investigaciones, en particular por parte del químico alemán Hermann Staudinger, que fue galardonado con el premio Nobel de química en 1953 como reconocimiento a sus trabajos. Las investigaciones habían permitido obtener nuevos plásticos de manera más racional, y en 1930 dió comienzo la producción industrial del poliestireno, uno de los productos plásticos más importantes del mundo actual, inicio que tuvo lugar en las instalaciones de la Empresa alemana IG Farbenindustrie, las materias primas para producir poliestireno, $C_6 H_5 CH = CH_2$. A continuación, el estireno es polimerizado para convertirlo en poliestireno, cuyas moléculas están constituidas por cadenas de unidades de aquel y cuya formulación es como sigue:

$$- CH(C_6 H_5) - CH_2 - CH(C_6 H_5) - CH_2 -$$

Existen otros varios plásticos relacionados con el poliestireno, por ejemplo el poliestireno resistente a los impactos (una mezcla de poliestireno y caucho), el ABS (mezcla polimerizada de estireno, acrilonitrilo y caucho butadieno), el SAN (mezcla polimerizada de estireno y acrilonitrilo) y el ASA (polímero de estireno con un éster de metacrilato). Los polímeros compuestos por más de un tipo de monómeros, por ejemplo el SAN, suelen recibir el nombre de copolímeros. Los plásticos de poliestireno se utilizan para fabricar objetos moldeados y diversas piezas.

Un importante plástico moderno es el Cloruro de Polivinilo (PVC) fue producido por primera vez a nivel industrial el 1831 en Alemania. Los materiales de partida para la producción del PVC son el etileno y el cloro, a los que se hace reaccionar obteniendo cloruro de vinilo, $CH_2 = CHCl$. Este se polimeriza para dar PVC, que se representa así: $- CHCl - CH_2 - CHCl - CH_2 - CHCl - CH_2 -$

Con el PVC se fabrica una gran variedad de productos moldeados y extruidos, y a menudo se mezcla con un plastificante que lo ablanda y lo hace más flexible. Las tuberías y conducciones de plástico, las planchas de plástico flexible, etc.

En 1936, la empresa Británica ICI logró fabricar el primer plástico alifático de poliolefina, el Polietileno. Las olefinas son hidrocarburos que tienen uno o más enlaces dobles; el etileno, $CH_2 = CH_2$, es el miembro más sencillo del grupo, se polimeriza a la temperatura aproxiamda de unos 475°K (202°C) y presión superior a 100 MPa (1000 Kg/cm^2), para dar moléculas de Polietileno que son simples cadenas de grupos - CH_2 -.

Al polietileno producido de esta manera se le clasifica como de baja densidad, y es un material duro, pero flexible. El polietileno de alta densidad es más rígido que el anterior y se prepara por polimerización del etileno a presión muy inferior y en presencia de un catalizador. La diferencia entre ambos tipos de polietileno estriba en que las moléculas de gran densidad son rectas, mientras que las del otro son ramificadas. Otro plástico poliolefínico importante es el polipropileno, obtenido por polimerización del propileno, $CH_2 = CHCH_3$. El Polipropileno se representa así:

$$- CH(CH_3) - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 -$$

Con el polietileno y el Polipropileno se fabrican recipientes de plástico, películas para embalaje y envolturas, tuberías para fontanería y otros muchos objetos.

El primer plástico poliamídico fue preparado en 1934 por el químico americano W.H. Carothers, aunque hasta 1937 no se comenzó a producir a escala comercial. El nuevo plástico fue denominado Nilón, las materias primas fundamentales utilizadas en su fabricación son el Benceno y el Butadieno, $CH_2 = CH - CH = CH_2$. Se producen diversos productos intermedios, sobre todo caprolactana, antes de llegar al producto final. Las moléculas de poliamida o nilón están formadas por la repetición de unidades cuya estructura es:

$$- (CH_2)_n \quad CONH(CH_2)_m \quad HNOC - \quad .$$

Las letras sub-índices m y n representan números cuyo valor depende del tipo particular de nilón obtenido; por ejemplo, en el nilón 66, n vale 4, y m 6. Los poliamidas se utilizan principalmente para fabricar artículos moldeados y fibras textiles.

Los plásticos de Poliuretano se utilizan mucho, sobre todo en forma de espumas rígidas o flexibles. La espuma flexible de poliuretano se emplea como material de tapicería, y la rígida como material aislante del calor. También se utilizan los poliuretanos en determinadas composiciones de pinturas a fin de dar a éstas mayor dureza superficial una vez aplicadas. Se fabrican haciendo reaccionar un isocianato, que disponga por lo menos

de dos grupos isocianato (-NCO)m con un alcohol que tenga al menos dos grupos hidróxilo (-OH). Su estructura repetida es como sigue:

$$- R_1 = NHCO\bar{O} - R_2 - OOCHN -$$

También en este caso, los grupos R_1 y R_2 dependen del poliuretano particular que se prepara: para el perlón U, R_1 es $- (CH_2)_6 -$, y R_2 es $- (CH_2)_4 -$.

La mayoría de los plásticos considerados hasta aquí son termoplásticos, es decir, que se ablandan con la acción del calor y se endurecen de nuevo al enfriarse. Sin embargo, determinados plásticos, como la baquelita, son termoestables, o sea, que no pueden ser ablandados por calentameinto sin destruir su estructura química. Otro ejemplo de resina termoestable es el formaldehido de melamina, como por ejemplo, la Fórmica. Determinadas composiciones del tipo adhesivo, en particular los adhesivos epoxídicos, como el Araldit, también se basan en plásticos termoestables. Otro grupo común de estos plásticos lo constituyen las resinas alquídicas, que se utilizan en determinadas composiciones de pintura.

1.1.2.- FABRICACION

La fabricación de los plásticos se basa fundamentalmen

te en una de las tres formas de polimerización siguientes: la directa, la policondensación y la poliadición. Los plásticos se componen de moléculas de polímero, que consiste en cadenas o redes de unidades químicas llamadas monómeros, enlazados entre sí. Las reacciones que dan lugar a la reunión de los monómeros en moléculas de polímero se denominan reacciones de polimerización. Cuando interviene más de un tipo de monómeros, la reacción recibe el nombre de copolimerización, y su producto es un copolímero.

En la reacción de polimerización directa, un pequeño número de moléculas del monómero que se encuentran en el medio reactivo son activados por acción del calor o de la presión, o por adición de un iniciador (catalizador); normalmente, estos monómeros activados poseen grupos terminales reactivos de tipo iónico (con carga positiva o negativa) o bien disponen de un electrón libre (un electrón exterior que no participa en ningún enlace químico), por lo que reaccionan fácilmente con los monómeros no activados. El resultado de la reacción entre el monómero activado y otro no activado es una molécula también activada, constituida por dos unidades de monómero y que a su vez, reaccionará luego con la otra molécula de monómero. Las cadenas de monómeros crecen mediante este proceso hasta que resultan desactivadas, por

ejemplo por reacción con otro monómero activado.

Las moléculas de polímero resultantes llegan a contener muchos centenares de unidades monómeras; así una molécula típica de polietileno está constituida por una cadena de más de un millar de unidades etileno.

1.1.3.- POLIMEROS Y POLIMERIZACION

La palabra polímero procede de la palabra griega polymeros, que significa "compuesto de varias partes", y se emplea para designar las grandes moléculas constituidas por una cadena o una red de unidades repetitivas. Una molécula de polímero puede llegar a contener incluso 100.000 de esas unidades llamadas monómeros. Los polímeros pueden ser naturales o sintéticos, como también orgánicos o inorgánicos. Entre los polímeros naturales importantes destacan el caucho, la celulosa, las proteínas y el almidón, todos ellos orgánicos y silicatos tales como el asbesto, los polifosfatos y otros minerales, que son inorgánicos. Ejemplos de polímeros inorgánicos sintéticos son los aceites de silicona y los cauchos silicónicos, que se basan en cadenas en las que alternan átomos de silicio con otros de oxígeno. Pero los polímeros más importantes son los orgánicos sintéticos, grupo en el cual se incluyen casi todos los plásticos, co-

mo el poliestireno, el cloruro de polivinilo (PVC), las poliolefinas, los poliésteres y los poliuretanos.

La formación de un polímero a partir de sus monómeros constituyentes se denomina reacción de polimerización, de la cual tres tipos fundamentales: polimerización directa, policondensación y poliadición. En la polimerización directa, se hace que las moléculas de un único compuesto químico, o de dos compuestos muy parecidos reaccionen entre sí, mientras que en la policondensación y poliadición reaccionan entre sí dos tipos diferentes de compuestos, para dar el polímero.

Para que se produzca una reacción de polimerización directa ha de existir algún enlace múltiple en el monómero, por ejemplo, el doble enlace de la molécula de etileno, $CH_2 = CH_2$. Muchos de los polímeros más conocidos proceden del etileno o de sus derivados; es decir, de compuestos en los que uno o más átomos de hidrógeno de la molécula de etileno han sido substituidos por otro átomo se encuentra al Estireno, $CH_2 = CHC_6H_5$, del cual se obtiene el Poliestireno; el cloruro de Vinilo, $CH_2 = CHCl$, punto de partida para la obtención del PVC; el Propileno, CH_2CHCH_3, con el que se obtiene el polipropileno y el acrilonitrilo, $CH_2 = CHCN$, producto base de algunos cauchos sintéticos.

Hay tres fases perfectamente definidas en las reacciones de polimerización directa: iniciación de la cadena, crecimiento y terminación de la cadena. La iniciación supone producir moléculas activadas del monómero en el medio de reacción, lo que se logra mecánicamente aplicando presión o mediante una rigurosa agitación, o térmicamente (por calentamiento), o químicamente, por la adición de catalizadores de polimerización. Normalmente, estos catalizadores son compuestos capaces de generar radicales libres (grupos con electrones libres que no intervienen en enlaces químicos) o iones (grupos que no tienen carga eléctrica). Los iniciadores que generan radicales libres suelen ser peróxidos orgánicos, mientras que los iniciadores que producen iones acostumbran a ser compuestos inorgánicos tales como el trifluoruro de Boro, BF_3. o el tetracloruro de Titanio, $TiCl_4$. A veces, la iniciación se logra también irradiando el medio de reacción con luz ultravioleta.

Una vez que se ha logrado la aparición de moléculas activadas del monómero en el medio de reacción, empieza el crecimiento de las cadenas. Cada molécula activada reacciona con otra de manómero no activado, y de la reacción surge una nueva molécula activada que es una unidad de manómero más larga que la original. Este proceso se repite sucesivamente a medida que crece la cadena

de polímero, hasta que se interrumpe por desactivación de dicha cadena, por ejemplo al reaccionar con otra molécula activada, la secuencia de las reacciones se puede presentar de la manera siguiente (M indica una unidad monómera no activada y M* una unidad activada):

Activación M ---------- M*

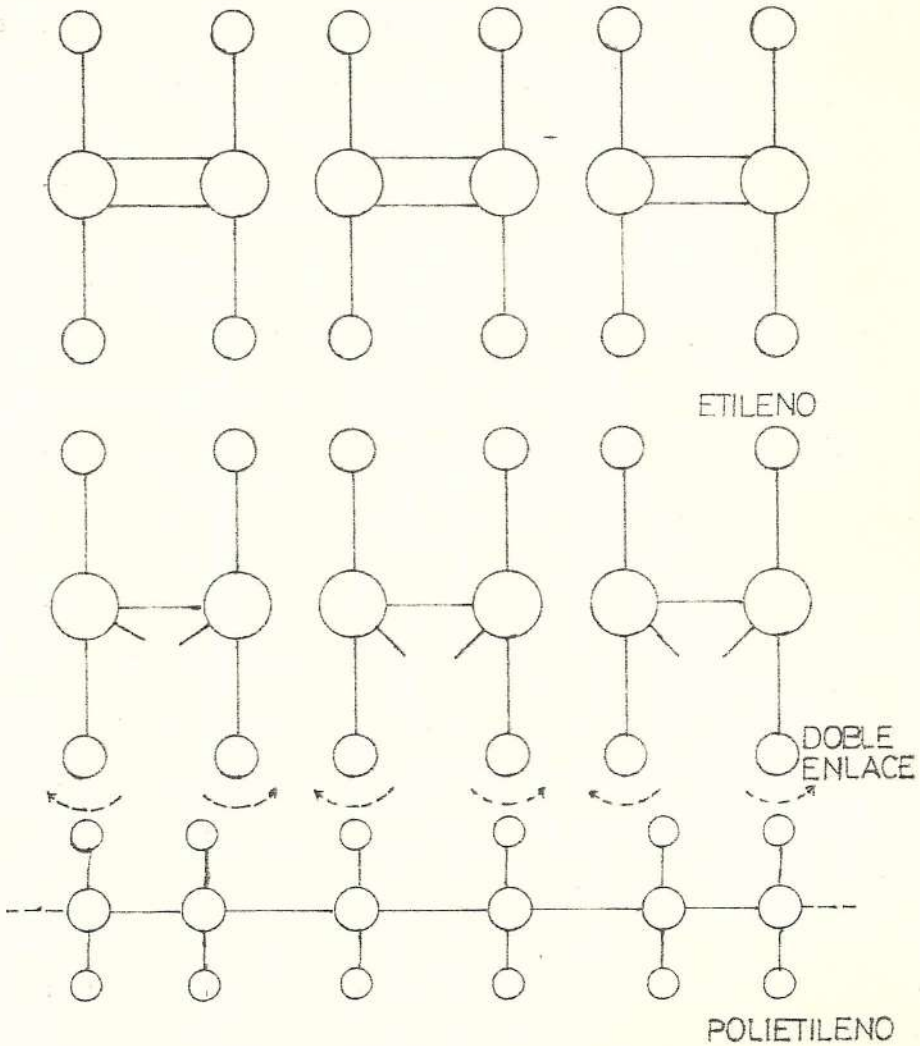
Crecimiento M*+M ---------- M-M*

Crecimiento (M-M*)+M ---------- M-M-M*

Terminación (M-M-M*)+M* ---------- M-M-M-M

Si la polimerización se realiza entre moléculas de un único compuesto químico (por ejemplo, etileno), el producto se denomina homo polímero, mientras que, si intervienen dos monómeros distintos (por ejemplo, Acrilonitrilo y butadieno), el producto recibe el nombre de copolímero, y entonces la cadena molecular está constituida por unidades de ambos manómeros.

FIGURA # 1
POLIMERIZACION



También es posible mezclar mecánicamente varios polímeros después de la polimerización, obteniendo así mezclas poliméricas. Las condiciones de polimerización; es decir, temperatura, presión, concentración de monómeros y demás, pueden ser modificados en gran medida, y como las propiedades del producto dependen de las condiciones particulares que se hayan elegido, se pueden preparar, hasta cierto punto, plásticos "a medida"; esto es, con las propiedades que se deseen.

A nivel industrial, la polimerización se puede realizar de varias maneras. Así, la polimerización para obtener poliestireno puede ser en masa, por emulsión o por suspensión. El primero de esos procedimientos es contínuo, y en él se polimeriza el estireno directamente en un reactor; a veces se añade un disolvente inerte, con el objeto de que sea más fácil regular la temperatura de reacción, durante la cual se liberan considerables cantidades de calor.

En el procedimiento de emulsión, primero el monómero se dispersa en agua, utilizando para ello un detergente con el cual se obtiene una emulsión constituida por gotículas de estireno del orden de una micra de diámetro, distribuidas por la fase acuosa. Seguidamente, se calienta la emulsión hasta temperaturas del orden de 345°K (72 a 102°C) y se añade un catalizador de polimerización soluble en agua. Las gotículas de estireno se convierten en partículas de polímero sólido, y el agua se elimina por evaporación.

En el procedimiento de suspensión, el estireno monómero es agitado vigorosamente con agua hasta obtener gotículas de 0.2 a 1.5 mm de diámetro. Estas gotículas no se reúnen de nuevo porque el medio de reacción ha aportado un agente dispersante que lo impide. Se añade tam-

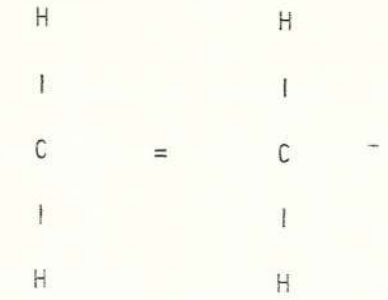
bién un catalizador de polimerización soluble en estireno, por lo general un peroxido orgánico, con lo que las gotículas líquidas de estireno se convierten en partículas sólidas de polímero, que luego son separadas de la fase acuosa y se secan.

1.2.- POLIETILENO

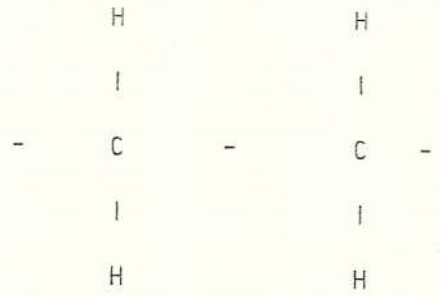
El polietileno es un plástico con propiedades sobresalientes como peso, flexibilidad, tenacidad, alta resistencia química y propiedades eléctricas muy buenas, que han hecho que se convierta en materia prima conveniente de miles de artículos manufacturados. Las propiedades de las resinas de polietileno se deben principalmente, si no exclusivamente a tres propiedades moleculares básicas: densidad, peso molecular promedio, y distribución del peso molecular. Estas propiedades básicas a su vez dependen del tamaño, estructura y uniformidad de la molécula de polietileno.

Pese a todas las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, muchos detalles de la estructura molecular del polietileno no han sido todavía completamente interpretadas. Parte de lo que se ha descubierto es tan complicado que sólo puede ser presentado en una forma muy simplificada.

El Etileno es un gas compuesto de dos átomos de Carbono y cuatro de Hidrógeno, C_2H_4 distribuidas en la forma indicada.



Los dos átomos de Carbono en la molécula de Etileno están unidos entre sí por un eslabón muy fuerte. Sin embargo, en ciertas condiciones, este eslabón se romperá.



Esto permite que una molécula de Etileno se una a otras para formar una cadena en la que todos los átomos de Carbono están ligados, y cada uno tiene sus dos átomos de Hidrógeno. Una cadena de átomos de Etileno de este tipo se llama polietileno, siendo el prefijo poli un derivado griego polís que significa muchos.



Por lo tanto, la cadena de Polietileno está compuesta de numerosas moléculas unitarias o monómeras, que mediante un proceso llamado polimerización (véase 1.1.3) se han unido entre sí para formar una molécula grande o polímero.

1.2.1.- ASPECTO, TAMAÑO Y PESO MOLECULAR DE LAS CADENAS

Las cadenas moleculares de polietileno no son planas. Tienen una forma tridimensional, y los átomos de hidrógeno se distribuyen alrededor de espirales de cadenas de átomos de carbono. Las cadenas de polietileno pueden ser relativamente cortas 12 moléculas o menos, o pueden ser enormemente largas, pues la polimerización del etileno produce una mezcla de cadenas de distintos largos. Algunas de ellas pueden ser gigantescas, conteniendo cientos de miles de unidades de etileno.

El peso atómico del Oxígeno ha sido fijado arbitrariamente en 16 y los del Hidrógeno y carbono han resultado 1 y 12 respectivamente. Por lo tanto, el peso molecular del Etileno que será el resultado de la suma de los pesos de 6 átomos que se han combinado para formar el etileno es 28. El peso molecular de una cadena de polietileno es un múltiplo de 28.

1.2.2.- RAMIFICACIONES DE LA CADENA Y SUS EFECTOS

No existe ningún polietileno comercial que esté formado por cadenas tan simples. La investigación de laboratorio ha revelado que por cada cien unidades de Etileno en la cadena molecular, existen de una a diez ramificaciones de diverso largo, a veces diferentes de polietileno, las ramificaciones surgen en tres dimensiones igual que las ramas de un árbol crecen en todas las direcciones a lo largo del tronco. La presencia de estas ramificaciones laterales determinan la variación de una serie de propiedades importantes de las resinas de polietileno tales como: densidad, dureza, flexibilidad, viscosidad de la masa fundida y transparencia, para mencionar algunas de ellas. Las ramificaciones de las cadenas son también los lugares donde la oxidación puede ocurrir. En algunos procesos con polietileno, la oxidación puede ser perjudicial.

1.2.3.- ENCADENAMIENTO CRUZADO Y SU RELACION CON LA OXIDACION

La ramificación de las cadenas no es la única complicación de la estructura molecular. Los encadenamientos cruzados es otra, y ocurre entre átomos de carbono de cadenas vecinas. Una red de cadenas moleculares cruzadas puede compararse a una serie de árboles frondosos cuyas ramas se han unido formando una estructura molecular tridimensional compleja.

Un polietileno que permanece completamente amorfo a temperatura ambiente será blando y de aspecto grasoso, y por lo tanto inutil para aplicarlo a operaciones de extrusión o moldeo. Otro completamente cristalino, será probablemente demasiado duro y quebradizo para ser práctico. La mezcla correcta de regiones cristalinas y amorfo es lo que el moldeador necesita para fabricar buenos artículos.

Los llamados polietilenos lineales están compuestos de cadenas moleculares con alguna que otra ramificación. Por lo tanto las cadenas se comprimen más íntimamente. El resulatdo es una elevada cristalinidad del orden del 95%.

Un aumento en cristalinidad tiene une excesiva influencia en algunas propiedades importantes. Cuanto más elevado es el grado de cristalinidad, más densa es la resina. Esto a su vez influye favorablemente en una serie de propiedaes en el artículo terminado. Uno de éstos es sencillo de entender: como existe menos espacio entre las cadenas íntimamente comprimidas, los artículos manufacturados con este tipo de polietileno serían menos permeables a los gases y a la humedad. Los gases y la humedad penetran más fácilmente a través de las zonas amorfas.

El encadenamiento cruzado y los "geles", o puntos gelatinosos, de coloración indeseables, que muchas veces acompañan, puede ser causada por la oxidación parcial de la resina a alta temperatura entre 650°F y 700°F. Estas temperaturas son usadas por muchos moldeadores cuando fabrican artículos de gran tamaño. Usos de este tipo requieren una resina de polietileno con gran resistencia a la oxidación y al encadenamiento cruzado que pueda ocurrir. Las resinas de polietileno siempre han sido consideradas muy resistentes a los efectos degradantes de las altas temperaturas y la oxidación.

1.2.4.- ORDEN Y DESORDEN EN LA MASA DE POLIETILENO

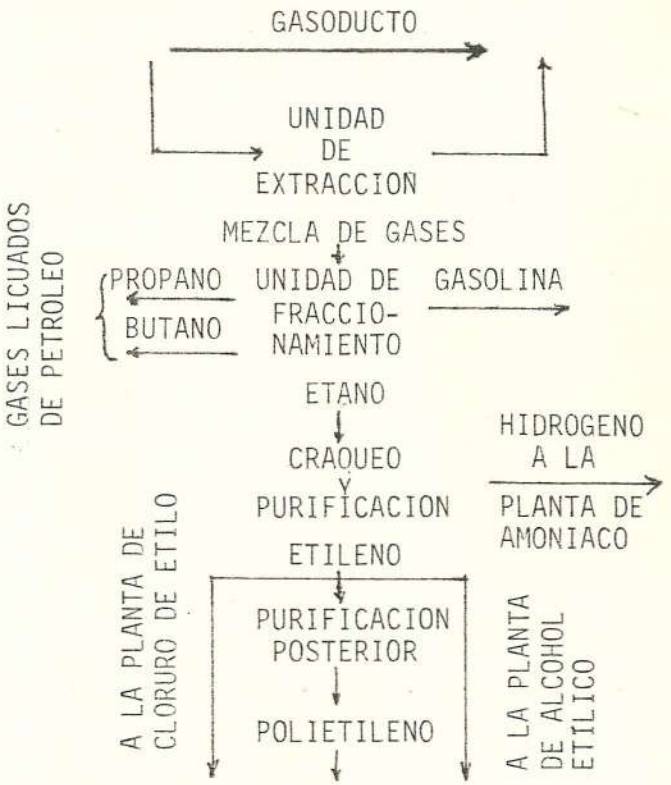
Las moléculas de polietileno no están dispuestas en forma paralela las unas a las otras. En algunas zonas de la masa plástica, las cadenas moleculares pese a estar ramificadas, están comprimidas y alineadas como en una caja de cigarrillos, en un ordenamiento cristalino. En otras zonas están distribuidas al azar, como fideos hervidos. Esto es lo que los químicos denominan un estado amorfo. Sobre la temperatura de fusión, el polietileno es siempre una masa amorfa. Las resinas de polietileno tratadas en este estudio tienen temperaturas de fusión entre 230° y 240°F (110-115°C).

El correcto grado de cristalinidad y un cierto largo en las cadenas determinan la calidad de un polietileno.

1.2.5.- FABRICACION

Para fabricar polietileno es necesario obtener gas Etileno de alta pureza. El Etileno puede ser un subproducto de la destilación del petróleo o puede obtenerse a partir del gas natural transportado mediante gasoductos (véase fig. # 2). En este último caso, siguiendo el diagrama del proceso de producción de polietileno detallada en la figura # 2. Una mezcla de ciertos gases es primeramente separada del gas natural en la Unidad de Extracción. Luego en la planta de fraccionamiento, la mezcla es separada en sus componentes tales como el propano, butano, y la gasolina, son bombeados a tanques de almacenamiento mientras que el etano es transportado a la planta de Etileno. Allí es fraccionado en etileno gaseoso e Hidróegno, calentando al Etano hasta alrededor de 1500°F (800°C).

FIGURA N°2
FABRICACION DEL POLIETILENO



El Hidrógeno es utilizado en la fabricación de otros productos químicos.

Dos pasos son necesarios para alinear las moléculas en largas cadenas de polietileno.

El gas es comprimido bajo altas presiones y bombeando al reactor de polimerización, donde estas presiones son mantenidas a temperaturas altas. Se agrega un catalizador que es un compuesto químico indispensable para comenzar la polimerización. El Polietileno producido bajo estas condiciones fluye a un separador donde el gas

excedente es eliminado. Luego se le dá la forma de una cinta que una vez enfriada y solidificada es cortada en pequeños cubos o gránulos, que son envasadas en bolsas de papel de varias copias, y despachados a los consumidores.

La mayoría de las resinas y los productos terminados son afectados por tres propiedades moleculares básicas: densidad, pesomolecular promedio y distribución del peso molecular.

Pequeñas variaciones en la estructura molecular pueden mejorar o afectar algunas propiedades considerablemente.

1.3.- CLASIFICACION DEL POLIETILENO Y PROPIEDADES

Una clasificación general basada en tres clases distintas de densidad es ahora generalmente aceptada en la industria, a continuación se analizará las propiedades físicas y moleculares, de acuerdo a la densidad.

1.3.1.- CLASIFICACION DE ACUERDO A SU DENSIDAD

Las tres clases de Polietileno de acuerdo a su densidad:

BAJA DENSIDAD	0.910 a 0.925	gm/cm^3
MEDIANA DENSIDAD	0.926 a 0.940	gm/cm^3
ALTA DENSIDAD	0.941 a 0.965	gm/cm^3

Los Polietilenos más densos son lógicamente más pesados, pero aún los artículos fabricados con los polietilenos de alta densidad flotarán en agua. Esta es una ventaja para el moldeador, pues le permitirá obtener más volúmen por cada Kilogramo de polietileno que usando cualquier otro plástico. Hay muchas aplicaciones para las cuales se utilizan las resinas de alta densidad, pero hay muchas otras para las cuales son más convenientes la de baja densidad, la Tabla I ofrece una comparación entre algunas de las propiedades más importantes de las resinas de las clases 0.029 a 0.938, la clase 0.924 o las clases 0.915 a 0.918.

TABLA I

PROPIEDADES / DENSIDAD	0,915-0,918	0,924	0,929-0,938
Punto de ablandamiento		más elevado	máximo
Resistencia al estiramiento.		más elevada	máxima
Resistencia a la tracción en el punto de ruptura.	máxima	más elevada	
Rigidez		más elevada	máxima
Resistencia a la contracción	máxima	más elevada	
Resistencia a la deformación	máxima	más elevada	

PROPIEDADES DENSIDAD	0,915-0,918	0,924	0,929-0,938
Resistencia al impacto (Tenacidad)	máxima-	más elevada	
Resistencia a la desgarradura (Elmendorf)			
Sentido de la máquina		máxima	más baja
Sentido transversal			máxima
Resistencia a la fragilidad a bajas temperaturas	máxima	más elevada	
Resistencia al cuarteo bajo tensiones ambientales	máxima	más elevada	
Imperameabilidad a gases y líquidos		más elevada	máxima
Resistencia a la absorción de grasas y aceites		más elevada	máxima
Transparencia		más elevada	máxima
Ausencia de opacidad		más elevada	máxima
Brillo		más elevado	máximo
Tiraje		más elevado	máximo
Resistencia a la desgarradura en caliente		más elevada	máxima
Resistencia al pegado entre sí y al molde		más elevada	máxima
Ciclo de inyección		menor	más corto

1.3.2.- PROPIEDADES FISICAS Y MOLECULARES BASICAS

Cada resina de polietileno consiste en una mezcla de ca

denas cortas y largas; ésto es, moléculas de alto y bajo peso molecular. El promedio de estos pesos moleculares es la segunda propiedad molecular básica. Dentro de ciertas limitaciones el peso molecular promedio es inversamente proporcional al índice de fusión.

La distribución del peso molecular dá una idea sobre la proporción de las cadenas moleculares grandes, medianas o pequeñas de la resina. La distribución del peso molecular se considera estrecha si la resina está formada por cadenas de un largo cercano al promedio y se considera amplia si la resina está formada por cadenas de longitud muy variada.

La Tabla II muestra como las tres propiedades moleculares básicas afectan a las propiedades esenciales de las resinas de polietileno y de los productos elaborados.

Sin embargo, hay algunas propiedades que no son afectadas por ninguno de los factores moleculares básicos, pero que dependen de otras características de la estructura molecular y hay aún otros cuya influencia será probada en un futuro cercano.

TABLA II

PROPIEDADES FISICAS	PROPIEDADES MOLECULARES BASICAS	Si se aumenta la densidad (Cristalinidad) entre 0,915 y 0,938	Si se aumenta el Peso molecular Promedio, o se disminuye el índice de Fusión	Si se hace más estrecha la distribución del peso molecular
Viscosidad de la masa fundida		más elevada	más elevada	ligeramente
Punto de ablandamiento (Vicat).		mucho mayor	ligeramente mayor	ligeramente
Resistencia de estiramiento		mucho mayor	ligeramente mayor	------
Resistencia a la tracción en el punto de rotura.		ligeramente menor	más elevada	ligeramente
Elongación en el punto de rotura		menor	más elevada	------
Resistencia al escurrimiento		más elevada	ligeramente mayor	más elevada
Rigidez a la flexión		mucho mayor	ligeramente mayor	------
Flexibilidad		menor	--------	------
Dureza		mucho mayor	ligeramente mayor	------
Resistencia a la abrasión		más elevada	ligeramente mayor	------
Contracción		más elevada	más elevada	------
Deformación		ligeramente mayor	más elevada	más elevada
Resistencia al impacto (Tenacidad)		menor	más elevada	------
Resistencia a la fragilidad		menor	ligeramente mayor	ligeramente
Resistencia a la desgarradura		Depende del proceso de fabricación de la película y dirección de la rotura		

TABLA II (Continuación)

PROPIEDADES FISICAS	PROPIEDADES MOLECULARES BASICAS	Si se aumenta la densidad (Cristalinidad) entre 0,915 y 0,938	Si se aumenta el peso molecular Promedio, o se disminuye el índice de fusión	Si se hace más estrecha la distribución del peso molecular
Resistencia a la fragilidad a bajas temperaturas		menor	más elevada	más elevada
Resistencia al cuarteo bajo tensión ambiental		menor	más elevada	
Impermeabilidad a gases y líquidos		mucho mayor	ligeramente mayor	--------
Resistencia a la absorción de grasas y aceites		mucho mayor	ligeramente mayor	--------
Transparencia		más elevada	menor	--------
Ausencia de opacidad		más elevada	menor	--------
Brillo		más eevado	menor	--------
Tiraje		ligeramente mayor	mucho menor	menor
Resistencia al pegado entre si y al molde		más elevada	ligeramente mayor	--------
Propiedades eléctricas		ligeramente mayor	no afecta	no afecta

* Observaciones referentes a esta Tabla se detallan en la sgte. página.

* Las relaciones entre estas tres propiedades moleculares básicas y otras propiedades físicas del polietileno no siempre son sencillas y claras. Otras características estructurales aparte de las tres nombradas, ejercen con frecuencia su influencia sobre las propiedades físicas de la resina. Las condiciones de operación pueden alterar la orientación (alineamiento) de las moléculas y por lo tanto afectar las propiedades de dicha resina. Por estas razones esta tabla no debe considerarse definitiva. No debe olvidarse que existen todavía muchos puntos obscuros con respecto a la influencia de la estructura molecular sobre las propiedades físicas.

La Tabla II demuestra que dos propiedades moleculares básicas pueden tener efectos contrarios sobre ciertas resinas y productos elaborados.

En estos casos las apliaciones determinarán qué propiedades son más importantes y qué tipo de resina de polietileno es la más adecuada para cada aplicación.

Con un incremento de la "densidad" se mejoran propiedades tan importantes como punto de ablandamiento, impermeabilidad a gases y líquidos, claridad de la película (transparencia y ausencia de opacidad) y brillo, pero con perjuicio de la flexibilidad y tenacidad. Tal combinación de propiedades puede ser favorable para cada aplicación específica.

Un aumento en el peso molecular promedio, puede hacer a la resina más apropiada para usos que requiera tenacidad. Un artículo fabricado con una resina de polietileno de mayor peso molecular promedio, tendrá mayor resistencia al cuarteo bajo tensión ambien

tal, o sea a cuartearse cuando es sometido a esfuerzos en presencia de líquidos tales como detergentes, aceites o solventes. Dado que la "viscosidad" (la propiedad de fluir más lentamente en estado de fusión) aumenta con el peso molecular; las resinas de más alto peso molecular son más difíciles de extruir y por tanto requieren temperaturas más elevadas.

Las resinas de polietileno que tienen una estrecha distribución del peso molecular son particularmente resistentes al cuarteo bajo tensión ambiental y a la fragilidad a bajas temperaturas.

Otra característica importante de las resinas de polietileno, el Indice de fusión depende principalmente, aunque no exclusivamente, del peso molecular. Generalmente una resina de polietileno de alto peso molecular tiene un índice de fusión bajo y viceversa.

El Indice de fusión describe la fluencia de una resina de polietileno a una determinada temperatura 374°F (190°C) a una determinada presión. Si el índice de fusión de una resina es bajo, su viscosidad de fusión es elevada y viceversa, siendo viscosidad de fusión la resistencia de la resina fundida a fluir durante la formación de película, tubería o recipiente. Por lo tanto, las resinas de mayor índice de fusión fluyen más fácilmente en el estado de fusión que aquellas con menor índice de fusión.

La viscosidad de fusión es una propiedad muy importante para los productores, debido a que todos los procesos se basan en la fusión del material plástico y luego transportando esta masa para llenar un molde o para darle una determinada forma tal como una película.

La fluencia de polietileno fundido es afectada por condiciones de procesado tales como: presión, temperatura, y estas condiciones pueden variar extensamente. Además dos resinas pueden tener el mismo índice de fusión para diferente fluencia a altas presiones.

El Indice de Fusión no siempre es la medida indicada para clasificar un polietileno. Algunas veces existe poca relación entre índice de fusión y las ventajas de una cierta resina para una aplicación determinada. Por lo tanto el Índice de Fusión debe ser utilizado juntamente con otras normas para describir la fluencia y otras propiedades de las resinas como velocidad de extrusión (baja, mediana y alta) o los moldeadores se refieren a resinas de polietileno de mediana, alta y muy alta fluencia.

CAPITULO II

PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIAS

2.1.- DESCRIPCION

Dentro del proceso de fabricación de tuberías de polietileno la materia prima pasa por las siguientes etapas.

La Extrusión: En esta etapa el polietileno es alimentado desde la tolva mediante un equipo adicional denominado dosificador, que es el encargado de alimentar a la extrusora. En el tornillo extrusor se funde la materia prima, para lo cual es necesario someter al material a ciertas condiciones de temperatura y presión, estos parámetros son controlados automáticamente por dispositivos que gobiernan las resistencias eléctricas, soplantes y velocidad del motor.

Una vez fundido y transportado el material dentro del tunel de extrusión, mediante el tornillo hasta el cabezal, donde se obtiene un producto de acuerdo al cabezal montado. En nuestro caso esta operación se realiza mediante el montaje y calibración de un dispositivo denominado macho-hembra que permite que el polie

tileno fluidizado tome la forma apropiada, de la calibración de estos elementos depende la uniformidad del espesor de la tubería, en el cabezal es necesario mantener una temperatura adecuada para evitar que el material se enfrie y por consiguiente cause problemas en el proceso de la extrusión de tubería.

Calibración y Solidificación: El producto así obtenido ingresa a una cámara donde existe un diferencial de presión, lo que evita la deformación de la tubería o pérdida de diámetro interno, mediante una presión menor en la superficie exterior de la tubería, así mismo con un atomizador en forma de serpentin se humedece las paredes de la tubería produciendo el endurecimiento de la misma.

Enfriamiento General: Inmediatamente concluida la etapa anterior la tubería pasa a una cámara de enfriamiento, donde se concluye el proceso de formación.

Tensión y Embalaje: La continuidad, uniformidad, espesor de pared y velocidad de producción de la tubería está dado por un tirador conocido como "puller", que tira o tracciona la tubería, manteniendo estirada la misma, y por último pasa al embobinador para su embalaje final.

2.1.1.- EXTRUSORA Y DOSIFICADORA

La función desarrollada por el tornillo extrusor es la más importante del proceso, porque en ella se realiza el transporte, fusión, mezcla de la resina que va a ser moldeada.

Las partes principales de un tornillo para polietileno pueden verse en las siguientes figuras : 3(a) y 3(b)

FIGURA 3 a

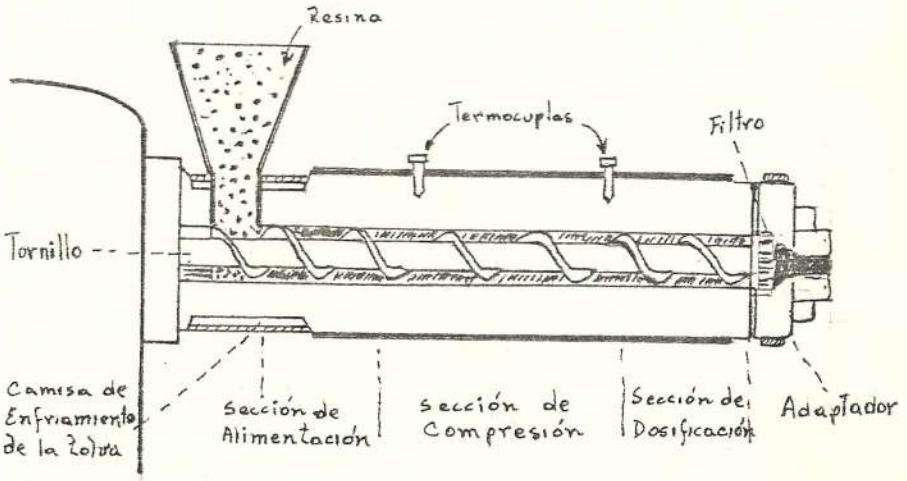
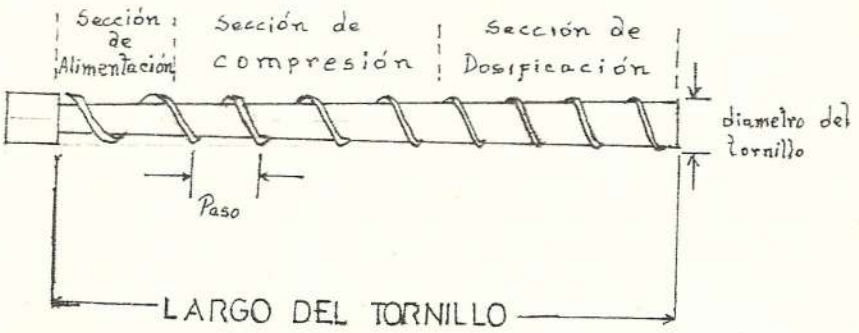


FIGURA 3 b



Esta parte del equipo está compuesta básicamente por una sección de alimentación, en la que se encuentra ubicada la tolva. En esta sección de tornillo se dispone de una camisa de enfriamiento para evitar que el material se funda y se adhiera a la garganta, produciéndose un bloqueo, que puede disminuir o detener la alimentación, así mismo, evita que el calor sea transmitido al sistema de transmisión de movimiento del tornillo, disminuyendo de esta forma la vida de los retenedores, rodamientos, etc.

A medida de que se avanza la resina es calentada, fundida, mezclada y comprimida dentro de los canales del tornillo. La zona donde se produce el incremento de presión se la denomina de compresión.

La razón de compresión es la relación del volúmen del canal de una vuelta del tornillo en la sección de alimentación, con respecto al volúmen de una vuelta del tornillo, en la sección de dosificación. En la zona de compresión se desarrollan elevadas fuerzas, dando como resultado un elevado calentamiento y buen mezclado de la masa fundida.

Por último tenemos la sección de dosificación en la cual se produce el filtrado de la masa fundida a través

de tamices, que sirve para evitar que elementos extraños, impurezas, sean incluidas en el proceso; además produce un incremento de presión y una dosificación continua del material.

El material impulsado mecánicamente rota dentro de una camisa cementada, y son hélices las que transportan la resina hacia adelante. El uso de un cilindro y tornillo de longitud apropiado da como resultado una mezcla más homogenea de la resina fundida, es preferible que la longitud de tornillo y cilindro sea de por lo menos 16-20 veces su diámetro.

El calor que ablandará la resina en su paso por el cilindro o camisa se provee en dos formas:

Internamente, por la fricción producida por la acción de mezclado y compresión del tornillo y externamente por fuentes generadoras de calor.

Para puestas en marcha rápida se requiere de calentamiento adicional del cilindro. El adaptador y cabezal deben ser calentados externamente para mantener la temperatura de la resina fundida desarrollada en el extrusor y evitar una disminución de esta temperatura.

El cilindro puede ser calentado externamente mediante electricidad, vapor o aceite caliente. Generalmente se prefiere la electricidad, por ser más conveniente: responde rápidamente, es fácil de controlar y requiere un mínimo de mantenimiento; es el mejor sistema para controlar independientemente la temperatura en las diferentes zonas del cilindro.

Un cilindro calentado eléctricamente puede ser enfriado rápidamente mediante ventiladores o agua tratada.

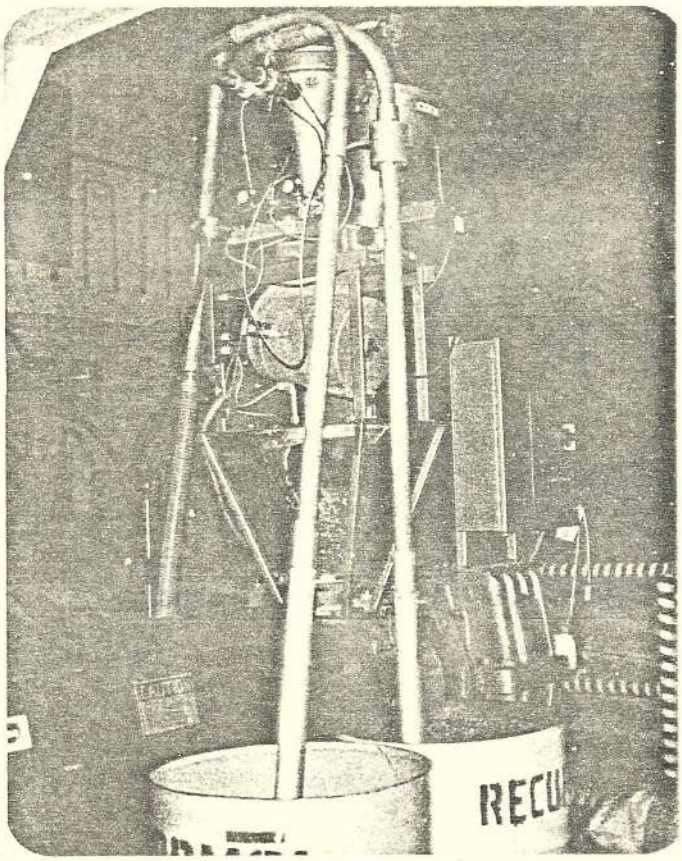
La temperatura en las diversas zonas de calentamiento es generalmente controlada por termocuplas insertados en la pared del cilindro o directamente en la mezcla fundida, la cual sirve como fuente de información al instrumento de control, el mismo que es ajustado de acuerdo con las temperaturas de operación más adecuadas. En caso de fluctuaciones, el instrumento de control conecta y desconecta automáticamente los calefactores.

Cuando la máquina extrusora es de gran capacidad de producción, el suministro de materia prima mezclada se realiza mediante un dosificador que se encarga de realizar la mezcla de los componentes en los porcentajes deseados, obviando el trabajo tedioso que representa el pesaje de los componentes, mezclado manual y alimentación

a la tolva de la extrusora. Esta dosificadora toma la materia prima (poletileno virgen y polietileno reprocesado) de los tanques o depósitos, mediante la absorción producida por una bomba de vacío que trabaja durante un cierto período de tiempo, controlado por un temporizador debidamente ajustado, estos materiales ingresan a la tolva del dosificador, que se encuentra dividido por un mamparo que sirve para ajustar en volúmen los porcentajes requeridos de los componentes.

Luego se descarga a un cilindro mezclador y a la vez se alimenta por medio de un tornillo sin fin el pigmento, cantidad determinada en función del tiempo, hasta el cilindro mezclador que rota por un cierto tiempo, y por último éstos tres componentes se descarga hacia la tolva de la extrusora. Esta operación se repite hasta que la tolva alcanza un cierto nivel de material en la cual está instalado un sensor que ordena parar al dosificador, (véase Fig. # 4).

FIG. # 4 DOSIFICADOR DE LA MATERIA PRIMA



Cuando el nivel de material desciende, automáticamente continua trabajando el dosificador.

Finalmente cuando el material ha sido extruido llega al cabezal (parte final de la extrusora) donde el material fundido toma su forma; esto es la de tubería, y el cual lo podemos apreciar en la Fig. # 5.

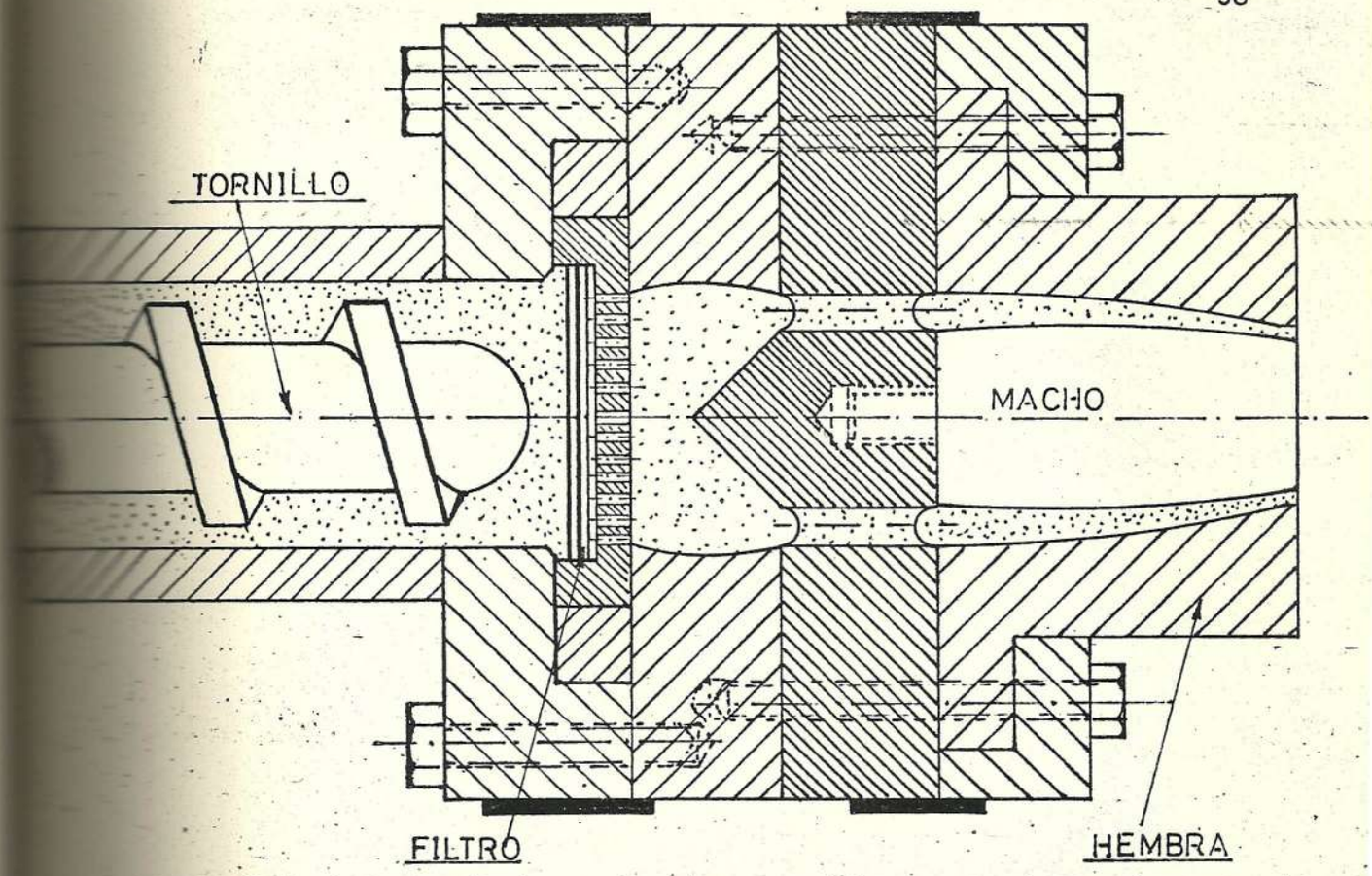


FIG. # 5 DADO (MACHO - HEMBRA)

2.1.2.- CAMARA DE VACIO

La cámara en su entrada posee un anillo de calibración que determina la dimensión final de la tubería, el inicio del período de enfriamiento y como su nombre lo indica, produce un vacío dentro del recinto, ayudado por bombas de vacío, consiguiéndose de esta manera que las paredes de la tubería no disminuyan el diámetro interior por efecto de la diferencia de presión entre la región interna y externa de la tubería, especialmente en su pri

mera etapa de endurecimiento de la tubería.

De la calibración de la hembra con respecto al macho y de las condiciones de la cámara de vacío depende en un alto porcentaje las dimensiones finales de la tubería (Véase Figuras 6a - 6b)

FIG. # 6a. MUESTRA LA SALIDA DEL MATERIAL DEL DADO Y LA ENTRADA A LA CAMARA DE VACIO.

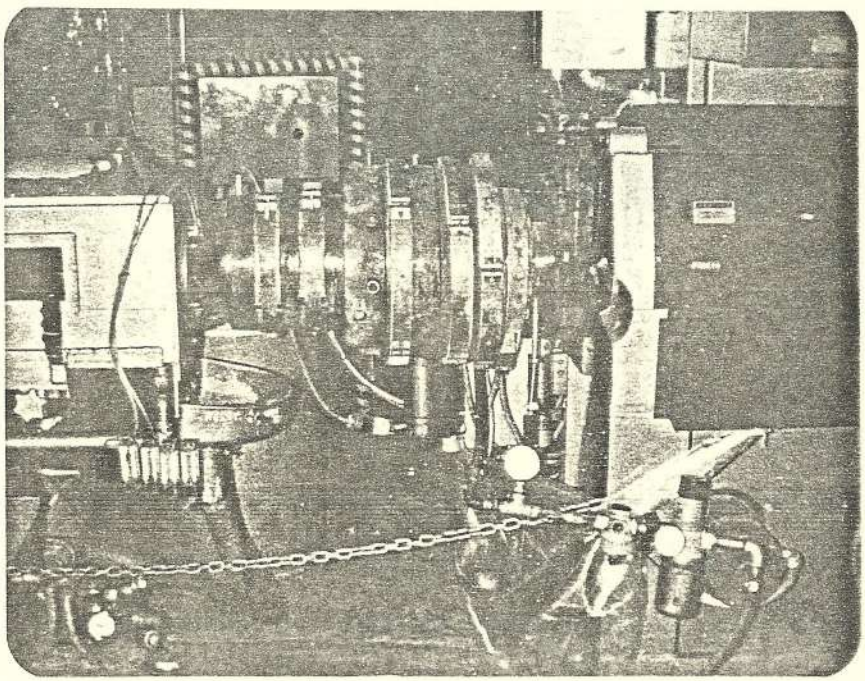
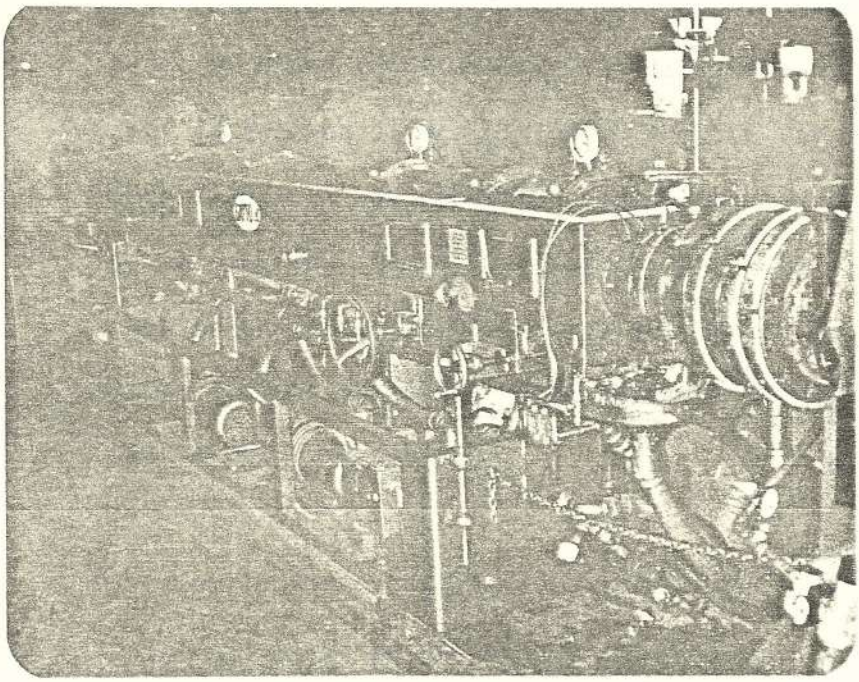


FIG. # 6b VISTA GENERAL DE LA CAMARA DE VACIO Y ENFRIAMIENTO DE LA TUBERIA



2.1.3.- CAMARAS DE ENFRIAMIENTO

Son recipientes largos donde se produce una circulación de agua fría que recibe calor proveniente de la tubería produciendo el enfriamiento de la misma, dependiendo de la temperatura del agua de refrigeración, del flujo o caudal utilizado y de las dimensiones de la tubería se utiliza una o dos cámaras de enfriamiento, lo más importe es obtener a la salida de la última cámara de enfriamiento una tubería lo suficientemente endurecida para evitar una deformación de la misma con la presión ejercida por el tirador.

2.1.4.- TIRADOR

Dispositivo conocido como "PULLER" que sirve para producir una tracción de la tubería; la velocidad del tirador es dependiente de la velocidad del tornillo extrusor, ya que una diferencia notable entre las dos velocidades producen una variación pronunciada de las paredes de la tubería y hasta la interrupción de la línea de producción por pared débil o estancamiento de material producido por una excesiva entrega del mismo por parte del tornillo extrusor.

El traccionador, realiza esta función mediante dos cadenas plásticas paralelas que se encuentran en contacto con la tubería y diametralmente opuestas estas cadenas poseen una forma concaba que sirve para incrementar el área de agarre o contacto. Las cadenas tienen desplazamiento vertical para regular a los diferentes diámetros de tubería y su velocidad lineal es producida por un motor-reductor cuya velocidad está controlada por un panel instalado junto al panel de control de la extrusora, (véase la Fig. # 7).

2.1.5.- EMBOBINADOR

Este dispositivo recibe la tubería y la enrolla forman

do circunferencias cuyos diámetros están en función del diámetro de la tubería, deben ser de tal magnitud que no se quiebre la tubería y preste las facilidades de manipuleo y tansporte.

Antes de embobinarse la tubería ésta es impresa para identificación de la misma.

El embobinador realiza su giro utilizando un motor-reductor que transmite su movimiento por medio de una cadena y ésta a su vez hace girar el carrete o bobina. (Vease Fig. # 8).

El rollo de tubería es atada para evitar que la tubería se desenrrolle, acto que puede ser peligroso debido a la elasticidad de la tubería.

Fig. # 7 Vista General del Tirador " Puller"

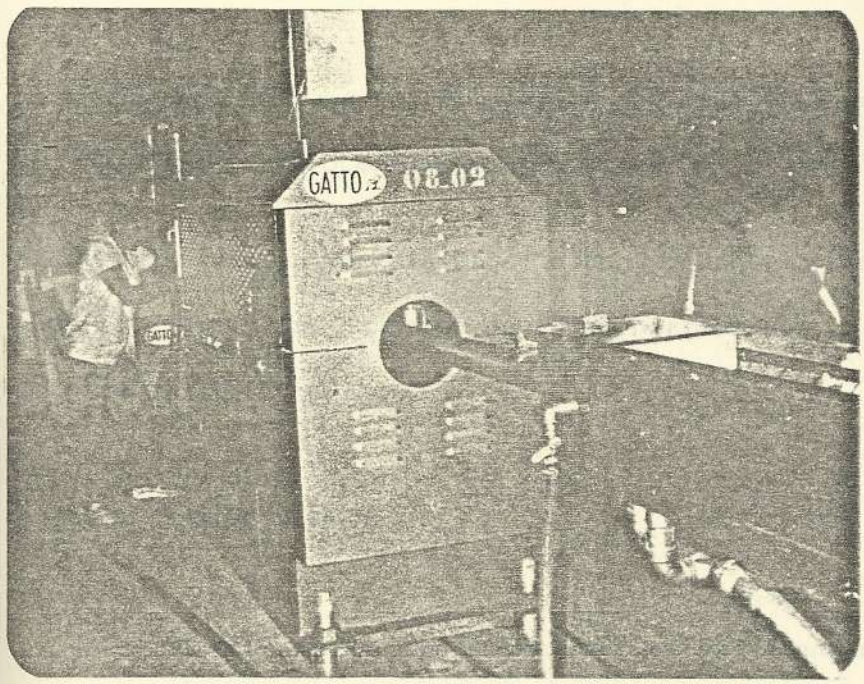
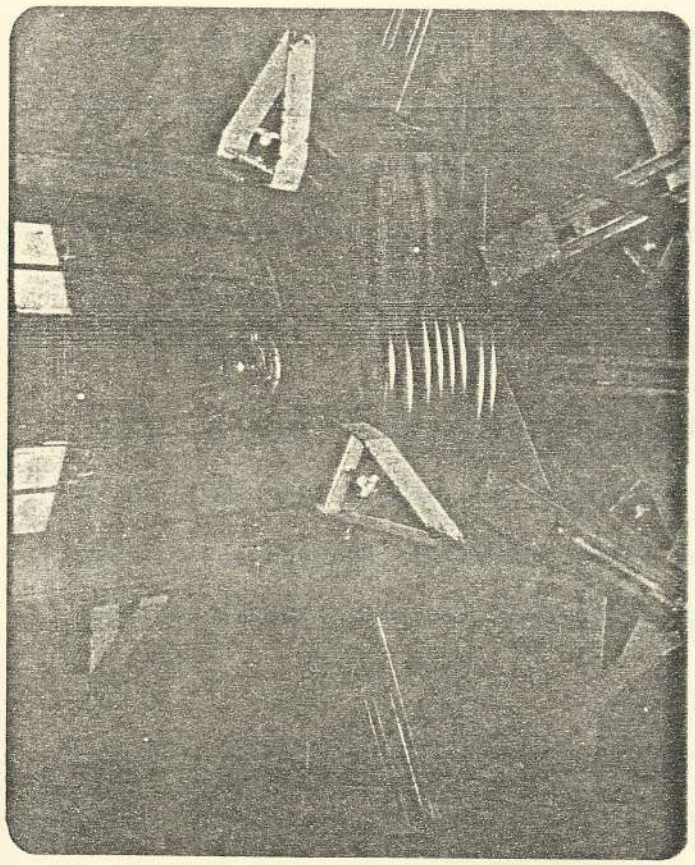


Fig. # 8 Muestra el Embobinador de Tubería



2.2.- MATERIA PRIMA

La producción de tubería básicamente contiene tres componentes: resina virgen, reprocesado y pigmento.

Además intervienen materiales de orden secundario como parte del proceso entre ellos tenemos: agua de enfriameinto, aire comprimido, fluído eléctrico, etc.

2.2.1.- RESINA VIRGEN

La utilización de polietileno de baja densidad es recomendada para el transporte de agua potable por la Fundación Nacional de Salubridad (National Sanitation Foundation) y otras autoridades de Salud de los Estados Unidos de América, esto condujo a la ASTM a definir 4 grados básicos en la manufacturación de tubería, todos ellos de clase C según la especificación D1248: grado P14, grado P23 , grado P33 y grado P34.

Para establecer la identificación del Polietileno usado en la manufacturación de la tubería, la ASTM utiliza dos dígitos después del grado, estos indican el esfuerzo de diseño hidrostático en unidades de 100 PSI.

Los materiales más utilizados y recomendados por el Instituto de tubería Plástica PPI (Plásticos Pipe Institu-

te).

ASTM especificación D1248, según el esfuerzo de diseño hidrostático recomendado, son los siguientes:

PE1404: Polietileno de grado P14 y un esfuerzo de diseño hidrostático de (400 PSI) 2.76 MPa.

PE2305: Polietileno de grado P23 y un esfuerzo de diseño hidrostático de (500 PSI) 3.45 MPa.

PE3306: Polietileno de grado P33 y un esfuerzo de diseño hidorstático de (630PSI) 4.34 MPa.

PE3406: Polietileno de grado P34 y un esfuerzo de diseño hidrostático de (630 PSI) 4.34 MPa.

Estos esfuerzos de diseño hidrostático son considerados para agua a 23°C (73.4°F).

Todos estos materiales utilizados para la elaboración de tuberías son de clase C, esto es negro, resistente al desgaste y con un contenido no menos al 2% de negro al carbón.

Para la producción de tubería, motivo de este estudio

se utiliza una resina designada por la ASTM especificación D1248 como PE1404 definida como Polietileno de baja densidad, categoría 4 y que tiene un esfuerzo de diseño hidrostático de 400 PSI, entendiéndose por polietileno de baja densidad una densidad comprendida entre 0.910 y 0.925 g/cm^3 y categoría 4 por tener un flujo nominal entre 0.4 y 1 gm por cada 10 minutos a 190°C y 2160 gm de carga, esto es conocido como índice de fluides.

Se detalla a continuación algunas propiedades de una resina de grado P14.

TABLA III

PROPIEDADES FISICAS	METODO ASTM	VALOR
Esfuerzo de tracción mínima	D638	12MPa
Elongación mínima %	D638	500
Temperatura de fragilidad máxima	D1525	-70°C

2.2.2.- REPROCESADO

Como su nombre lo indica, volverse a procesar, el desperdicio ocasionado por un cierto proceso donde se utiliza resina de baja densidad es llevado hacia unos molinos donde se procede a la trituración de este material

defectuoso, luego, por medio de un extractor es transportado hacia la tolva de una extrusora en la cual se procede a extruir y filtrarse para separarlo de elementos extraños al polietileno que pudieron introducirse o juntarse en el proceso anterior, a través de un distribuidor, la extrusora entrega el polietileno en forma de hilos o filamentos que son enfriados en un tanque de agua, y por último, son granulados mediante una cuchilla rotativa, para lograruna forma similar a la resina virgen.

El Polietileno al extruirse cambia sus propiedades y por tal motivo, el reprocesado que ha sido extruido por lo menos 2 veces posee características diferentes respecto al material virgen, entre ellas tenemos fluídes, brillo, adherencia, % elongación, etc.

2.2.3.- PIGMENTO

Es un colorante que participa en el proceso en un 3% del peso total de la materia prima empleada, teniendo una influencia considerable en la coloración, en este caso de color negro. Este pigmento es una resina de baja densidad, al participar en un porcentaje mínimo, no influye sobre las otras propiedades físicas del producto.

Además se tomó como pigmento el color negro por múlti-

tiples razones entre ellas tenemos; contrarrestar la degradación del plástico, evitar la proliferación y desarrollo de micro organismos transportados en el agua que contiene la tubería, estar en concordancia con el uso junto a la tierra, lodo, etc.

2.3.- PARAMETROS TECNICOS

En el proceso de fabricación de tubería con polietileno de baja densidad es necesario considerar una serie de parámetros técnicos que dependen de la resina utilizada y diámetro de la tubería a fabricarse.

El perfil de temperatura es uno de los parámetros técnicos que depende de la resina utilizada.

El perfil de temperatura es uno de los parámetros técnicos más importantes en el proceso, este deberá ser seleccionado de acuerdo a la asesoría técnica suministrada por el proveedor de la materia prima en consideración.

Es necesario destacar que una mala selección de este parámetro da como resultados: problemas de transporte del material a través del tornillo extrusor incremento de la presión en el cilindro y cabezal, condiciones de operación no aconsejables para la máquina, si la temperatura es excedida la materia prima pier

de algunas de sus propiedades plásticas y la máquina deberá ser limpiada para obtener un normal funcionamiento, esto es lo que se conoce comunmente como "material recalentado". Afortunadamente el perfil de temperatura, o las temperaturas en las distintas zonas de calentamiento pueden ser controladas automáticamente mediante el uso de un termocontrol (Regulador de temperatura) que recibe la señal de una termocupla que sensa la temperatura en la zona de calentamiento que una vez alcanzada la temperatura a la cual se calibró el termocontrol desconecta la resistencia, si esta temperatura continua subiendo por fricción de tornillo y transferencia de calor producida por resistencias adyacentes, el termo control cierra el circuito que pone en marcha un ventilador , de tal forma que es seleccionado por el operador en el termocontrol.

La velocidad del tornillo extrusor y la velocidad de tiro son factores determinantes en la calibración del espesor de la tubería un incremento de éste último da como resultado espesores grandes, peso exagerado y atascamiento de material en la cámara de vacío.

La presión de vacío es otro de los parámetros importantes dentro del proceso, cuando la presión de vacío no es suficiente el diámetro interno disminuye (tubería chupada) y a la inversa resultaría una tubería cuyo diámetro interior es mayor que el normal, y aparecen picaduras en la pared externa.

Por último es necesario considerar la temperatura y flujo de agua a través de calor substraída de la tubería no es la suficiente, la tubería presenta defectos visibles: como rayas producidos por los empaques de las cámaras y otros accesorios que entran en contacto con ella, deformación producida por el tirador ya que la tubería no tiene la consistencia necesaria al encontrarse todavía caliente.

A continuación se detallan las condiciones técnicas empleadas para la producción de tubería de un diámetro nominal 2"Ø .

Perfil de Temperatura:

Zonas : # 1 # 2 # 3 Seleccionada a 135°C.

Zonas : # 4 # 5 # 6 Seleccionada a 150°C

Resistencias en el dado # 1 - # 2 - # 3 seleccionada a 150°C

Velocidad del tornillo 45 RPM

Velocidad del Tirador 2m/min.

Presión de Vacío 160 - 200 mm Hg.

Temperatura del agua de enfriamiento 23°C

2.4.- SUMINISTROS BASICOS

En el proceso de fabricación de tubería de polietileno de baja densidad se utiliza otros elementos básicos además de la materia prima, los cuales se detalla en las secciones 2.2.1; 2.2.2 y 2.2.3; estos otros elementos son los que se conoce como suminis

tros básicos del proceso:

Agua de enfriamiento, energía eléctrica y aire comprimido.

El agua de enfriamiento utilizada para refrigerar.
El tornillo extrusor, evitar un sobrecalentamiento de la caja reductora, retirar calor en la zona de alimentación del material fundido y por último extraer calor de la tubería que se está produciendo, a fin de endurecer las paredes de la tubería.

Esta agua de enfriamiento utilizada en el proceso es alimentado a la maquinaria a una temperatura cuyo rango fluctúa entre 22°C 26°C, lógicamente que si el agua alimentada al tanque de enfriamiento y cámara de vacío se realiza a temperatura más elevada el flujo o caudal de agua deberá también ser maryor, para de esta forma extraer el calor necesario.

El caudal aproximado de agua de enfriamiento en el proceso es de 30 - 40 GAL/MIN.

La energía eléctrica consumida por la maquinaria en el proceso en su mayor cantidad es asimilada por la Extrusora, en este caso para poner en funcionamiento un motor de 100 HP, cámaras de vacío, tirador, embobinador y dosificador. Esta energía es suministrada a 440 V - 380 V - 110 V. La maquinaria tiene un transformador propio para conseguir esta gama de voltajes.

El aire comprimido consumido en el proceso es pequeño y su mayor parte es utilizado en el arranque de la línea de producción para calibración de las dimensiones de la tubería en el dado, para abrir y cerrar las cadenas de tracción del tirador y en el dosificador de material.

Es necesario destacar la utilización de otros elementos que intervienen en el proceso con menos frecuencia pero que sin embargo son importantes para la conservación de la maquinaria entre ellos tenemos los aceites y grasas lubricantes.

2.5.- CUIDADOS Y SEGURIDAD

Es necesario considerar algunos cuidados que son necesarios tomarse en cuenta durante el proceso de fabricación de tubería de polietileno de baja densidad, para lograr una alta productividad menor desperdicio, alta calidad, buena conservación de la maquinaria y protección de operación.

Evitar la presencia de elementos extraños mezclados con la materia prima, principalmente objetos metálicos que pueden ocasionar daños de consideración en la maquinaria, como rotura del tornillo extrusor y rayado de la camisa del cilindro. La presencia de impurezas particularmente en el reprocesado por ser un producto manipulado y contaminado produce grietas en la tubería, para ello es necesario controlar la presión de la maquinaria que nos

indica las condiciones en que se encuentra el filtro o malla que debe ser cambiado frecuentemente con el objeto de captar la mayor cantidad de impurezas.

La selección de un correcto perfil de temperatura asegura el normal trabajo del tornillo extrusor, es decir, trabajar sometiendo la maquinaria a esfuerzos para los cuales ha sido diseñada. Además permite obtener las mejores condiciones de manipulación y calibración de la tubería en proceso; si la temperatura es elevada el material puede ser quemado y perder ciertas propiedades que atentan contra la calidad del producto y se somete a la maquinaria a esfuerzos términos innecesarios; si la temperatura es menor a la óptima, se produce un incremento de la presión dentro del cilindro extrusor a esfuerzos mayores, el material tiene problemas de transportación y su calibración resulta complicada. A todo esto se asocia el cuidado que debe tenerse en la maquinaria en la refrigeración del tornillo extrusor y la tolva de alimentación, lo primero permite que el tornillo trabaje en su rango de temperatura aceptable y por lo tanto se asegura las mejores condiciones de trabajo del corazón de la maquinaria, la refrigeración de la tolva cumple con dos funciones importantes; la una es la de permitir la facilidad de transportación del material y evitar el atoramiento del mismo en el orificio de alimentación y la otra función es la de aislar los esfuerzos térmicos a la caja de transmisión, esto es, mejora las condiciones de operación del retenedor de la caja de transmisión que puede ser averiado al someter-

lo a altas temperaturas, también produce una disminución de la vida útil del aceite.

La correcta calibración del dado (macho-hembra) garantiza la uniformidad del espesor de la pared de la tubería y con ello las condiciones mecánicas que puede soportar la misma.

El embobinador o encarretador de tubería debe estar en concordancia con el diámetro de la tubería que se enrrolla para evitar que la tubería se quiebre, es decir, se malogre el producto terminado. Además debe considerarse que la tubería es flexible y al enrollarse acumula una cierta cantidad de energía Potencial elástica que puede resultar peligrosa en su manipulación si éstas no están bien aseguradas con cuerdas apropiadas; en la Tabla IV se detalla los diámetros de los rollos de acuerdo a su diámetro nominal:

TABLA IV

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO MINIMO DE ROLLO EMBOBINADO	
(Pulg.)	(mm.)	(Pulg.)
1/2"	1016.0	40
1"	1143.0	45
2"	1549.0	61
3"	1778.0	70
4"	1828.8	72

CAPITULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1.- BANCO DE PRUEBAS Y PRUEBAS

Para desarrollar las pruebas experimentales de tiempo corto (Presión de Ruptura), tiempo largo (Presión sostenida) es necesario implementar un Banco de Pruebas y realizar las respectivas pruebas.

Para una mejor visualización a continuación, se detallan los diagramas y fotografías de las pruebas requeridas.

a) PRUEBA DE TIEMPO CORTO:

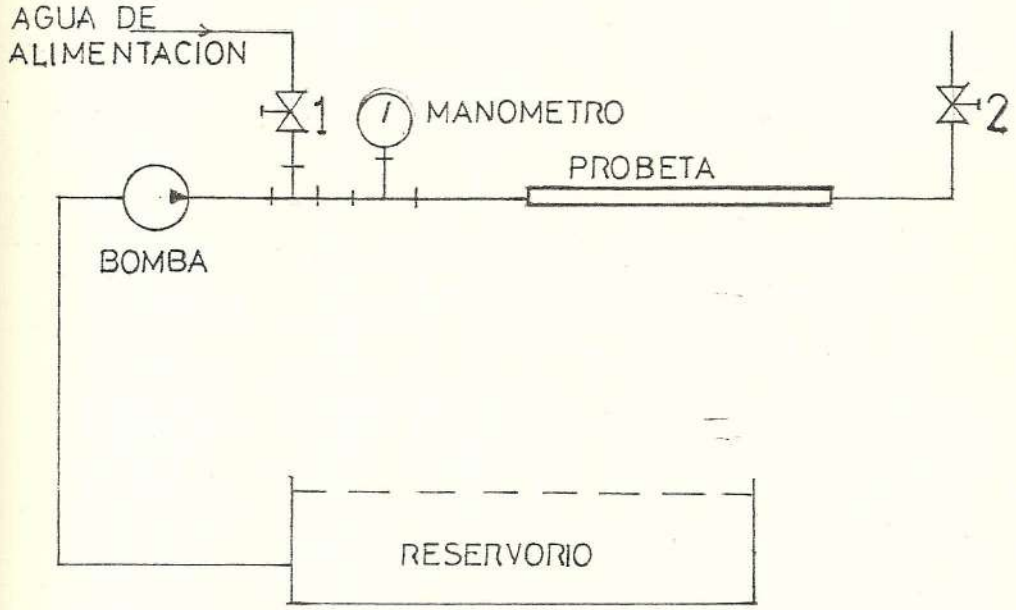


Fig. # 9: DIAGRAMA DE MONTAJE
" Prueba de Tiempo Corto"

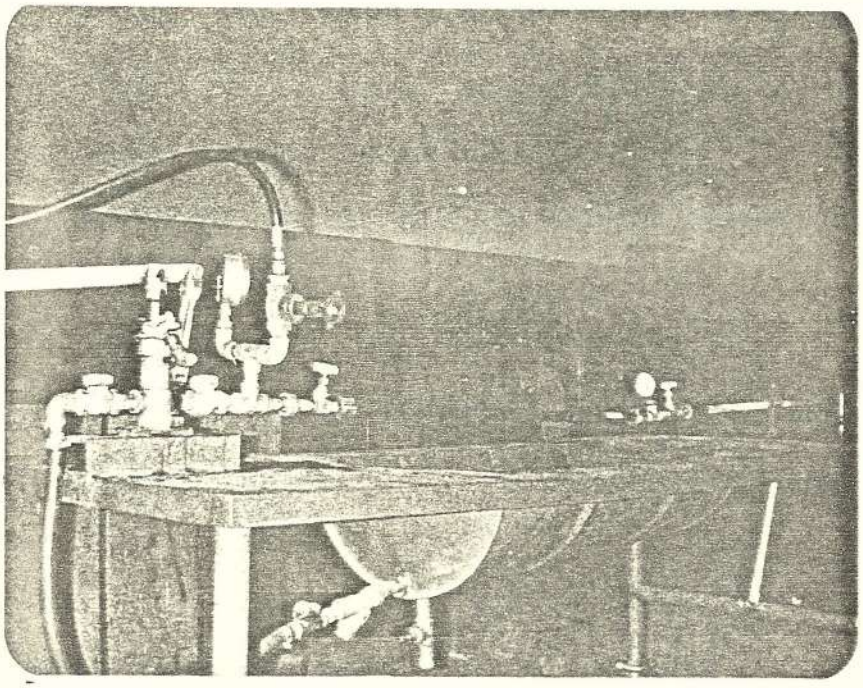


Fig. # 10 PROBETA ENSAMBLADA EN EL BANCO DE PRUEBAS
" Prueba de Tiempo Corto"

El procedimiento para ejecutar esta prueba se describe a continuación:

1.- Llenado de agua del reservorio.

2.- Ensamble de la probeta a los acoples según el diagrama, (Fig. # 10), esta probeta previamente debe ser medida y pesada.

3.- Abriendo las válvulas de compuerta 1 y 2 efectúe un llenado desaireado de la probeta, esto quiere decir que la probeta quedará completamente llena de agua, el agua es tomada de una línea principal de la planta.

4.- Cierre completamente las válvulas 1 y 2 opere rápidamente la bomba manual hasta producir la falla de la probeta, esta falla en la probeta, debe producirse en un tiempo de 60-70 segundos según norma ANSI/ASTM D1598.

5.- Tome lectura de la presión manométrica máxima antes de producirse la falla.

Asegurese que el sistema permanezca hermético en cada prueba, bien cerradas las válvulas en el momento de presurisar el sistema.

b) PRUEBA DE TIEMPO LARGO:

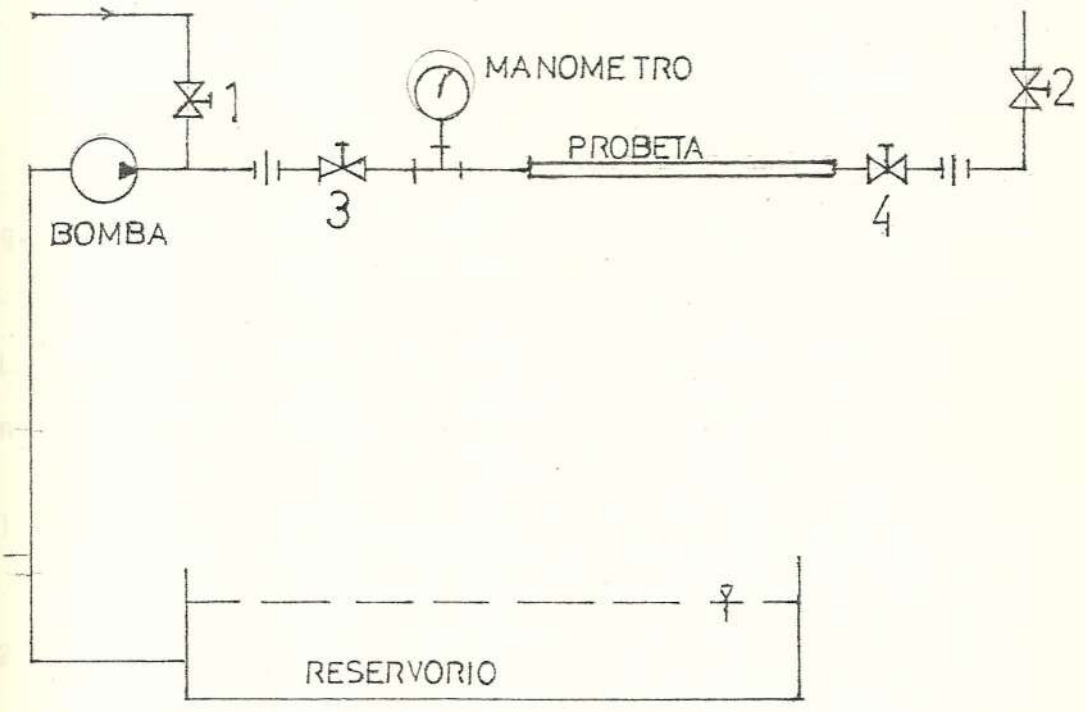


Fig. # 11 DIAGRAMA DE MONTAJE "Prueba de Tiempo Largo"

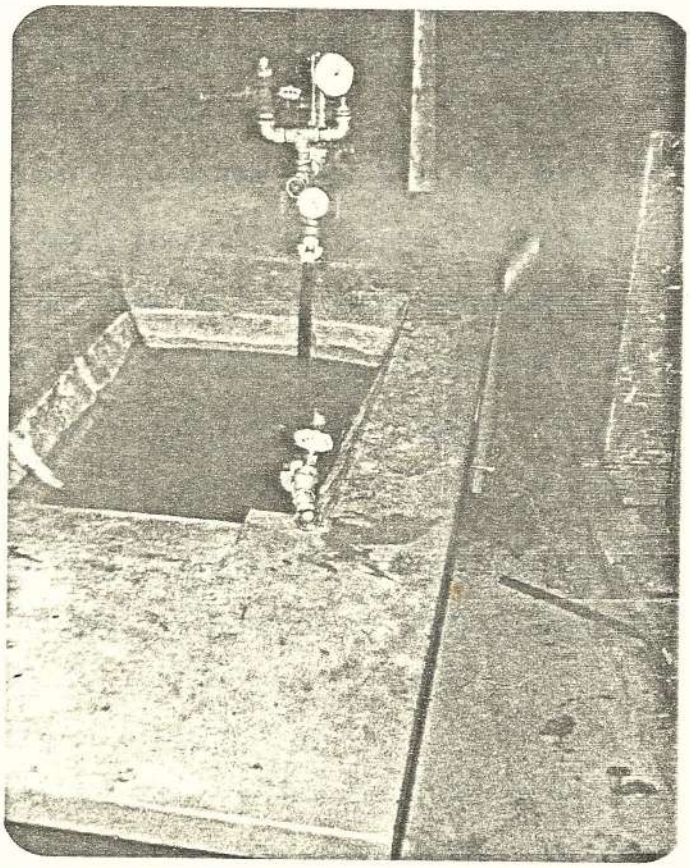


Fig. # 12 PROBETA PRESURIZADA DESMONTADA DEL BANCO DE PRUEBA

La prueba de tiempo largo conocida como prueba de presión sostenida se desarrolla de la siguiente manera:

1.- Ensamble la probeta en el sistema como se indica en el diagrama. (Fig. # 11).

2.- Abriendo las válvulas de compuerta 1-2-3 y 4 evacúe el aire del sistema, llenando la probeta completamente de agua.

3.- Cierre las válvulas 1-2-4 y proceda a incrementar la presión en la probeta hasta que ella sea igual a la presión estable

cida por la norma.

4.- Cierre la válvula 3. Asegúrese que la probeta quede hermético, y no exista pérdida de presión por fuga en las uniones y válvulas.

5.- Desmonte la probeta abriendo los nudos universales.

6.- Mantenga presurizada la probeta durante 1000 horas a una temperatura de 23°C aproximadamente.

7.- Cumplida las 1000 horas se confirmará si la probeta ha mantenido dicha presión de prueba.

3.2.- ANALISIS DE LOS PARAMETROS TECNICOS EN FUNCION DEL PORCENTAJE DE RESINA VIRGEN UTILIZADO EN EL PROCESO PARA DIFERENTES DIAMETROS NOMINALES: 1/2" - 1" - 2" - 3" - 4" .

Este análisis experimental consiste en dos pruebas fundamentales: La primera prueba es de tiempo corto y se determina la presión de ruptura de varias probetas a distintos porcentajes de materia virgen - reprocesado a diferentes diámetros nominales, estos detalles de esta prueba se dan a conocer en la sección 3.2.1.

La segunda prueba es denominada de tiempo largo o presión sostenida, que establece otro de los-factores técnicos importantes considerados en el control de calidad de las tuberías de polietileno de baja densidad, según las normas establecidas por ANSI/ASTM.

Los datos obtenidos y la forma como se procede ha obtener dichos datos se refieren más adelante en la sección 3.2.2.

3.2.1.- PRUEBA DE TIEMPO CORTO "PRESION DE RUPTURA"

Este ensayo establece la resistencia a la ruptura en tiempo corto de los tubos plásticos destinados a transporte de fluídos.

La probeta puede fallar al determinarse los siguientes hechos:

a) Fugas: Transmisión del fluído de ensayo a través de grietas o perforaciones con la consecuente pérdida contínua de presión.
b) Reventamiento: Cualquier expansión anormal localizada en la probeta producida por la presión hidráulica interna.
c) Filtración: Falla que ocurre a través de fisuras microscópicas en la pared de la probeta, frecuentemente a presiones cercanas a la de prueba.

Este método consiste en someter las probetas a presión interna en un período de 60 a 70 segundos. Se incrementa la presión uniformemente hasta que la probeta falle.

La longitud de las probetas según norma ANSI/ASTM D1598 deben ser siete veces o más el diámetro exterior de la tubería, en ningún caso menor a 300 mm.

En el presente estudio tomamos una longitud de 1000 mm. con el objeto de generalizar esta experiencia para tuberías hasta un diámetro nominal de 100 mm (4 pulg.) cuyo diámetro exterior es aproximadamente 114 mm.

Esta experiencia se realiza para cada diámetro nominal: 13 mm. (1/2"), 25 mm. (1"), 50 mm. (2"), 75 mm.(3") y 100 mm. (4 "), y para cada porcentaje de resina virgen-reprocesado de la mezcla que interviene en el proceso elaboración de las tuberías.

El procedimiento experimental se detalla a continuación:

1.- Preparación de las probetas, esto es, cortar en tramos de 100 mm. de longitud, 10 probetas de una determinada mezcla de resina.
2.- Pesar en una balanza de presición cada probeta, obteniendose el peso en gramos/metro, la precisión de la balanza utilizada es de 0,01 gramos.
3.- Identificar cada probeta del lote con un número.
4.- Tomar medida de diámetro interior de la tubería (4 lecturas por probeta, 2 lecturas en cada extremos) y espesor de pared (4 lecturas).
5.- Ensamblar en el Banco de pruebas la probeta que ha sido pesada y medida, según instrucciones dadas en la sección 3.1., y obtener la presión de ruptura.

Estos datos y resultados del ensayo son anotados en un formato como se detalla en el apéndice A.

El porcentaje de mezcla entre resina virgen y reprocesado se hace variar desde cero-cien (0-100) en intervalos de 10%, es difícil producir tubería en todos los diámetros nominales utilizando resina virgen 0% -reprocesado 100%, por su poca flexibilidad, causando problemas en su embobinado.

Estas pruebas se realizan en un ambiente de 23 $\pm$ 2°C según norma D2122.

Con el objeto de obtener una idea clara de la variación de las características mecánicas de la materia prima utilizada en el proceso, se define el esfuerzo circunferencial; parámetro que está en función de la presión interna de ensayo, diámetro externo promedio y espesor mínimo de pared, mediante la siguiente relación:

$$\sigma = \frac{P}{2}\left(\frac{D}{e} - 1\right) \qquad (3\text{-}1)$$

σ = Esfuerzo circunferencial (Kg/cm^2)

P = Presión interna de ensayo (Kg/cm^2)

D = Diámetro externo promedio (mm.)

e = Espesor mínimo de pared (mm)

3.2.2.- PRUEBA DE TIEMPO LARGO " PRESION SOSTENIDA "

Esta prueba se realiza individualmente con agua a una temperatura controlada, sometiendo la probeta a la presión correspondiente, de acuerdo a su diámetro nominal según la Tabla XXV.

La longitud mínima de la probeta es equivalente a 10 veces su diámetro nominal, en ningún caso mayor a tres pies (0,914 m.) En el presente estudio la longitud de la probeta se generalizó para todos sus diámetros en tres 0,914 m. (3 pies).

El tramo de tubería deberá conservar la presión de prueba con una tolerancia de (± 0,07 MPa) (± 10 PSI), por un tiempo de 1000 horas, la probeta deberá ser chequeada mínimo a las dos horas de haber comenzado la prueba, y controlando que la temperatura no varíe en ± 2°C de la temperatura establecida por la norma.

Es importante mantener completamente cerrado los extremos de la tubería para evitar fugas, con la consiguiente caída de presión en el sistema.

La prueba de presión sostenida sólo se realizó en probetas cuyo porcentaje de resina virgen-reprocesada representaban el más económico según la prueba de tiempo corto

3.2.2.- PRUEBA DE TIEMPO LARGO " PRESION SOSTENIDA "

Esta prueba se realiza individualmente con agua a una temperatura controlada, sometiendo la probeta a la presión correspondiente, de acuerdo a su diámetro nominal según la Tabla XXV.

La longitud mínima de la probeta es equivalente a 10 veces su diámetro nominal, en ningún caso mayor a tres pies (0,914 m.) En el presente estudio la longitud de la probeta se generalizó para todos sus diámetros en tres 0,914 m. (3 pies).

El tramo de tubería deberá conservar la presión de prueba con una tolerancia de (± 0,07 MPa) (± 10 PSI), por un tiempo de 1000 horas, la probeta deberá ser chequeada mínimo a las dos horas de haber comenzado la prueba, y controlando que la temperatura no varíe en ± 2°C de la temperatura establecida por la norma.

Es importante mantener completamente cerrado los extremos de la tubería para evitar fugas, con la consiguiente caída de presión en el sistema.

La prueba de presión sostenida sólo se realizó en probetas cuyo porcentaje de resina virgen-reprocesada representaban el más económico según la prueba de tiempo corto

realizada anteriormente.

El procedimiento de prueba experimental se detalla a continuación:

1.- Se preparan probetas con una longitud de 0,914 m. (3 pies) (5 probetas).

Estas probetas pertenecen al mismo lote del cual se obtuvieron para realizar la prueba de presión de ruptura.

2.- Se identifica con un número.

3.- Se toman lecturas o mediciones de diámetro interno y espesor de pared.

4.- Ensamblar la probeta en el Banco de pruebas siguiendo instrucciones dadas en la sección 3.1.

5.- Proceder a desmontar la probeta presurisada con su respectivo manómetro incorporado del banco de pruebas ubicando la misma en un sitio donde se presenta las condiciones de temperatura de prueba.

6.- Inspeccionar periódicamente la probeta hasta que transcurran las 1000 horas de prueba, en la cual se puede determinar si la prueba ha sido satisfactoria.

Estos resultados están tabulados en un formato en el Apéndice B.

3.3.- ANALISIS DE RESULTADOS

Una vez obtenido ciertas mediciones en las proebtas de diferentes diámetros nominales, a diferentes porcentajes de mezclas, y realizadas ciertas observaciones en pruebas de presión sostenida, estas lecturas se tabulan por cada diámetro nominal de tubería, a fin de obtener una idea más precisa de los resultados.

Conociendo algunos resultados como diámetro externo promedio, espesor mínimo de pared y presión interna promedio de ensayo para cada porcentaje de mezcla, por cada diámetro nominal de tubería, calculamos el esfuerzo circunferencial mediante la relación (3-1) definida en la sección (3.2.1.), estos resultados son tabulados y graficados.

Para la elaboración de las tablas y gráficas correspondientes se consideraron las mediciones que se ajustan a la norma, fundamentalmente en lo referente al espesor de pared de la tubería, cuando el espesor de pared se incrementa, la presión de ruptura también se incrementa, obteniéndose resultados no compatibles con el presente estudio cuya finalidad es conocer la influencia de la variación de los porcentajes de mezcla de la materia prima sobre las propiedades de la tubería.

A medida que se incrementa el diámetro interno la presión de ruptura disminuye.

La materia prima reprocesada por ser un material con propiedades plásticas inferiores al producto virgen, esto es, más rígido y por contener impurezas o contaminaciones, su presencia represen ta un cierto riesgo de falla por fugas y filtración. El uso del material reprocesado obedece a consideraciones de orden económi co, esto significa que su costo de producción disminuye.

La presión de ruptura y el esfuerzo circunferencial de la tube ría son mayores cuando el porcentaje de materia prima virgen au menta hasta un cierto valor, luego, cualquier incremento de por centaje de material virgen representa un incremento en la pre- sión de ruptura y esfuerzo circunferencial de la tubería.

3.3.1.- DETERMINACION DEL PORCENTAJE OPTIMO DE RESINA VIRGEN QUE CUMPLE CON LAS NORMAS ANSI/ASTM.

Considerando los resultados obtenidos en las dos pruebas fundamentales; tiempo corto y tiempo largo; conociendo las normas de exigencias ANSI/ASTM y desde el punto de vista económico, el utilizar la menor cantidad de resina virgen en el preoceso de producción, significa disminuir el costo de producción.

Todos estos factores constituyen la base fundamental pa ra la determinación del porcentaje óptimo de resina vir gen que debe utilizarse en la elaboración de la tubería de polietileno de baja densidad.

Para tuberías cuyo diámetro nominal es 13 mm. (1/2"), la prueba de tiempo corto elaborada para porcentajes de materia prima virgen desde 0 hasta 100, se detallan en el apéndice A y sus resultados en las Tablas V y VI. Con la finalidad de tener una idea clara de la influencia del porcentaje de elementos que constituyen la materia prima, se han graficado las curvas: Porcentaje de Materia Prima Virgen-Presión de Ruptura (Fig. # 13) y Porcentaje de Materia Prima Virgen-Esfuerzo Circunferencial (Fig. # 14).

Según la Fig. # 13, cuando el Porcentaje de materia prima virgen está comprendida entre 70-80% la presión de ruptura promedio alcanza su valor más elevado (3.60 MPa); en la Fig. # 14, para este mismo porcentaje de materia prima virgen su valor máximo de esfuerzo circunferencial es 118.2 Kg/cm^2. Es de anotar que cuando el porcentaje de materia prima virgen es mayor al 80% de las curvas de presión de ruptura y esfuerzo circunferencial disminuye por consiguiente resulta inconveniente desde el punto de vista técnico y económico elaborar una tubería con un porcentaje de materia prima virgen mayor de 80%.

Considerando los resultados obtenidos en la prueba de "Tiempo corto"cualquier mezcla de resinas cumple con la norma ANSI/ASTM D2104, sin embargo en la prueba de pre

TABLA V

% DE MEZCLA		DIAMETRO INTERNO [mm]			ESPESOR DE PARED			PESO ESPECIFICO [gm/m]			PRESION DE RUPTURA [MPa]		
VIRGEN	REPROC.	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
0	100	14.65	15.85	15.41	2.80	3.25	2.98	162.37	164.10	163.34	2.48	3.10	2.76
10	90	15.00	16.00	15.60	2.80	3.10	2.89	159.09	161.19	160.39	2.76	3.24	2.88
20	80	15.00	16.80	15.85	2.80	3.20	2.89	153.92	155.72	154.82	2.83	3.10	2.91
30	70	15.05	15.70	15.32	2.80	3.35	3.00	162.40	165.04	163.95	2.90	3.31	3.11
40	60	15.25	16.50	15.73	2.80	3.35	2.98	148.75	163.66	159.14	3.10	3.17	3.13
50	50	15.80	15.90	15.85	2.80	2.80	2.80	157.00	157.34	157.17	3.10	3.24	3.19
60	40	14.90	15.60	15.30	3.00	3.40	3.12	161.30	162.80	162.12	3.17	3.45	3.35
70	30	14.90	15.65	15.34	2.80	3.20	3.01	161.11	165.28	162.95	3.45	3.52	3.50
80	20	15.00	15.45	15.20	2.90	3.35	3.10	162.65	164.00	163.58	3.38	3.52	3.49
90	10	15.10	15.70	15.38	3.00	3.30	3.11	161.86	163.44	162.66	3.17	3.31	3.28
100	0	15.40	17.40	16.42	2.25	2.80	2.55	136.39	137.70	136.70	2.62	2.83	2.67

LAS PROBETAS CUYA MEZCLA CORRESPONDEN A 100% VIERGEN o REPROCESADO ESTAN FUERA DE NORMA.

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 13mm [1/2 PULG.]

TABLA VI

% MATERIA PRIMA VIRG.	DIAMETRO EXTERNO PROMEDIO [mm]	ESPESOR DE PARED MINIMO [mm]	PRESION INTERNA DE ENSAYO [kg/cm^2]	ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL DE TUBERIA[kg/cm^2]
0	21.37	2.80	28.15	93.35
10	21.30	2.80	29.38	97.08
20	21.47	2.80	29.70	99.02
30	21.31	2.80	31.73	104.87
40	21.41	2.80	32.13	106.07
50	21.34	2.80	32.57	107.81
60	21.47	3.00	34.17	105.51
70	21.34	2.80	35.70	118.19
80	21.41	2.90	35.55	113.45
90	21.56	3.00	33.46	103.53

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 13mm [1/2 PULG.]

FIGURA Nº 13

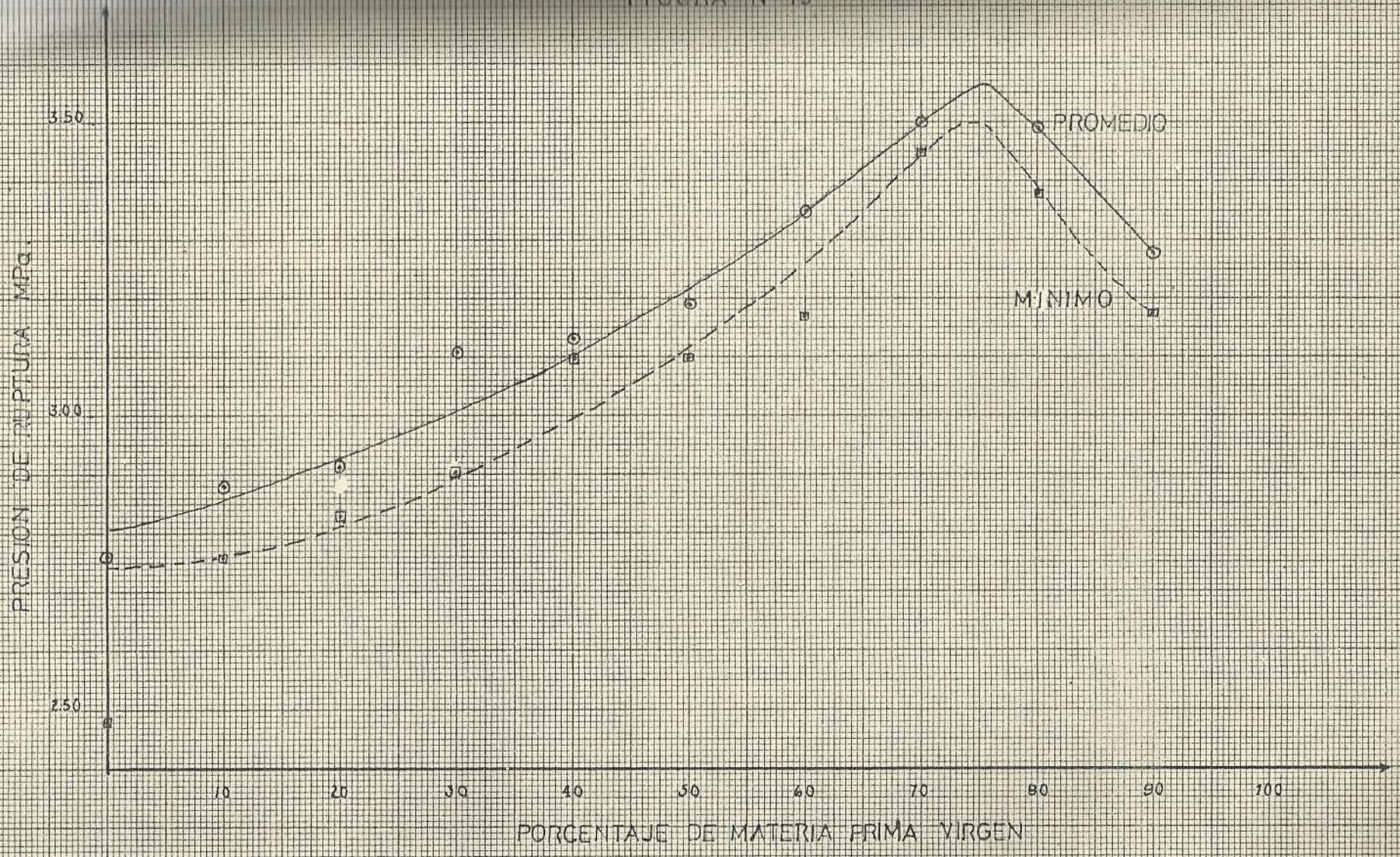
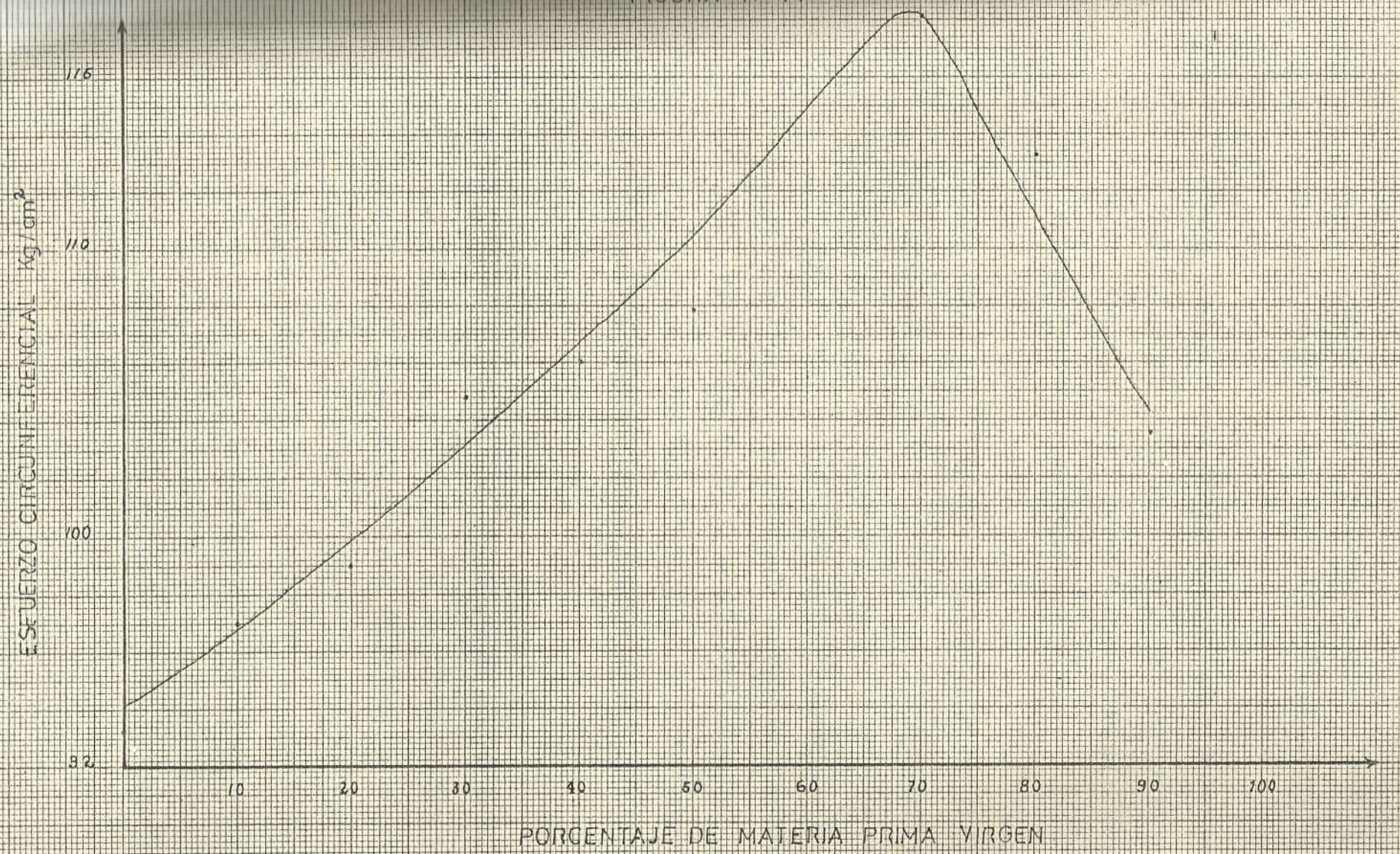

PRESION DE RUPTURA MPa.
3.50
3.00
2.50
PROMEDIO
MINIMO
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

FIGURA N° 14


116
110
100
92
ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL Kg/cm²
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

sión sostenida resulta completamente satisfactoria la mezcla de materia prima virgen 20% reprocesado 80%.

En conclusión podemos afirmar que una mezcla de resina virgen en un 20% y reprocesado en un 80% representa la mezcla óptima para la elaboración de tubería de diámetro nominal 13 mm. (1/2 pulg.).

Para tuberías cuyo diámetro nominal es de 25 mm. (1 ") la prueba de tiempo corto elaborada para porcentajes de materia prima virgen desde 10 hasta 100 se detallan en el apéndice A y sus resultados están dados en las Tablas VII y VIII. Para establecer la influencia de los elementos que constituyen la materia prima se han graficado la presión de ruptura y el esfuerzo circunferencial en función del porcentaje de materia prima virgen, Fig. # 15 y # 16 respectivamente.

En la Fig. # 15 cuando el porcentaje de materia prima virgen es equivalente al 60%, la presión de ruptura promedio tiene su valor más elevado (2.74 MPa); mientras que en la Fig. # 15 con un porcentaje de materia prima virgen de 60% el esfuerzo circunferencial también tiene su valor más alto (116.2 Kgf/cm^2). En las dos curvas, cualquier valor de porcentaje de materia prima virgen mayor a 60% la presión de ruptura y esfuerzo circunferen

TABLA VII

% DE MEZCLA		DIAMETRO INTERNO [mm]			ESPESOR DE PARED [mm]			PESO ESPECIFICO [gm/m]			PRESION DE RUPTURA [MPa]		
VIRGEN	REPROC.	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	90	25.30	26.55	25.95	3.70	3.90	3.83	346.27	346.27	346.27	2.42	2.42	2.42
20	80	25.50	27.45	26.48	3.40	3.85	3.61	319.89	334.78	328.38	2.42	2.48	2.43
30	70	26.30	27.60	26.97	3.40	3.60	3.48	3.18.10	318.85	3.8.48	2.48	2.48	2.48
40	60	25.90	26.50	26.25	3.50	3.90	3.80	347.24	351.00	348.66	2.55	2.55	2.55
50	50	25.00	26.70	26.13	3.50	3.90	3.83	340.51	345.57	343.79	2.55	2.69	2.62
60	40	25.40	26.50	25.91	3.60	3.90	3.76	344.69	348.60	346.03	2.69	2.76	2.74
70	30	24.95	26.70	25.74	3.70	3.90	3.80	348.87	353.51	351.19	2.55	2.62	2.60
80	20	25.00	26.25	25.73	3.75	3.90	3.84	350.96	350.96	350.96	2.55	2.55	2.55
90	10	25.25	26.20	25.86	3.60	3.90	3.79	316.25	316.25	316.25	2.55	2.55	2.55
100	0	25.50	26.10	25.71	3.65	3.90	3.80	345.75	345.75	345.75	2.42	2.42	2.42

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 25mm (1 PULG.)

TABLA VIII

% MATERIA PRIMA VIRG.	DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO [mm]	ESPESOR DE PARED MINIMO [mm]	PRESION INTERNA DE ENSAYO [kg/cm^2]	ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL DE TUBERIA[kg/cm^2]
10	33.60	3.70	24.69	99.76
20	33.60	3.40	24.80	110.14
30	33.89	3.40	25.31	113.47
40	33.85	3.50	26.02	112.81
50	33.62	3.50	26.72	115.02
60	33.52	3.60	27.96	116.19
70	33.34	3.70	26.53	106.26
80	33.40	3.75	26.02	102.87
90	33.44	3.60	26.02	207.84
100	33.31	3.50	24.69	105.14

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA : PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 25 mm [1 PULG.)

FIGURA 15

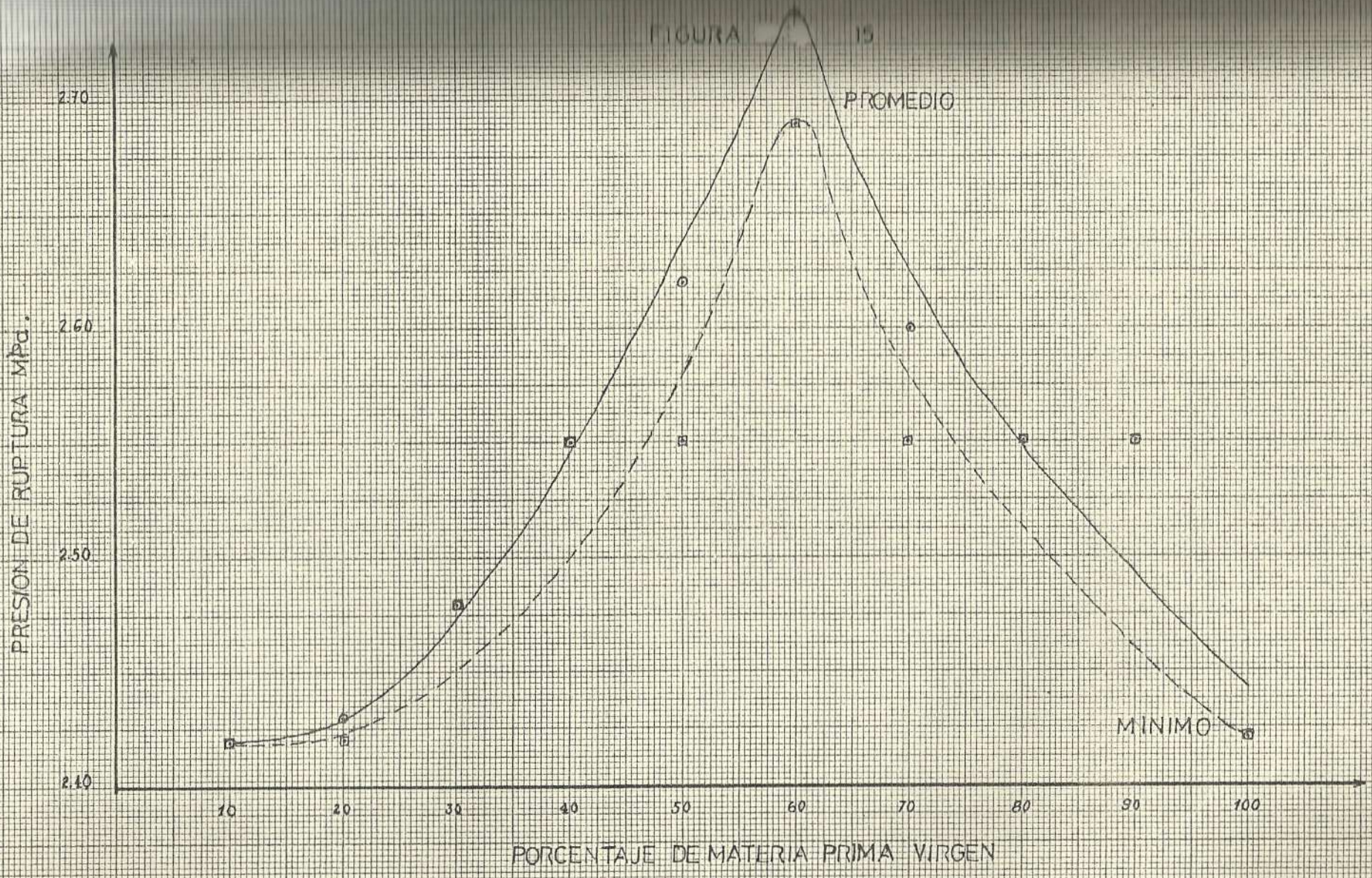
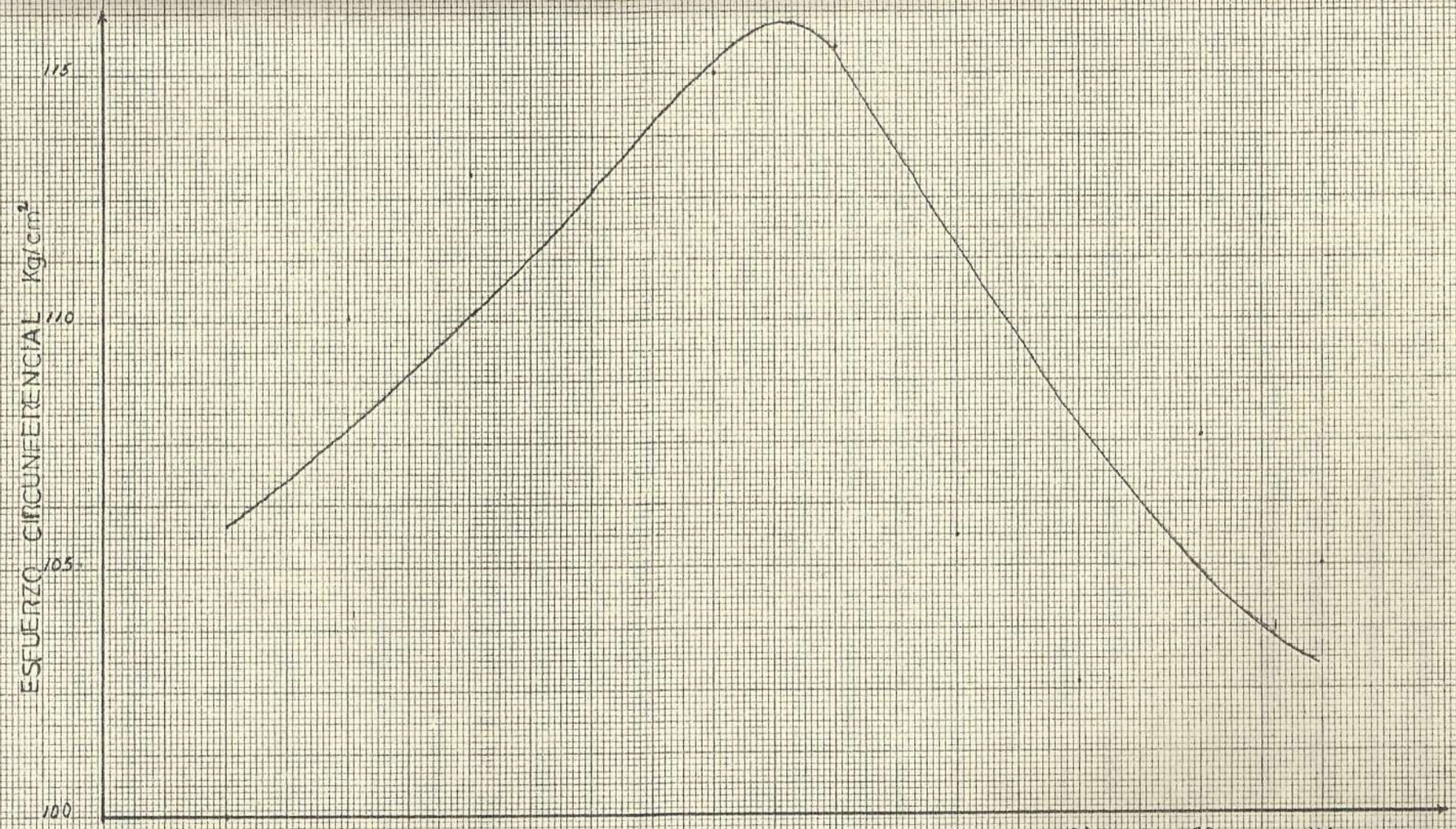

PROMEDIO
MINIMO
PRESION DE RUPTURA MPa.
2.70
2.60
2.50
2.40
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

FIGURA Nº 16


ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL Kg/cm²
115
110
105
100
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

cial disminuye por consiguiente: Elaborar una tubería de 25 mm. (1 Pulg.) de diámetro nominal utilizando más de 60% de materia prima virgen no es recomendable dadas las condiciones técnicas y económicas que implican.

Considerando los valores obtenidos en la prueba de "tiempo corto" cualquier mezcla de materia prima cumple con la norma ANSI/ASTM D2104 sin embargo, en la prueba de presión sostenida resultó satisfactoria. Podemos concluir que una mezcla de resina virgen en un 20% y resina reprocesada en un 80% representa la mezcla óptima para la elaboración de tuberías de 25 mm. (1") de diámetro nominal.

En tuberías cuyo diámetro nominal es 50 mm. (2 pulg.), la prueba de tiempo corto elaborada para porcentajes de materia prima virgen que varían desde 10 hasta 100, se encuentran tabuladas en el Apéndice A y las pruebas de tiempo largo, en el Apéndice B. Sus resultados resumidos están detallados en las Tablas IX y X, donde se obtiene una información de la influencia del porcentaje de materia prima virgen en la presión de ruptura y esfuerzo circunferencial de la tubería.

Con la finalidad de visualizar dicha influencia se ha

graficado la presión de ruptura mínima y promedio en función del porcentaje de materia prima virgen (Fig.17), de igual manera se representa una curva de esfuerzo circunferencial en función del porcentaje de materia prima virgen (Fig. # 18). Analizando las figuras 17 y 18, conjuntamente con las Tablas IX y X, se puede deducir que tanto la presión de ruptura promedio como el esfuerzo circunferencial de la tubería se incrementan cuando el porcentaje de materia prima aumenta, hasta que este valor es igual a 50, esto es, cuando la mezcla de materia prima contiene un 50% de materia prima virgen la presión de ruptura promedio alcanza su valor máximo, 1,94 MPa, de igual forma, el esfuerzo circunferencial de la tubería tiene su valor más elevado, 141,16 Kg/cm^2; cuando el porcentaje de materia prima virgen en la mezcla es incrementado la presión de ruptura y el esfuerzo circunferencial disminuye, por tanto, no se justifica alimentar en la tolva del extrusor, material virgen en más del 50% de la mezcla.

Según norma ANSI/ASTM D2104 una tubería de polietileno de baja densidad PE 1404 cédula 40 (Tabla XXIV), debe soportar una presión de ruptura de 1.17 MPa., según las pruebas de tiempo corto todas las pruebas satisfacen la norma antes mencionada.

% DE MEZCLA		DIAMETRO INTERNO (mm.)			ESPESOR DE PARED (mm.)			PESO ESPECIFICO (gm/m)			PRESION DE RUPTURA (MPa)		
VIRGEN	REPROC	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	90	52.00	52.40	52.13	4.00	4.20	4.08	800.00	810.00	806.00	1.59	1.65	1.62
20	80	52.00	52.40	52.18	3.95	4.20	4.08	800.00	810.00	807.50	1.65	1.72	1.68
30	70	52.00	52.40	52.14	3.95	4.15	4.04	800.00	810.00	805.00	1.72	1.86	1.79
40	60	52.00	52.50	52.16	3.95	4.10	4.03	795.00	810.00	802.00	1.79	2.00	1.88
50	50	52.00	52.50	52.21	3.95	4.10	4.03	795.00	810.00	803.50	1.86	2.00	1.94
60	40	50.00	51.70	51.02	4.80	5.06	5.03	810.00	815.00	810.83	1.72	1.86	1.77
70	30	49.90	51.20	50.71	4.85	5.25	5.00	820.00	820.00	820.00	1.72	1.86	1.79
80	20	52.00	52.50	52.23	3.95	4.20	4.07	795.00	810.00	806.00	1.65	1.72	1.71
90	10	51.90	52.50	52.17	3.95	4.20	4.08	800.00	810.00	807.00	1.59	1.72	1.67
100	0	51.90	52.50	52.18	4.00	4.15	4.07	800.00	810.00	805.50	1.59	1.65	1.64

Las Probetas cuya combinación de Materia prima Virgen-Reprocesado corresponden a 60-40 y 70-30 tienen espesores de pared fuera de la norma correspondiente.

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIÁMETRO NOMINAL: 50 mm. (2 PULG.)

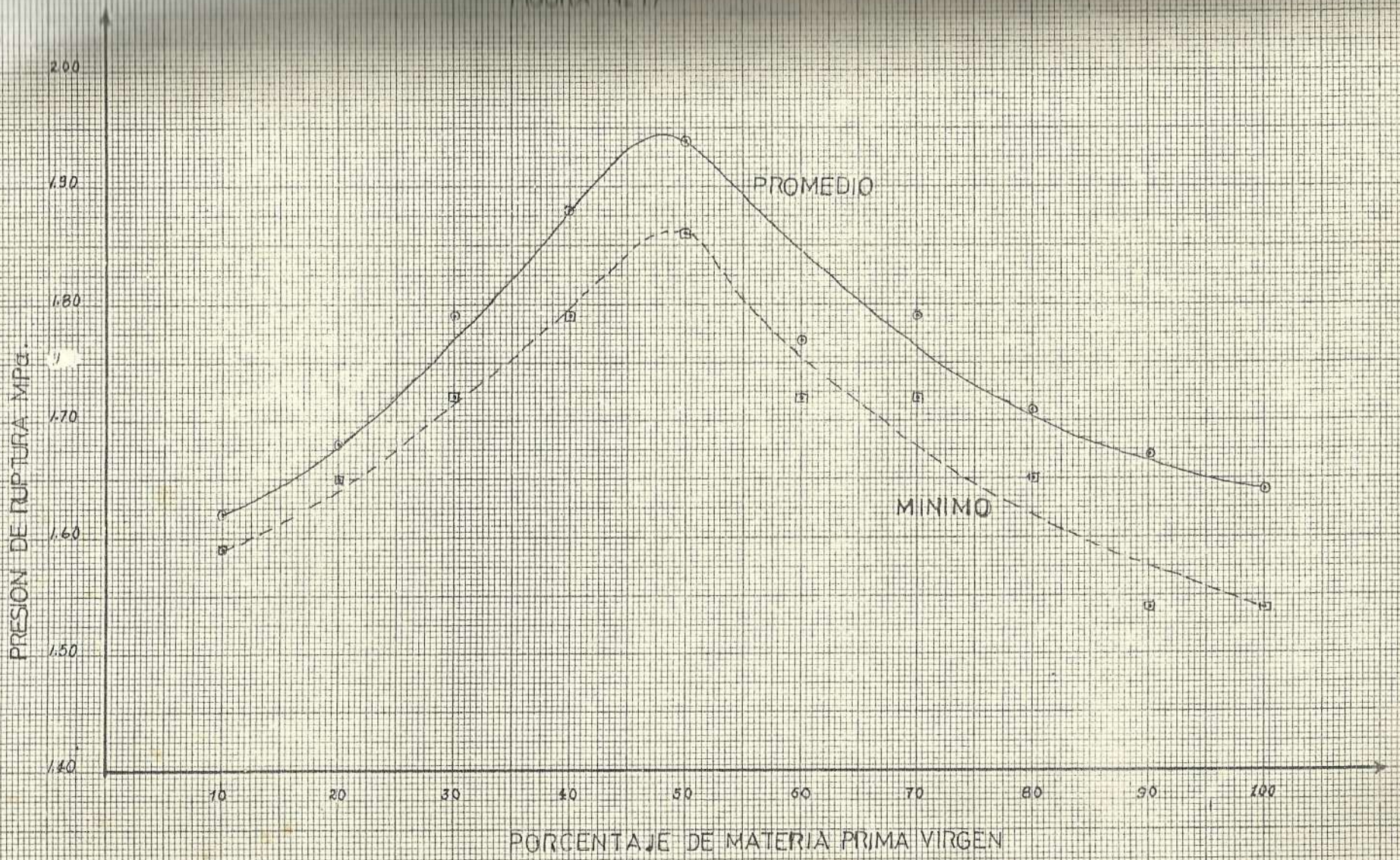
TABLA X

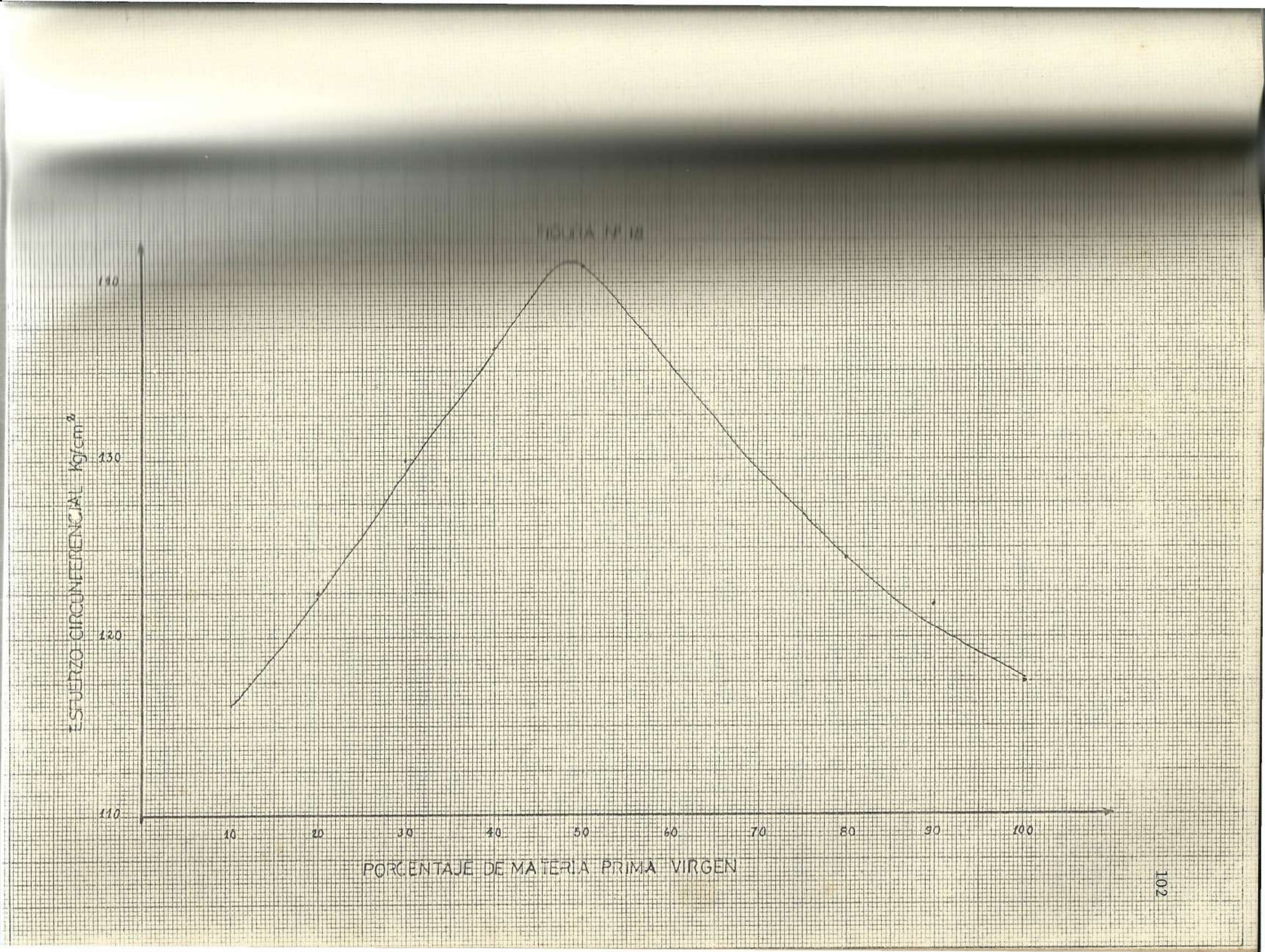
% MATERIA PRIMA VIRG.	DIÁMETRO EXTERNO PROMEDIO(mm.)	ESPESOR DE PARED MINIMO (mm.)	PRESIÓN INTERNA DE ENSAYO (Kg/cm^2)	ESFUERZO CIRCUNFERENC. DE TUBERÍA (Kg/cm^2)
10	60.29	4.00	16.53	116.31
20	60.34	3.95	17.14	122.34
30	60.22	3.95	18.27	130.13
40	60.22	3.95	19.18	136.62
50	60.27	3.95	19.80	141.16
60	61.08	4.80	18.06	106.88
70	60.71	4.85	18.27	105.21
80	60.37	3.95	17.45	124.62
90	60.33	3.95	17.04	121.61
100	60.32	4.00	16.73	117.78

ANALISIS DE RESULTADCS

PRUEBA: "PRESIÓN DE RUPTURA"
DIÁMETRO NOMINAL: 50 mm.(2 PULG.)

FIGURA Nº 17


PRESION DE RUPTURA MPa.
2.00
1.90
1.80
1.70
1.60
1.50
1.40
PROMEDIO
MINIMO
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN


TABLA N° 18
ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL Kg/cm²
140
130
120
110
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

En lo referente a la prueba de tiempo largo, las probetas cuya mezcla de materia prima virgen-reprocesado es equivalente a 20-80 respectivamente, la prueba resultó satisfactoria.

Para la elaboración de tuberías cuyo diámetro nominal es 50 mm. (2 pulg.), utilizar 20% de materia prima virgen y 80% de materia prima reprocesada representa la mezcla más económica que cumple con las normas ANSI/ASTM.

Para tuberías cuyo diámetro nominal es 75 mm. (3 pulg.), la prueba de tiempo corto es realizada para porcentajes de materia prima virgen que varía desde 10 hasta 100, dichas pruebas están tabuladas en el Apéndice A, las pruebas de tiempo largo están tabuladas en el Apéndice B.

Los resultados de la prueba de tiempo corto están resumidos en las Tablas XI y XII, donde se obtiene una información completa de la influencia del porcentaje de materia prima virgen sobre la presión de ruptura y el esfuerzo circunferencial de la tubería, con el objeto de tener una idea precisa de dicha influencia del porcentaje de materia prima virgen, se ha graficado las curvas: Presión de Ruptura Promedio y Mínima en función del porcentaje de Materia Prima Virgen (Fig. # 19), y

esfuerzo circunferencial de la tubería en función del porcentaje de materia prima virgen (Fig. # 20).

Realizando un análisis de resultados según las Tablas XI y XII y Figuras 19 y 20, se deduce que a medida que el porcentaje de materia prima virgen aumenta, tanto la presión de ruptura como el esfuerzo circunferencial de la tubería también aumenta, esto se cumple hasta que dicho porcentaje es igual a 50, donde la presión de ruptura tiene su valor más elevado 1.75 MPa. (17.85 Kg/cm^2) y el esfuerzo circunferencial de la tubería también tiene su valor más alto 118.34 Kg/cm^2.

Cualquier porcentaje de materia prima mayor a 50, la tubería tiene un esfuerzo circunferencial menor y por tal motivo soportará una presión menor.

En conclusión, técnica y económicamente no es recomendable elaborar una tubería con un porcentaje de materia prima virgen mayor a 50%.

Las pruebas de tiempo corto han sido satisfactorias en todas las combinaciones de materia prima: Virgen-Reprocesado, su presión de ruptura son mayores que la requerida por la norma: 1.10 MPa.

Es de destacar que el espesor de pared de las probetas

% DE MEZCLA		DIAMETRO INTERNO (mm.)			ESPESOR DE PARED (mm.)			PESO ESPECIFICO (gm/m.)			PRESION DE RUPTURA (MPa.)		
VIRGEN	REPROC	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	90	74.30	76.85	75.48	6.40	7.65	6.92	1680.00	1690.00	1683.33	1.93	2.07	1.98
20	80	74.45	77.00	75.56	6.35	6.40	6.38	1690.00	1700.00	1696.67	1.59	1.66	1.64
30	70	74.80	76.45	75.57	6.50	7.40	7.04	1700.00	1700.00	1700.00	1.59	1.59	1.59
40	60	74.55	78.40	76.60	5.80	7.10	6.27	1650.00	1660.00	1653.33	1.59	1.66	1.61
50	50	75.35	76.40	75.80	6.25	7.70	6.96	1690.00	1700.00	1693.33	1.73	1.79	1.75
60	40	75.35	76.40	75.80	6.15	6.76	6.82	1690.00	1690.00	1690.00	1.66	1.73	1.70
70	30	73.50	77.55	76.33	6.00	6.58	6.63	1610.00	1670.00	1621.25	1.73	1.79	1.74
80	20	74.90	77.60	76.11	6.05	7.05	6.42	1590.00	1610.00	1595.00	1.38	1.59	1.49
90	10	74.60	77.34	76.06	5.90	6.75	6.41	1590.00	1610.00	1601.67	1.45	1.79	1.61
100	0	75.20	78.40	76.92	6.00	7.90	6.60	1600.00	1630.00	1612.50	1.38	1.59	1.49

Las probetas cuyas mezclas de materia prima: Virgen-Reprocesado correspondientes a 10-90; 50-50 y 100-0. poseen espesores de pared relativamente superiores a las demás.

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIÁMETRO NOMINAL: 75 mm. (3 PULG.)

TABLA XII

% MATERIA PRIMA VIRG.	DIAMETRO INTERNO PROMEDIO (mm.)	ESPESOR DE PARED MINIMO (mm.)	PRESION INTERNA DE ENSAYO (Kg/cm2)	ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL DE TUB. (Kg/cm2)
10	89.32	6.40	20.19	130.79
20	89.48	6.35	16.72	109.44
30	89.64	6.50	16.21	103.67
40	89.14	5.80	16.42	117.97
50	89.12	6.25	17.85	118.54
60	89.30	6.15	17.34	117.22
70	89.50	6.00	17.74	123.44
80	88.94	6.05	15.19	104.06
90	88.87	5.90	16.42	115.45
100	90.12	6.00	15.19	106.48

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIÁMETRO NOMINAL: 75 mm.(3 PULG.)

FIGURA Nº 19

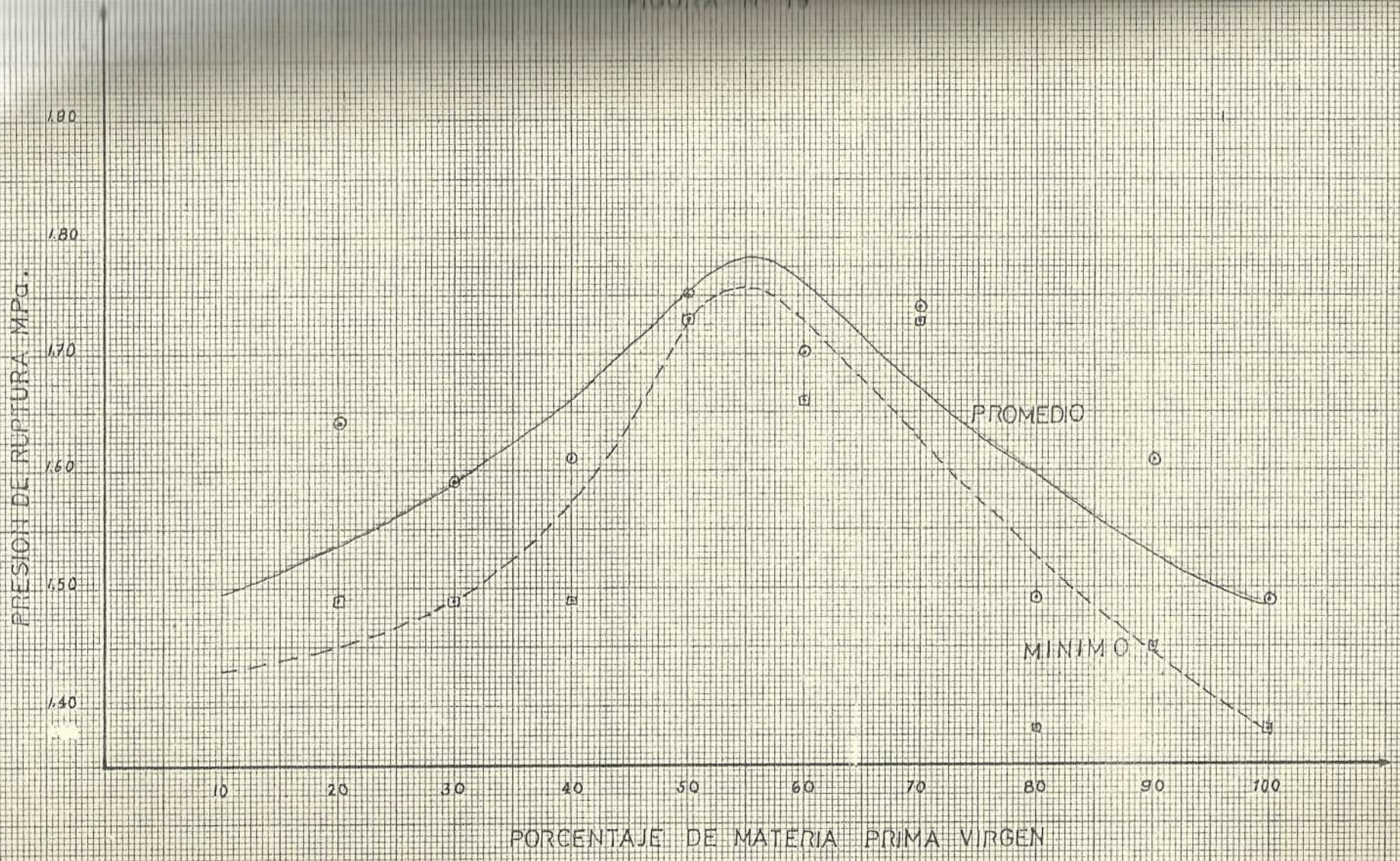
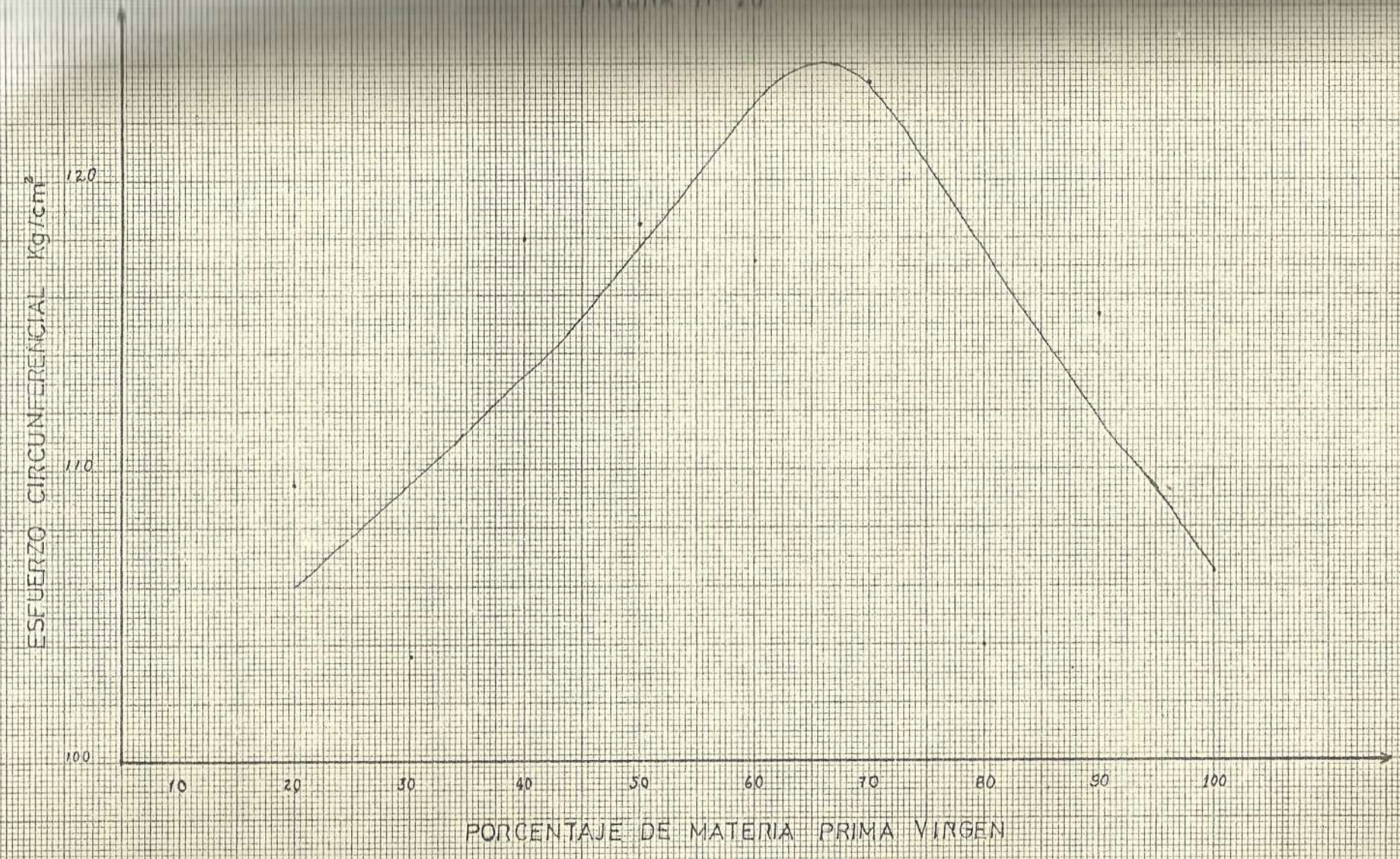

1.80
1.70
1.60
1.50
1.40
PRESION DE RUPTURA MPa.
PROMEDIO
MINIMO
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

FIGURA Nº 20


ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL Kg/cm²
120
110
100
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

que fueron analizadas son mayores que las exigidas por la norma 5.49 mm, tolerancia + 0,66 mm.

La prueba de tiempo largo se realizó en tuberías cuyo porcentaje de mezcla de materia prima Virgen-Reprocesado son: 10-90 y 20-80, siendo completamente satisfactoria la prueba realizada con tuberías cuyo porcentaje de materia prima virgen es 20%.

En conclusión, la producción de tubería PE1404 cuyo diámetro nominal es 75 mm. (3 Pulg.), resulta más económica y cumple con las normas requeridas por ANSI/ASTM, si se elabora utilizando 20% materia prima virgen y 80% materia prima reprocesada.

Para tuberías cuyo diámetro nominal es 100 mm. (4 Pulg.) la prueba de tiempo corto es realizada para porcentajes de materia prima virgen que varía desde 10 hasta 100, estas pruebas están tabuladas en el Apéndice A, las pruebas de tiempo largo se encuentran tabuladas en el Apéndice B.

Los resultados de la prueba de tiempo corto están condensados en las Tablas XIII y XIV, en dichas tablas se dispone de suficiente información sobre la variación de la presión de ruptura que soportan las tuberías dependien

do de los porcentajes de materia prima que fueron utilizados en su elaboración, de igual manera se destaca la influencia de la materia prima sobre el esfuerzo circunferencial de la tubería.

Las figuras 21 y 22 nos muestra en forma gráfica la influencia del porcentaje de materia prima virgen en su elaboración sobre la presión de ruptura que puede soportar una tubería y su esfuerzo circunferencial.

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos en las Tablas XIII y XIV, y las figuras 21 y 22, se puede definir que tanto la presión de ruptura que puede soportar una tubería como el esfuerzo circunferencial que ella posee aumenta cuando el porcentaje de materia prima virgen también es incrementado, esto se cumple hasta que este porcentaje de materia prima virgen tiene un valor de 50%, donde su presión de ruptura promedio tiene su valor más alto 1.42 MPa (14.49 Kg/cm^2) y el esfuerzo circunferencial tiene un valor equivalente a 113.83 Kg/cm^2; si continuamos aumentando el porcentaje de materia prima virgen en el proceso, los valores de presión de ruptura y esfuerzo circunferencial a conseguirse son menores, tal como nos indican las gráficas (Figuras: 21 y 22).

Todas las pruebas de tiempo corto satisfacen la norma

TABLA 8111

% DE RESINA		DIAMETRO INTERNO [mm]			ESPESOR DE PARED [mm]			PESO ESPECIFICO [gm/m]			PRESION DE RUPTURA [MPa]		
VIRGEN	REPROC.	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO	PROMEDIO
0	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	90	97.70	102.25	99.94	6.55	7.70	7.27	2.320	2.380	2.353	1.10	1.17	1.11
20	80	99.10	101.50	100.39	6.85	7.50	7.10	2.330	2.360	2.339	1.17	1.24	1.21
30	70	100.80	101.50	101.25	6.50	7.10	6.84	2.340	2.360	2.343	1.24	1.38	1.32
40	60	99.80	101.30	100.72	6.70	7.20	6.98	2.350	2.360	2.353	1.31	1.45	1.40
50	50	99.80	101.30	100.39	6.85	7.30	7.04	2.350	2.370	2.359	1.38	1.45	1.42
60	40	98.20	102.25	101.39	6.90	7.00	6.98	2.350	2.380	2.366	1.38	1.38	1.38
70	30	99.25	102.00	100.53	6.55	7.00	7.08	2.320	2.340	2.326	1.17	1.31	1.24
80	20	98.20	102.25	100.43	6.70	7.40	7.18	2.320	2.340	2.323	1.17	1.31	1.23
90	10	98.00	102.20	100.43	6.70	7.50	7.19	2.320	2.330	2.323	1.17	1.31	1.23
100	0	98.35	102.10	100.54	6.70	7.50	7.07	2.220	2.270	2.246	1.10	1.24	1.16

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 100mm[4 PULG.]

TABLA XIV

% MATERIA PRIMA VIRG.	DIAMETRO EXTERNO PROMEDIO [mm]	ESPESOR DE PARED MINIMO [mm]	PRESION INTERNA DE ENSAYO [kg/cm^2]	ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL DE TUBERIA [kg/cm^2]
10	114.48	6.55	11.33	93.35
20	114.59	6.85	12.35	97.12
30	114.93	6.50	13.47	112.35
40	114.68	6.70	14.29	115.15
50	114.47	6.85	14.49	113.83
60	115.35	6.90	14.08	110.65
70	114.69	6.55	12.65	104.43
80	114.79	6.70	12.55	101.23
90	114.81	6.70	12.55	101.25
100	114.78	6.70	11.84	95.50

ANALISIS DE RESULTADOS

PRUEBA: PRESIÓN DE RUPTURA
DIAMETRO NOMINAL: 100mm [4 PULG.]

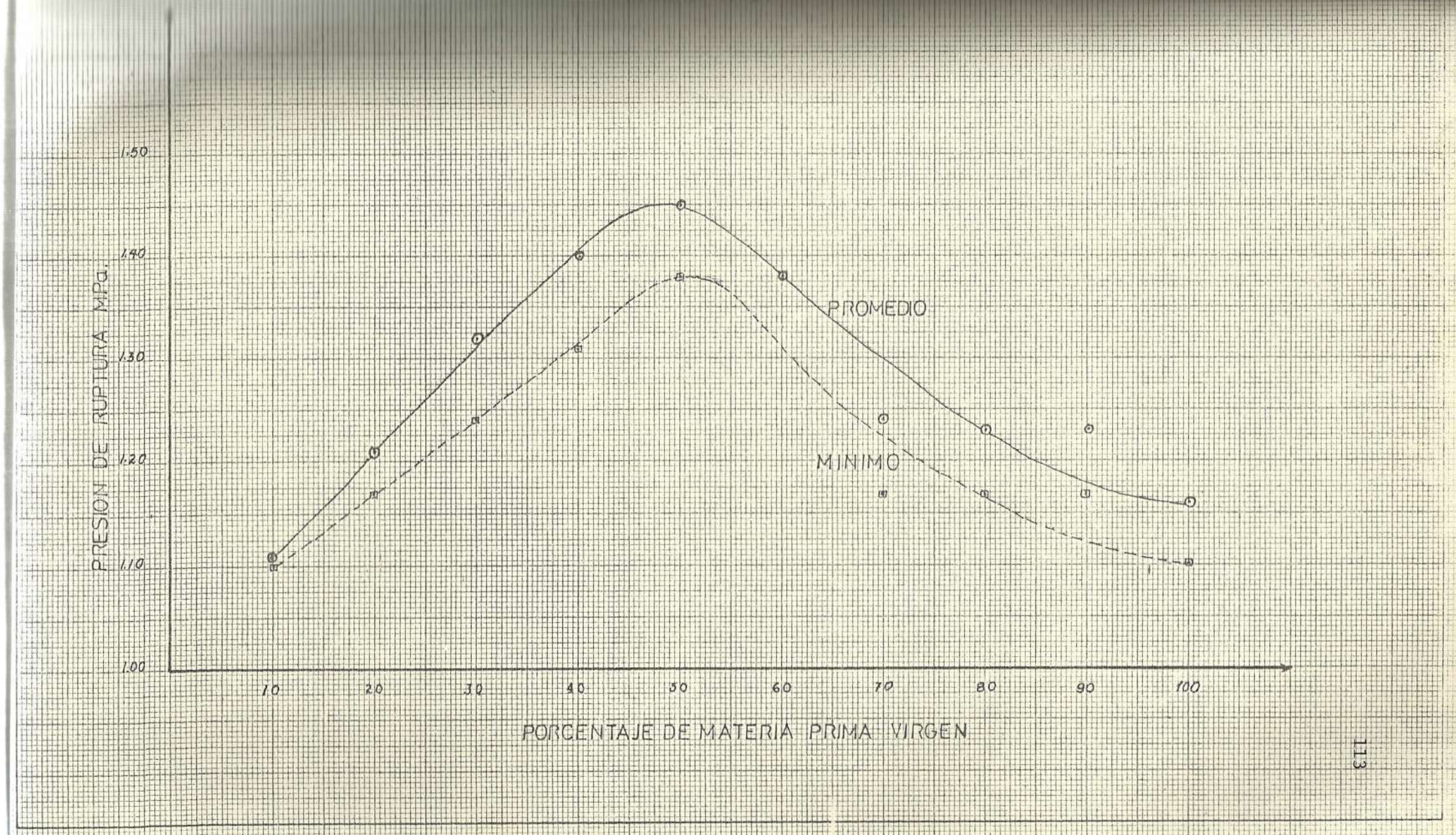
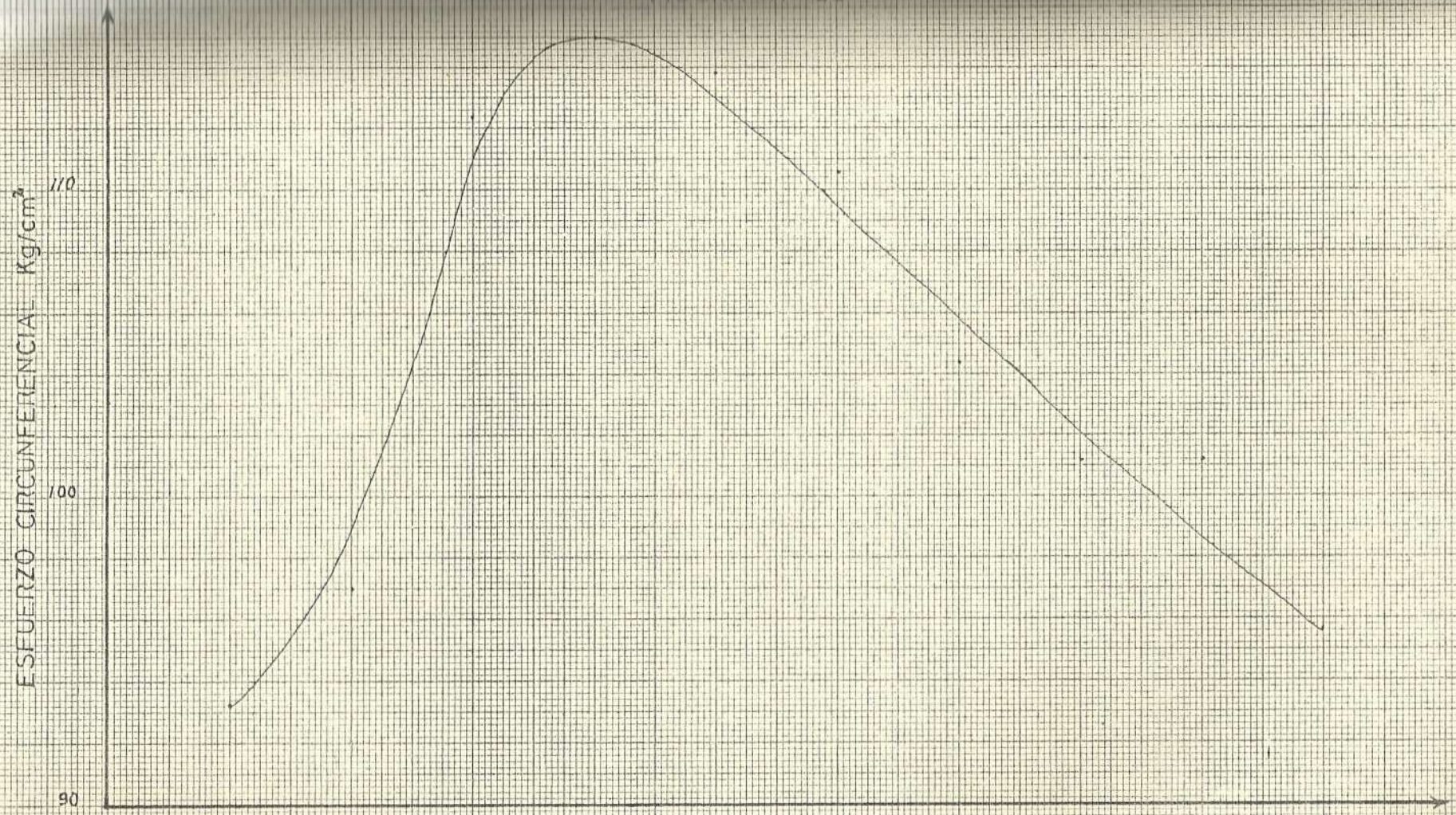

PRESION DE RUPTURA MPa.
1.50
1.40
1.30
1.20
1.10
1.00
PROMEDIO
MINIMO
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

FIGURA N° 22


ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL Kg/cm²
110
100
90
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN

ANSI/ASTM D2104, cuya presión mínima de ruptura recomendada es 0.97 MPa.

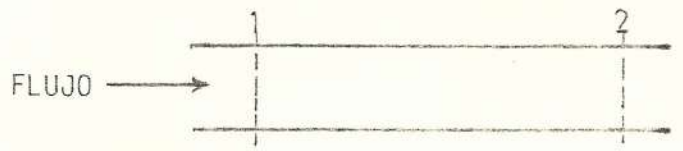
- La prueba de tiempo largo fue realizada para tuberías en cuyo proceso se utilizó porcentajes de materia prima virgen, equivalentes a 10%, 20% y 30%, siendo este último el porcentaje en que que la prueba obtuvo mejores resultados.

Se puede afirmar que para la elaboración de tubería PE 1404 cédula 40 diámetro nominal 100 mm. (4 Pulg.) su producción más económica cumpliendo con las normas ANSI/ASTM, resulta utilizando en su proceso 30% materia prima virgen y 70% materia prima reprocesada.

3.3.1.- DETERMINACION DE CURVAS DE PERDIDA DE PRESION PARA DIFERENTES DIAMETROS DE TUBERIA: 1/2" - 1" - 2" - 3" - 4" .

Las pérdidas de presión por fricción en tuberías dependen de la naturaleza y del fluído que por ella se transporta.

Evaluando la Ecuación de Energía en dos puntos de una tubería horizontal de diámetro constante.



$$\left(\frac{P1}{\rho} + \alpha \frac{V1^2}{2} + gZ1 \right) - \left(\frac{P2}{\rho} + \frac{V2^2}{2} + gZ2 \right) = \Delta H \quad (3\text{-}2)$$

Considerando que:

a) $Q1 = Q2 =$ constante

$A1 = A2$

$Q = A\bar{V}$

$V1 = V2$

b) $Z1 = Z2$ (Tubería horizontal)

La ecuación de la Energía se presenta de la siguiente forma:

$$\frac{P1}{\rho} - \frac{P2}{\rho} = \frac{P1 - P2}{\rho} = \frac{\Delta P}{\rho} = \Delta H \quad (3\text{-}3)$$

Esto significa que la Energía Mecánica es transformada en Energía Térmica por efectos del flujo a través del ducto.

Para flujo desarrollado laminar en tubería horizontal, la pérdida de cabezal por fricción es computada y está gobernada por la siguiente ecuación:

$$H = \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2} \frac{64}{Re} \; ; \quad Re < 2000 \quad (3\text{-}4)$$

donde:

Re representa el número de Reynolds que depende de las propiedades del fluído y del diámetro de la tubería; es un número adimensional.

$$Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu}$$

ρ : densidad del fluído

$\bar{V}$: velocidad de flujo

μ : viscosidad absoluta del fluído

D : diámetro interior de la tubería

Para flujo turbulento, desarrollado en Tubería Horizontal la pérdida de cabezal, por fricción se computa realizando un análisis dimensional, dependiente de los siguientes parámetros:

D : diámetro de la tubería

L : longitud de tubería

e : rugosidad de la tubería

$\bar{V}$: velocidad promedio del flujo

D : densidad del fluído

μ : viscosidad absoluta del fluído.

La pérdida de cabezal por fricción está gobernada por la siguiente ecuación:

$$H = f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2} \qquad (3\text{-}5)$$

donde:

f : factor de fricción determinado experimentalmente que depende del número de Reynolds (Re) y de la rugosidad realtiva de la tubería (e/D),

Estos resultados fueron publicados por L.F. Moody.

En el presente estudio calculamos experimental y analíticamente la pérdida de cabezal producida por la fricción en una tubería horizontal, obteniéndose resultados similares.

La prueba experimental se muestra en el siguiente diagrama y fotografía.

FIGURA Nº 23

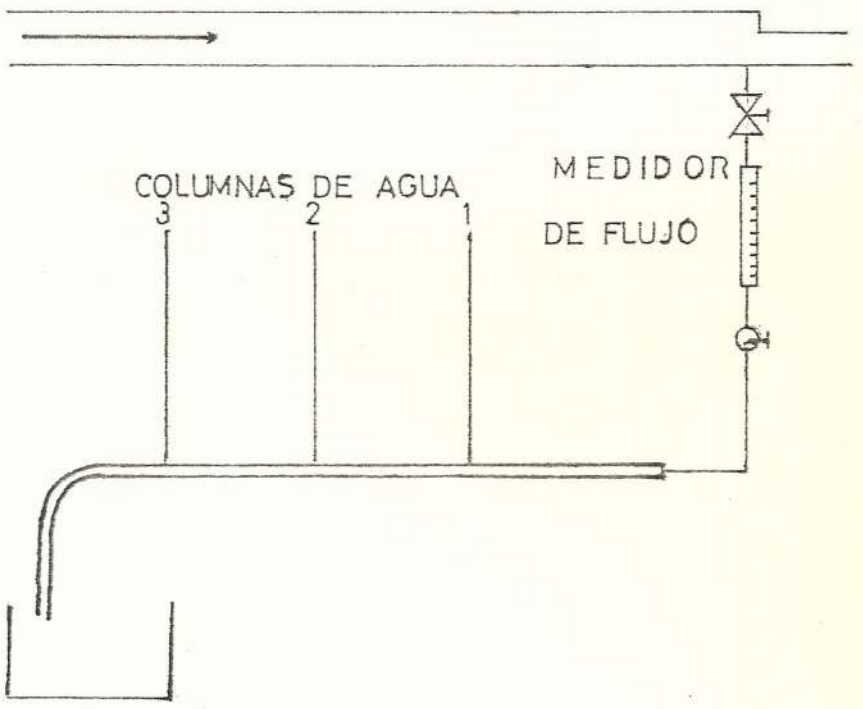
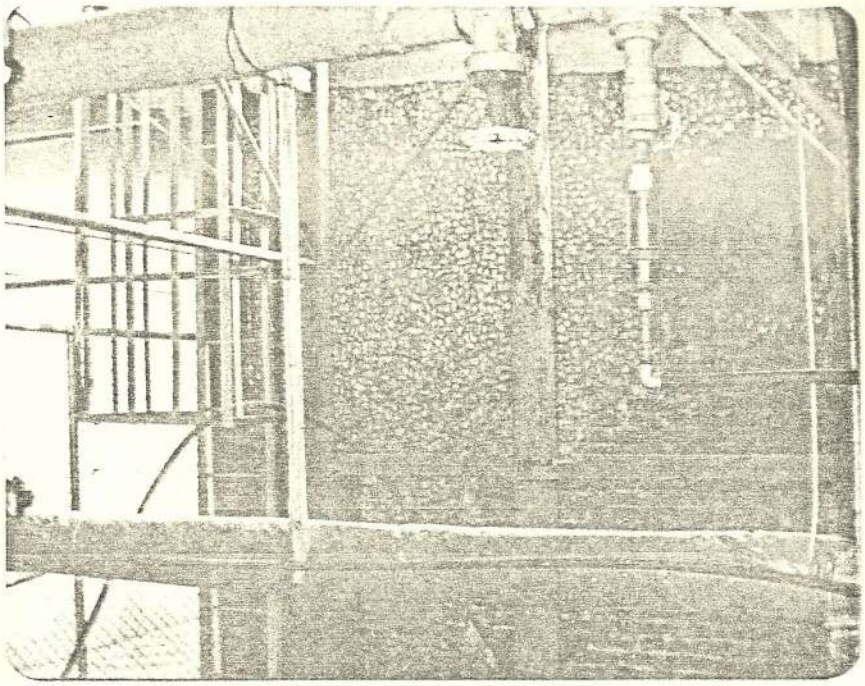


Fig. # 24 Esta fotografía muestra el ensamble de una tubería y las columnas del cabezal.



Esta prueba experimental se realizó con una tubería PE 1404 de diámetro nominal 13 mm. (1/2 Pulg.), obteniendose los siguientes valores, Véase Tabla XV.

TABLA XV

Q (Lt/Min.)	h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)
20	45.5	23.4	----
25	97.5	68.0	24
30	208.0	-----	118

Para los diferentes valores de caudal, dados en la Tabla XV calculamos analíticamente la pérdida de cabezal utilizando la expresión (3-5) y el diagrama de Moody, en la cual consideramos a la tubería de prueba como tubería lisa, expresando la pérdida de cabezal en m/100 m,

Utilizando los valores experimentales de columnas de agua dados en la Tabla XV, calculamos la pérdida de cabezal experimental también expresada en m/100 m.

Estos valores los tabulamos para su estudio comparativo en la siguiente Tabla.

TABLA XVI

Q (Lt/Min)	H. exp. (m/100 m)	H. analít. (m/m00 m)
20	22.10	21.90
25	33.12	33.40
30	45.00	45.08

Según los resultados expresados en la Tabla XVI, se puede deducir que para el cálculo de la caída de presión por fricción para una tubería de polietileno PE 1404 cédula 40 se puede utilizar la expresión (3-5) y el diagrama de Moody considerando dicha tubería como lisa, sin

incurrir en un error, ya que estos resultados son similares.

En el Apéndice C se tabulan resultados de Pérdidas de Cabezal H(m/100 m) para diferentes caudales Q(Lt/Min) en los siguientes diámetros nominales: 13 mm. (1/2 pulg) 25 mm (1 pulg.), 50 mm. (2 pulg.). 75 mm. (3 pulg.) y 100 mm (4 pulg.)

Además se muestran curvas comparativas de Pérdidas de cabezal en función del flujo entre tuberías de Polietileno PE 1404 y la tubería galvanizada.

CAPITULO IV

CONTROL DE CALIDAD

4.1.- DESCRIPCION

El Departamento de control de calidad realizará la labor de inspección y certificación de productos terminados, materias primas y suministros, que de una u otra forma entrarán a formar parte del producto terminado. Todos los productos deberán ajustarse a las normas de calidad señaladas.

Los supervisores deberán chequear los productos en las líneas de producción, realizar las pruebas necesarias y reportar los resultados. Igualmente deberán colaborar con el personal de Planta para la inspección de análisis de materias primas y/o suministros (resinas, pigmentos, etc.).

Los supervisores de Control de Calidad desarrollarán básicamente estas actividades:

1.- Recepción, muestreo y análisis de materia prima.
2.- Inspección del producto en las líneas de producción (visual).
3.- Supervisión y control de las pruebas de calidad.

Las labores en estas tres actividades estarán íntimamente re

lacionadas unas con otras, de tal manera, que el supervisor necesitará de la colaboración del jefe de sección para poder efectuar las pruebas y/o análisis para el suministro de muestras y el desarrollo de una prueba que requiera de la ayuda de otra persona.

En la sección de Pesos y Medidas habrá una persona encargada con su ayudante. Se responsabilizará, básicamnte, del mantenimiento y calibración de balanzas e instrumentos de medición.

Igualmente colaborará con el Jefe de Bodega en la recepción de materias primas para realizar el muestreo respectivo.

4.2.- FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

4.2.1.- FUNCIONES GENERALES

1.- Chequeo, muestreo y comprobación de certificados de calidad enviados por los proveedores con cada lote de materia prima, componentes o suministros.

2.- Inspección y control del producto final, sus características y propiedades verificadas en las líneas de producción y mediante ensayos normalizados de laboratorio.

3.- Evaluación de cartas y gráficos de control para determinar el comportamiento de los factores de la

producción, materias primas, máquinas, mano de obra y métodos que permitan fijar y pronosticar la tendencia de variables, la confiabilidad del sistema productivo, los límites aceptables de calidad y para certificación de calidad de los lotes fabricados.

4.- Estructurar normas para las diferentes etapas de producción (métodos) y productos, en base a la investigación, control estadístico y experiencia bajo los cuales debe guiarse la actividad y control de producción de la empresa.

5.- Ser fuente de información a través del desarrollo de un sistema de información sobre la calidad, mediante la emisión de reportes periódicos a Gerencia, Departamento de Producción, Servicios Técnicos y Ventas, principalmente.

6.- Tomar iniciativas para las investigaciones de soluciones o fallas que se originen en el proceso de producto final y sugerir acciones para corregirlas.

7.- Decidir sobre la aceptación o rechazo de materias primas, semi-productos, suministros o productos

terminados, según el cumplimiento o no de las especificaciones técnicas establecidas.

8.- Proporcionar asistencia técnica a las funciones de producción, a fin de coordinar la actividad y lograr el funcionamiento dentro de límites de probada eficiencia.

9.- Capacitar permanentemente al personal del Departamento de Control de Calidad como también a los de otros departamentos.

10.- Llevar un regisro e investigación de reclamos y sugerencias que se originen de fuentes externas o internas: causas, soluciones, medidas adoptadas.

11.- Mantener los registros de ensayos, mediciones, informes de laboratorio y cartas de control, que conformarán el centro de datos del Departamento como medio de consulta para mantener el control interno e investigación, así como la auditoría y certificación de calidad por parte del INEN.

12.- Ser responsable de las tareas de supervisión, inspección y control en materia de calidad en las diferentes etapas de fabricación, como también de

las actividades complementarias o indirectas como almacenamiento, transporte interno y embalaje de materiales y productos con la asistencia de los operadores de producción de la sección que se trate.

13.- Desarrollar un sistema de control de calidad integrado.

4.2.2.- FUNCIONES ESPECIFICAS

a) Jefe del Departamento

1.- Trazar objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo en torno a la calidad de la producción en sus diferentes etapas, considerados:

- Fijación de niveles óptimos de calidad.
- Disminución de porcentaje defectuoso
- Cumplimiento de las disposiciones del INEN
- Desarrollo y efectividad de un sistema de control de calidad integrado.
- Reducción de costos de calidad y fijación del grado óptimo.

2.- Informar mensualmente a Gerencia y/o deprtamentos principales sobre la marcha del proceso, el logro de metas trazadas, la calidad de materias primas,

compuesto, suministros y productos terminados. Establecer la tendencia de comportamiento de los parámetros y características de control estadísti co graficadas y sus medidas de ajuste para mante ner el sistema entre los niveles acordados por la empresa.

3.- Programar la actividad semanal que debe realizar el departamento en función de la programación de la producción para este periódo, cuyos datos debe solicitar al departamento respectivo.

4.- Ser responsable de la ejecución de las funciones y actividades de la sección, para lo cual deberá proveerse y mantener los medios necesarios como per sonal calificado de laboratorio, supervisión e ins pección, y contar con el equipo e instrumental necesario y en condiciones de operación. El cumplimiento de actividades las verificará a través de informes diarios y periódicos presentados por el personal.

5.- Asesorar la tarea de investigación de parte del laboratorio, sugerir métodos de análisis y ensayos e interpretar sus resultados.

6.- Estructurar normas (documentos escritos), referidos a la estandarización de métodos de ensayo, medidas, formulación de compuestos, proceso, etc. para la empresa.

7.- Proporcionar información al departamento de Producción sobre materias primas y formulaciones a utilizarse al inicio de la producción cuando se trate de nuevos materiales y formulaciones modificadas.

8.- Evaluar los gráficos de control y considerar acciones correctivas o preventivas en base al análisis de la información; asesorar y participar en las decisiones que se tomarán.

9.- Aceptar o rechazar productos de la línea de producción o lotes con el debido análisis que constarán en los formularios de material rechazado.

10.-Aceptar o rechazar materias primas, semi-productos, partes o insumos según el cumplimiento de las especificaciones fijadas verificadas mediante ensayos de laboratorio.

11.-Capacitar técnicamente al personal de departamen

y/o de otros departamentos mediante conferencias programadas que traten sobre aspectos de la calidad, normalización, etc.

12.-Efectuar reuniones mensuales y emergentes, si son necesarias, a fin de informar sobre el desarrollo del sistema de control de calidad, intercambiar información o decidir sobre determinada acción.

13.-Coordinar actividades con los departamentos de interrrelación.

14.-Sugerir o dar soluciones a posibles reclamos de clientes.

15.-Representar a la empresa en las reuniones con INEN (Comités, Auditoría, certificación, etc.).

b) Supervisor

1.- Programar la actividad diaria en las líneas de producción en sus diferentes etapas de control, conforme a la actividad planeada de producción.

2.- Verificar la función de inspección en los diferentes puntos de control, comprobando el cumplimien

to de las disposiciones, verificando los resultados de mediciones, calibraciones y ensayos preventivos. Chequear el libro de novedades.

3.- Ocuparse de la existencia y disponibilidad de los instrumentos de trabajo, los mismos que deben estar en condiciones de operación, para lo cual debe realizar un ajuste y calibración periódica.

4.- Mantener el archivo de formatos y banco de datos organizado cronológicamente, o de otra forma que facilite el uso de los mismos.

5.- Coordinar y supervisar la elaboración de los gráficos y cartas de control para cada lote fabricado con los datos suministrados en los registros de inspección y ensayos de laboratorio.

6.- Ser responsable directo de la función de inspección en sus diferentes etapas.

7.- Proporcionar información al jefe del departamento y colaborar en la estructuración de normas de empresa y requisitos de productos.

8.- Coordinar su actividad a nivel de supervisión con

los departamentos de Producción, Ventas, etc. para optimizar la labor de Producción.

9.- Ser responsable de las labores que se realizan en el laboratorio, con el cumplimiento fiel de métodos de ensayos normalizados y presentación de resultados.

10.-Desarrollar métodos de investigación a través de ensayos y análisis

11.-Entregar al Jefe del Departamento los siguientes documentos para su aprobación final:

- Formulario de material rechazado
- Gráficos y cartas de control (por lote)
- Reporte mensual de material rechazado
- Reporte mensual de causas de material rechazado.

12.-Programar la revisión o inspección mensual de los productos en bodega.

13.-Realizar la investigación de los reclamos (internos o externos) que pudieran suscitarse.

14.-Colaborar en el desarrollo de un sistema total de

control y gestión de la calidad en la empresa.

15.-Reportar al Jefe del Departamento.

ADMINISTRACION

Control de calidad suministrará la información de requisitos de calidad para las materias primas o partes de proveedores locales o internacionales al Departamento de Administración.

Administración deberá notificar por escrito y con la debida anticipación el arribo de cualquier producto, indicado: cantidades por lotes, forma de embalaje, etc. para poder hacer la programación del trabajo en Control de Calidad.

GERENCIA

El Departamento de Control de Calidad estará reportando a la Gerencia General a través de la Gerencia de Servicios Técnicos con informes mensuales que indicarán, principalmente, el desarrollo del sistema, aspectos relevantes sobre decisiones tomadas, observaciones y sugerencias, como también el estado de certificaciones de calidad y auditoría por parte del INEN.

I.N.E.N.

Al Instituto Ecuatoriano de Normalización se enviarán continuamente los reportes de resultados y cartas de control para el lote que se quiere certificar. El INEN extenderá el certificado de conformidad con normas por lotes, previo estudio y análisis de los reportes y mantendrá su auditoría mediante estudios de registros, análisis de control estadístico de calidad, visitas periódicas a la planta y ensayos de comprobación.

La empresa podrá estampar en sus productos referencias o iniciar campañas publicitarias en las que se mencione directa o indirectamente a la institución, previa autorización escrita del INEN, comprometiéndose a imprimir en el producto la norma técnica que corresponda.

4.2.3.- COMITE DE GESTION DE CALIDAD

Este Comité tendrá como funciones principales las siguientes:

- Analizar los defectos y/o problemas, determinar las causas y establecer las acciones correctivas, ya sea en lo concerniente a la calidad de conformidad o a la calidad de diseño.
- Tomar acción sobre los productos defectuosos.

- Realizar auditorías internas de todo el sistema de control de calidad:
  - Organización
  - Producto Terminado
  - Materias primas
  - Estadísticas, etc.
- Revisar y preparar nuevas metas u objetivos en lo concerniente a gestión de calidad.

Este Comité estará formado por las siguientes personas:

- Superintendente de Mantenimiento
- Superintendente de Producción
- Jefe de Control de Calidad
- Gerente de Planta
- Jefe de Compras o Importaciones
- Gerente de Ventas

El Comité de Gestión de Calidad se reunirá una vez al mes.

4.3.- NORMALIZACION

El regularse ciertas normas y especificaciones para la fabricación y la certificación de un producto garantizan que el consumidor proteja su inversión.

De esta labor se encargan organismos internacionales y nacionales tales como ANSI,ASTM,INEN.

Para el caso específico de fabricación de tuberías de polietileno de baja densidad (PELD) cédula 40, se detallan a continuación dimensiones y tolerancias normalizadas por ANSI / ASTM D 2104 que son válidas en nuestro país a través del INEN en los actuales momentos.

TABLA XXII

DIAMETROS INTERIORES Y TOLERANCIAS PARA TUBERIAS PLASTICAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD CEDULA 40

Diámetro Nominal (Pulg.)	Diámetro Interno Promedio (mm.)	(Pulg.)	Tolerancias (mm.)	(Pulg.)
1/2	15.80	0.622	+ 0.25 - 0.25	+ 0.010 - 0.010
3/4	20.93	0.824	+ 0.25 - 0.38	+ 0.010 - 0.015
1	26.64	1.049	+ 0.25 - 0.51	+ 0.010 - 0.020
1 1/4	35.05	1.380	+ 0.25 - 0.51	+ 0.010 - 0.020
1 1/2	40.89	1.610	+ 0.38 - 0.51	+ 0.015 - 0.020
2	52.50	2.067	+ 0.38 - 0.51	+ 0.015 - 0.020
2 1/2	62.71	2.469	+ 0.38 - 0.64	+ 0.015 - 0.025
3	77.93	3.068	+ 0.38 - 0.76	+ 0.015 - 0.030
4	102.26	4.026	+ 0.38 - 0.89	+ 0.015 - 0.035
6	154.05	6.065	+ 0.51 - 0.89	+ 0.020 - 0.035

TABLA XXIII

ESPESORES DE PARED Y TOLERANCIAS DE TUBERIAS PLASTICAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PELD) CEDULA 40

Diámetro Nominal (Pulg.)	Espesor de Pared Mínimo (mm.)	(Pulg.)	Tolerancia (mm.)	(Pulg.)
1/2	2.77	0.109	+ 0.51	+ 0.020
3/4	2.87	0.113	+ 0.51	+ 0.020
1	3.63	0.143	+ 0.51	+ 0.020
1 1/4	3.56	0.140	+ 0.51	+ 0.020
1 1/2	3.68	0.145	+ 0.51	+ 0.020
2	3.91	0.154	+ 0.51	+ 0.020
2 1/2	5.16	0.203	+ 0.61	+ 0.024
3	5.49	0.216	+ 0.66	+ 0.026
4	6.02	0.237	+ 0.71	+ 0.028
6	7.11	0.280	+ 0.86	+ 0.034

Las condiciones de las pruebas de tiempo corto y de tiempo largo para polietileno PE 1404 para los diferentes diámetros nominales se tabulan a continuación, las características del polietileno PE1404 se detallan en la sección (2.2.1)

TABLA XXIV

PRUEBA DE PRESION DE RUPTURA PARA TUBERIAS PLASTICAS DE POLIETILENO PE1404 CEDULA 40 A 23°C

Diámetro Nominal (Pulg.)	Presión Mínima de Ruptura (PSI)	(MPa)
1/2	370	2.55
3/4	300	2.07
1	280	1.93
1 1/4	230	1.59
1 1/2	210	1.45
2	170	1.17
2 1/2	190	1.31
3	160	1.10
4	140	0.97
6	110	0.76

TABLA XXV

PRUEBA DE PRESION SOSTENIDA PARA TUBERIAS PLASTICAS DE POLIETILENO (PE 1404) CEDULA 40 (1000 Hr) A 23°C

Diámetro Nominal (Pulg.)	Presión Requerida de Prueba (PSI)	(MPa.)
1/2	240	1.65
3/4	200	1.38
1	180	1.24
1 1/4	150	1.03
1 1/2	140	0.97

Diámetro Nominal (Pulg.)	Presión Requerida de Prueba (PSI)	(MPa.)
2	110	0.76
2 1/2	120	0.83
3	110	0.76
4	90	0.62
6	70	0.48

4.4.- CARTAS DE CONTROL DE CALIDAD:

En la sección tubería los supervisores de control de calidad deberán tomar notas de varios aspectos de la producción a fin de garantizar un producto de buena calidad y mejorar la eficiencia de la producción, entre los aspectos a considerar tenemos los siguientes:

a) Inspección visual: Consiste en observar su presentación exterior e interior: brillo, porosidad, superficie, etc.

b) Dimensiones y pesos: Realizar mediciones de espesor de pared, diámetros internos y peso específico.

c) Pruebas: Supervisar el cumplimiento de la prueba de presión de ruptura en cada rollo y por lo menos una prueba de presión sostenida por cada orden de producción.

d) Supervisión de transporte y almacenaje: Esto quiere decir que supervisará la forma de embalaje y transporte para que el producto se mantenga en buenas condiciones a la entrega del mismo al cliente.

Además de estos aspectos fundamentales la carta de control de calidad deberán contener informaciones como: Descripción del lote, maquinaria, responsable de la prueba, hora y fecha de producción y prueba. (Ver Tabla XXVI).

El supervisor enviará un reporte al Departamento de producción mediante el cual se informa sobre novedades de producción, a fin de que se tomen las medidas correctivas si es que estas son necesarias, este reporte incluirá número de lote, las observaciones que deben ser corregidas, las posibles causas, la aprobación o el rechazo del lote y la firma de supervisor responsable.(Ver Tabla XXVII)

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

SECCION TUBERIA

FECHA:---------- TURNO:---------- SUPERVISOR:----------

MAQUINARIA: GATTO# 1 ☐ GATTO# 2 ☐

DIAMETRO (PULG) ____ PORCENTAJE DE VIRGEN ____
NOMINAL (mm) ____ MATERIA PRIMA REPROCESADO: ____

HORA	Nº DE LOTE	DIAMETRO INTERNO(mm)	ESPESOR DE PARED(mm)	PESO ESPECIFICO gm/m	INSPECCION VISUAL		PRESION DE RUPTURA		OBSERVACIONES
					— BRILLO	RUGOSIDAD SUPERFICIAL	PSI	MPa	

DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD

REPORTE DE NOVEDADES

SECCION TUBERIA

FECHA: _____ TURNO: _____ DIAMETRO NOMINAL ☐

HORA: _____ MAQUINA: _____ Nº DE LOTE ☐

INFORME: _____

LOTE: APROBADO ☐ RECHAZADO ☐

REPORTADO POR: _____

ENTREGADO A: _____

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

5.1.- EL COSTO: GENERALIDADES

La Contabilidad de Costo se encarga de determinar, controlar y analizar el costo. Bajo este principio, y cumpliendo con sus funciones específicas se determinará el costo de producción unitaria, su condición actual y sus posibilidades de reducción del mismo. Controlar y observar el flujo del costo y su campo de acción.

Proyectar en función de experiencias y analizar el proceso de fabricación con la evolución del costo.

Los elementos del costo son: Materiales, mano de obra, gastos de fabricación, maquinaria e instalaciones; cada uno de ellos se analizará más adelante.

5.1.1.- MATERIALES

Son elementos que constituyen o conforman el producto y se clasifica en materiales directos e indirectos.

Denominándose materiales directos aquellos elementos fundamentales que intervienen en la elaboración del produc-

to, en el presente caso tenemos: El polietileno de baja densidad.

Los materiales indirectos son aquellos elementos que intervienen en el proceso pero que constituyen un factor secundario del mismo.

En el proceso de elaboración de tubería de polietileno de baja densidad tenemos un elemento que constituye un material indirecto: El pigmento, sirve para proporcionarle la coloración de la tubería y otras características vistas en detalle en la sección (2.2.3).

A continuación se dan a conocer ciertos valores económicos actualizados a junio/1985.

TABLA XXVIII

MATERIALES DIRECTOS	COSTOS POR KILOGRAMOS Sucres
Polietileno de baja densidad	72
*Reprocesado de polietileno de baja densidad	38
Materiales indirectos	
Pigmentos (Master Bach)	345

En estos valores están incluidos los impuestos de Importación y fletes.

* Este valor es tomado de un cálculo estimado del costo de producción reprocesado de polietileno de baja densidad, elaborado por el departamento de contabilidad.

Además, es de mencionar que el pigmento interviene en el proceso en un tres por ciento en peso del total de materia prima empleada.

Considerando únicamente los materiales, el costo unitario de producción se encuentra influenciado notablemente por las cantidades porcentuales de sus componentes, de ahí, la importancia del presente estudio.

A continuación se presenta una comparación de los costos unitarios por materiales para la elaboración de una tubería utilizando solamente materia prima virgen y otra utilizando sólo material reproceado.

TABLA XXIX

a) MATERIAL VIRGEN

Polietileno de Baja Densidad (97%)	64.84 Sucres/Kg.
Pigmento (3%)	10.35 Sucres/Kg.
Costo Unitario por Materiales	80.19 Sucres/Kg.

b) MATERIAL REPROCESADO

Polietileno reprocesado (97%)	36.86 Sucres/Kg.
Pigmento (3%)	10.35 Sucres/Kg.
Costo Unitario por Materiales	47.21 Sucres/Kg.

Considerando los estudios técnicos realizados, en el caso (a) tenemos una tubería que cumple con las normas de exigencias internacionales, en el caso (b) obtenemos una tubería que no garantiza el cumpliemiento de dichas normas.

Desde el punto de vista económico, elaborar una tubería con 97% de materia prima virgen significa un 41% de aumento en el costo unitario por materiales que si ella es fabricada con material reprocesado, según Tabla XXIX En conclusión ninguna de las dos alternativas son valederas desde el punto de vista técnico-económico.

5.1.2.- MANO DE OBRA

Se conoce como mano de obra los valores pagados a las personas que intervienen en el proceso, se clasifican en: Mano de obra directa y mano de obra indirecta.

La mano de obra directa es el trabajo derrollado por las personas que se encuentran participando de la pro-

ducción en forma cercana o directa, estos valores pueden ser calculados en forma unitaria.

La mano de obra indirecta lo constituyen las personas que se encuentran laborando en el segundo anillo de producción, controlando el trabajo, pero no tiene participación en forma directa, esto es: Supervisor de producción, Superintendente de producción, etc.

Este rubro no se puede medir en forma unitaria.

El costo unitario de mano de obra directa se calcula a continuación, para lo cual se realiza las siguientes consideraciones actuales:

a) Se labora ocho horas diarias, con un sueldo nominal de diez mil sucres/mes para los trabajadores operarios de la máquina, y catorce mil sucres/mes para el jefe de sección.
b) Se produce veinte y dos días/mes a un promedio de setecientos Kg/día.
c) Laboran tres trabajadores y un Jefe de sección en la máquina cuya producción promedio se anotó anteriormente.
d) La productividad efectiva es de seis horas por día, considerando un período de calentamiento puesta en

marcha y calibración de dos horas.

e) El jefe de sección dedica en dicha máquina aproximadamente el treinta por ciento de su tiempo, al momento de la puesta en marcha, calibración y supervisión de la producción de la misma.

Producción Mensual:

700 Kg/día * 22 días /mes ..... 15.400 Kg/mes

TABLA XXX

SUELDO NOMINAL Sucres	SUELDO REAL Sucres
10.000	17.317,32
14.000	22.717,60

Los sueldos reales son calculados (Tabla XXX), considerando los beneficios sociales que pagan las empresas a sus colaboradores, según las leyes vigentes en el código de trabajo.

3 personas * 17.317,32 sucres/mes. persona	51.951,99	Sucres/mes
1 persona* 22.717,60 sucres/mes. persona (0.30)	6.815,30	Sucres/mes
Mano de obra directa.....	58.717,24	Sucres/mes

Costo Unitario Por Mano de obra directa = 58.717,24 Sucres/mes / 15.400,oo Kilogramos/mes

Costo Unitario por mano de obra directa... 3.82 Sucres/Kg.

La mano de obra indirecta constituida por las personas que laboran en la supervisión de la producción y control de calidad, ventas, finanzas, etc. no participan en forma directa en el proceso.

Por considerarse que la empresa está dedicada a la elaboración de múltiples artículos y que la producción de la tubería de baja densidad constituye aproximadamente un 5% de la capacidad de producción de la industria. Se estima que el costo de producción por mano de obra indirecta representa aproximadamente el 10% del costo de producción.

5.1.3.- GASTOS DE FABRICACION

Para la elaboración de tubería de polietileno de baja densidad, además de materiales de mano de obra, se requiere de energía eléctrica, agua de enfriamiento, cuerdas para embalaje, lubricantes, mantenimiento, etc., de los rubros antes mencionados que conforman el gasto de fabricación, calcularemos los más importantes: Energía Eléctrica y Agua de enfriamiento, los gastos ocasiona-

dos por los otros elementos que constituyen el gasto de fabricación se estiman en función de un criterio práctico.

a) Energía Eléctrica:

Un considerable consumo de energía eléctrica se realiza al inicio del proceso o puesta en marcha de la maquinaria, ya que es necesario poner la extrusora a las temperaturas de operación en cada una de las zonas de calefacción según el perfil de temperatura sugerido por el fabricante de la materia prima; este período es conocido como período de calentamiento y tiene una duración aproximada de dos horas, durante el cual no hay producción, luego de este período las resistencias se energizan con menos frecuencia y en períodos de tiempo muy cortos, para mentener la temperatura constante. En cada zona, ya que la fricción producida por el transporte del material genera una considerable cantidad de calor. Se puede afirmar con bastante certeza que la energía por hora consumida por el Banco de resistencias de la extrusora durante el período de producción representa un diez por ciento de la energía por hora consumida en el período de calentamiento. Mientras que el consumo de energía eléctrica de los motores es uniforme durante el período de producción.

Se detallan algunos cálculos sobre consumo de energía eléctrica.

TABLA XXXI

Motor Principal	45 Kw. 6Hr.	272.16Kw-Hr
Otros Motores	2.4Kw. 6Hr.	14.40Kw-Hr
Resistencia en Períodos de Calefacción	35 Kw. 2Hr.	70.00Kw-Hr
Resistencia en Período de Producción	3.5Kw. 6Hr.	21.00Kw-Hr
Consumo aproximado Total		377.56Kw-Hr
Costo Actual aproximado por Kw-Hr		3.40Sucres
Gasto diario de energía eléctrica		1.283.70Sucres
Producción diraria		700.00Kg.
Costo Unitario por energía eléctrica		1.83 Sucres / Kg.

b) Agua de Enfriamiento

Según mediciones realizadas del flujo y temperaturas de entrada y salida del proceso, ver sección (2.4), calcularemos el costo aproximado por utilización del agua para el enfriamiento de la tubería en el proceso de elaboración, utilizando una relación de transferencia de calor, esto es, calculando el calor retirado del proceso y luego convirtiendo esta energía calórica en energía eléctrica equivalente, cuyo costo se conoce.

Datos y Propiedades del Agua:

Flujo $\dot{V}$ 40 Gal/min.

Temperatura de Salida Ts 26°C

Temperatura de Entrada Te 22°C

Densidad D 1000 Kg/m^3

Calor específico Promedio a presión constante cp $1 \frac{Kcal}{Kg°C}$

1 Kw Hr = 859.80 Kcal

Flujo masivo $m = \dot{V} D$

Calor retirado $Q = m Cp (Ts - Te)$

Energía $E = Q * T$, T Tiempo

Utilizando la relación de Transferencia de calor tenemos:

$$Q = 605.67 \frac{Kcal}{min}$$

Energía Calórica $E = 605.67 \frac{Kcal}{min} . \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ Hr}} . 6Hr$

$E = 218.041,40$ Kcal

Energía Eléctrica equivalente = 253.59 Kw Hr.

Costo Actual aproximado por Kw Hr 3.40 Sucres

Producción diaria 700 Kilogramos

Costo unitario por Agua de enfiamiento. $1.23 \frac{Sucres}{Kg.}$

En resumen, el gasto de fabricación de tubería de po-

lietileno de baja densidad cédula 40 considerando el consumo de energía eléctrica y el costo por utilización de agua para enfriamiento tenemos:

a) Energía Eléctrica	1.83 Sucres/Kg.
b) Agua de enfriamiento	1.23 Sucres/Kg.
Gasto de fabricación unitaria (Sub-Total)	3.06 Sucres/Kg.
Otros Gastos (10% Sub-Total)	0.31 Sucres/Kg.
Gasto de Fabricación unitaria Total	3.37 Sucres/Kg.

Por concepto de otros gastos de fabricación como mantenimiento y embalaje, se consideró un 10 % de recargo sobre los gastos por energías calculadas anteriormente, ellos dependen en forma directa de la producción.

5.2.- CLASIFICACION DE LOS COSTOS

5.2.1.- COSTOS FIJOS

Son aquellos gastos que necesariamente deben realizarse dentro del sistema empresarial, indiferente de la cantidad de producción que ella realice; estos son: Arriendo, Depreciaciones de maquinarias y edificios, Seguros, etc.

Cuando la producción es nula y cuando la producción es máxima, el costo es el mismo, por lo tanto, si se anali

za en forma unitaria los costos fijos se dispersan con la producción, en nuestro caso el costo fijo predominante es el originado por la depreciación de la maquinaria y edificios; ver en detalle en la sección 5.3.

5.2.2.- COSTOS VARIABLES:

Estos costos varian en forma directa con el incremento de la producción, es decir, a mayor producción mayores son los costos variables.

En el presente estudio, los costos variables lo constituyen: Los materiales, la mano de obra, gastos de energía eléctrica, agua de enfriamiento, lubricantes, mantenimiento, repuestos, etc. todos ellos analizados anteriormente.

5.2.3.- COSTOS TOTALES:

Representan la suma de los gastos que una empresa debe realizar para obtener un determinado producto, esto es, la suma de los costos fijos y los costos variables, también se lo denomina costo de fabricación.

5.3.-DEPRECIACIONES:

Existen varios criterios para establecer la depreciación de un bien, entre ellos tenemos: Depreciación acelerada por dígitos in

vertidos, por unidades de producción, por horas de trabajo, método de línea recta, etc.

El método usado comúnmente es el de línea recta, que consiste en restar un cierto valor conocido como residual del costo del bien a depreciar, luego dividir en dividendos iguales durante el tiempo considerado de vida útil.

El valor residual es el valor estimado del bien después de haber cumplido su período de vida útil.

De acuerdo al reglamento de la Ley de Impuesto a la Renta Capítulo XIII Art. 61 Anexo D ,. En el literal b) se dispone aplicar un coeficiente máximo del 5% para edificios industriales exclusivamente sobre el valor de las construcciones.

En el literal d) se dispone aplicar el 10% sobre el costo de la maquinaria.

El cálculo de la depreciación de maquinaria y edificio se efectúa utilizando el método de línea recta, por no estar considerada como depreciación especial, según el Art. 63 Capítulo XIV del mencionado reglamento. Este método está gobernado por la siguiente relación matemática.

$$D = \frac{C - VR}{TVU} \qquad (5.1)$$

DONDE:

D: Depreciación

C: Costo del bien a depreciar

VR: Valor Residual

TVU: Tiempo de vida útil

Para establecer la depreciación de la maquinaria y con la que se elabora la tubería de polietileno de baja densidad y el edificio en que ella se encuentra instalada, se realiza las siguientes consideraciones:

a) El valor residual se suprime, esto es, VR = 0

b) Tiempo de vida útil de la maquinaria es de diez años

c) Tiempo de vida útil del edificio industrial es de 20 años

d) Costo de maquinaria 20'000.000 Sucres

d) Costo de la instalación industrial 2'000.000 Sucres

TABLA XXXII

Depreciación de Maquinaria	2'000.000	Sucres/año
Depreciación de Instalación	100.000	Sucres/año
Depreciación Total	2'100.000	Sucres/año
Producción Estimada Sección (5.1.2)	15.400	Kilogramos/mes
Depreciación Unitaria	11,36	Sucres/Kg.

5.4.- COSTO DE PRODUCCION

Para la elaboración de tubería de polietileno de baja densidad-Cédula 40, el presente estudio sugiere:

Utilizar una mezcla de 20% de materia prima virgen con 80% reprocesado para tuberías de diámetros nominales: 13 mm. (1/2 pulg.) 50.0 mm. (2 pulg.) y 75.2 mm. (3 pulg.). Utilizar una mezcla de 30% de materia prima con 70% de reprocesado para tuberías de diámetro nominal: 100 mm. (4 pulg.).

Se detalla a continuación el cálculo del costo unitario por materiales de las combinaciones óptimas ya mencionadas, según los costos establecidos en la Tabla XXVIII.

a) 20% Materia Virgen - 80% Material reprocesado

Materia prima virgen	0.20 x 0.97 x 72 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$	13.97 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$
Materia prima reprocesada	0.80 x 0.97 x 38 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$	29.49 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$
Pigmento	0.03 x 345 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$	10.35 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$

Costo Unitario de Materiales para una mezcla V 20% R 80% ..... 53.81 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$

b) 30% Material Virgen - 70% Material reporcesado

Materia prima virgen	0.30 x 0.97 x 72 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg.}}$	20.95 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$
Materia prima reprocesada	0.70 x 0.97 x 38 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$	25.80 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$
Pigmento	0.03 x 345 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$	10.35 $\frac{\text{Sucres}}{\text{Kg}}$

Costo Unitario por materiales
para una mezcla V 30% R 70% ---------- 57.10 Sucres/Kg

Según los cálculos previos realizados, el costo de producción unitario de tubería de polietileno de baja densidad utilizando una combinación de 20% de material Virgen - 80% material reprocesado es el 79.60 Sucres/Kilogramos.

Y utilizando una mezcla de 30% de material virgen con 70% de material reprocesado, su costo unitario de producción asciende a 82.89 Sucres/Kilogramo.

Los costos de producción unitaria de cada una de las medidas consideradas en el presente estudio, están dadas en la Tabla XXXIII.

TABLA XXXIII

DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIA		DIAMETRO OPTIMO DE MEZCLA		PESO ESPEFICO PROMEDIO	COSTO DE PRODUCCION UNITARIA	
mm.	Pulg.	Virgen	Reproc.	K gm/m.	Sucres/kg	Sucres/mt.
12.7	1/2	20	80	0,155	79.60	12.34
25.4	1	20	80	0,330	79.60	26.27
50.8	2	20	80	0,810	79.60	84.48
76.2	3	20	80	1,700	79.60	135.32
101.6	4	30	70	2,250	82.89	186.50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Industria Plástica Nacional dedicada a la fabricación de tuberías de Polietileno de baja densidad, cuya demanda se ha visto incrementada en los últimos años, y el Instituto de Normalización, encargada de fiscalizar y controlar que dicha producción satisfagan ciertas normas que garantizen al consumidor su inversión, han sido consideradas en el presente estudio.

Este estudio consiste en: La descripción y Análisis del proceso, especificaciones técnicas, normas de control de calidad y análisis económico de la producción de tubería de polietileno de baja densidad.

A continuación se detallan las siguientes conclusiones y se dan las recomendaciones del caso con la finalidad de mejorar la eficiencia y calidad den la fabricación de tuberías de Polietileno de baja densidad.

CONCLUSIONES:

a) La selección de la materia prima virgen no es la adecuada, de acuerdo a las recomendaciones dadas por la ASTM. especificación D1248 en concordancia con el Insituto de Tubería Plástica PPI (Plastic Pipe Institute).

b) El perfil de temperatura a la cual es ajustada la maquinaria juega un papel muy importante en la calidad del producto, de igual forma

es necesario realizar oportunamente los cambios de tamices o filtros especialmente cuando se trabaja con altos contenidos de materia prima reprocesada.

c) La presencia de elementos extraños en el proceso atentan contra el proceso y calidad de la tubería. Estos elementos extaños ingresan al proceso como resultado de la contaminación de la materia prima reprocesada.

d) La materia prima reprocesada por ser un material que ha sido extruido por lo menos 2 veces, pierde ciertas propiedades plásticas, por tanto, su presencia hace que la tubería sea más rígida dependiendo de la cantidad en que ella viene en el proceso.

e) Las dimensiones físicas de la tubería que no cumplen con las normas propuestas por la ASTM: Traen como consecuencias problemas de montaje y por ende la insatisfacción del usuario.

Este problema deberá ser corregido al inicio del proceso ajustando correctamente la velocidad del tornillo extrusor, la velocidad del tirador, presión de vacío y distancia de la cámara diferencial y el tornillo extrusor.

f) De la calibración del dado (macho-hembra) depende la uniformidad - del espesor de la tubería.

g) Debido a lo liso de sus paredes interiores, la resistencia es mucho menor que en la tubería de acero galvanizado, por tanto, dependiendo de su aplicación, se puede usar una medida menor que en la tubería de acero galvanizado.

Una capacidad de flujo, 15 a 40% superior al acero, permite: Ahorro de bombeo, menor pérdida de carga, mayor volúmen en igual diámetro

usando, tubería de polietileno de baja densidad.

h) La tubería de polietileno puede ser usada para transporte de varios fluídos considerándose su composición química, para lo cual se ha elaborado una tabla de reacción química en la que se determina si su aplicación es o no adecuada, véase apéndice C.

RECOMENDACIONES

a) Seleccionar la materia prima virgen utilizando la carta de producción de los proveedores y las normas recomendadas en función del esfuerzo de Diseño Hidrostático, especificación D1248, Polietileno Grado P14, cuyas propiedades físicas se detallan en la Tabla III.

b) La materia prima reprocesada deberá ser de características similares a la materia prima virgen y cuidadosamente seleccionada a fin de no incluir en el proceso elementos extraños.

c) Los termoreguladores, termocuplas, resistencias y dosificador deberán ser revisados periódicamnte con la finalidad de asegurar su correcto funcionamiento, de ellos dependen en gran porcentaje la eficiencia y calidad de la producción.

d) Calibrar en caliente el dado (juego entre la hembra y el macho), en cada arranque de la maquinaria, de ellos depende la uniformidad de las paredes de la tubería.

e) Implementar el Departamento de Control de Calidad, imprimir en sus productos las referencias, e iniciar campañas publicitarias en las que se mencione directa o indirectamente al INEN, previa autoriza-

ción escrita por este Instituto.

En el Capítulo IV realizó una descripción, funciones y normas que deben considerarse para establecer el Departamento de Control de Calidad.

f) Del análisis económico de la producción de tubería de polietileno, en las condiciones actuales, se recomienda no laborar ocho horas diarias, que significa poner en marcha la extrusora diariamente. El costo de producción puede ser bajado considerablemente teniendo un programa de producción contínuo.
El poner en marcha la maquinaria diariamente representa un incremento del consumo de energía eléctrica por calentamiento por un tiempo aproximado de dos horas, durante el cual no se produce. Además de tener un tiempo improductivo, se reduce el tiempo de vida útil de los elementos térmicos como: las resistencias, termocuplas, termoreguladores, incrementándose los costos de mantenimiento.

g) Una de las ventajas del presente estudio, es el de conocer la influencia del porcentaje de materia prima virgen sobre la presión de ruptura, y esfuerzo circunferencial de las tuberías, resultados de gran utilidad en el diseño y aplicación de la tubería de polietileno de baja densidad.
Minimizar los costos de producción cumpliendo con las normas establecidas por ANSI/ASTM.

A P E N D I C E S

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN -- REPROCESADO 100

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
E.50	15.65	15.25	14.65	3.15	3.15	3.01	2.85	21.28	162.88	400	2.76
E.65				2.95							
E.40				3.10							
E.45				2.85							
E.50	15.55	15.36	15.15	2.85	3.10	2.89	2.65	21.44	163.32	450	3.10
E.25				2.65							
E.55				2.95							
E.15				3.10							
E.75	15.85	15.66	15.45	3.00	3.00	2.94	2.90	21.54	162.37	450	3.10
E.45				2.90							
E.85				2.90							
E.60				2.95							
E.45	15.75	15.50	15.35	3.10	3.15	3.04	2.90	21.58	163.42	400	2.76
E.75				2.90							
E.45				3.00							
E.35				3.15							
E.45	15.50	15.28	15.00	2.90	3.25	3.10	2.90	21.48	164.09	410	2.83
E.15				3.15							
E.50				3.25							
E.00				3.10							
E.55	15.65	15.44	15.20	2.85	3.00	2.84	2.80	21.19	162.50	360	2.48
E.20				2.95							
E.65				2.85							
E.35				2.80							
E.45	15.60	15.61	15.45	3.00	3.00	2.84	2.70	21.19	162.53	400	2.76
E.60				2.70							
E.50				2.90							
E.50				2.75							
E.50	15.75	15.58	15.45	2.90	2.95	2.88	2.75	21.33	162.53	400	2.76
E.45				2.75							
E.60				2.90							
E.75				2.95							
E.50	15.50	15.25	15.00	2.90	3.15	2.98	2.85	21.20	164.10	370	2.55
E.00				2.85							
E.00				3.00							
E.50				3.15							
E.50	15.80	15.50	15.30	2.90	3.00	2.94	2.80	21.38	164.00	410	2.83
E.30				2.95							
E.80				2.80							
E.40				3.00							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Julio 17/1984 RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 10 REPROCESADO 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
15.60	15.75	15.59	15.50	2.80	3.10	2.95	2.80	21.49	161.19	470	3.24
15.50				3.00							
15.50				3.10							
15.75				2.90							
15.60	16.00	15.70	15.50	2.90	2.90	2.85	2.80	21.30	160.40	400	2.76
16.00				2.80							
15.70				2.80							
15.50				2.90							
15.50	15.70	15.59	15.50	3.10	3.10	2.93	2.80	21.34	160.10	420	2.90
15.70				2.80							
15.50				3.00							
15.65				2.80							
16.00	16.00	15.49	15.00	2.80	2.95	2.86	2.80	21.11	161.07	420	2.90
16.00				2.90							
15.35				2.80							
15.60				2.95							
16.00	16.00	15.71	15.50	2.80	2.95	2.84	2.80	21.34	159.09	400	2.76
15.50				2.80							
15.60				2.80							
15.75				2.95							
15.30	15.90	15.59	15.30	3.00	3.00	2.80	2.65	21.19	159.70	420	2.90
15.90				2.65							
15.50				2.80							
15.65				2.75							
15.65	15.85	15.59	15.40	2.65	3.00	2.80	2.65	21.19	159.58	470	3.24
15.40				3.00							
15.45				2.65							
15.85				2.90							
15.60	16.05	15.75	15.45	2.60	2.90	2.80	2.60	21.35	158.76	460	3.17
16.05				2.90							
15.45				2.90							
15.90				2.80							
15.65	16.05	15.75	15.50	2.65	2.85	2.69	2.60	21.13	159.14	470	3.24
15.80				2.60							
15.50				2.65							
16.05				2.85							
15.30	15.80	15.53	15.30	2.90	3.10	2.90	2.80	21.23	160.50	400	2.76
15.65				2.80							
15.35				3.10							
15.80				2.80							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Julio 16/1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 20 REPROCESADO 80

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.30	16.30	15.95	15.75	2.60	2.90	2.73	2.55	21.40	154.11	300	2.07
.75				2.90							
.00				2.55							
.75				2.85							
.10	16.20	15.95	15.55	2.65	2.90	2.79	2.65	21.53	152.96	300	2.07
.55				2.90							
.95				2.70							
.20				2.90							
.80	15.90	15.76	15.60	2.95	3.00	2.81	2.55	21.39	155.66	400	2.76
.60				2.75							
.30				3.00							
.75				2.55							
.90	16.05	15.90	15.80	2.80	2.95	2.86	2.80	21.40	154.04	420	2.76
.80				2.90							
.85				2.80							
.05				2.95							
.30	16.80	16.28	15.85	2.80	2.80	2.66	2.60	21.60	154.59	350	2.90
.85				2.60							
.15				2.60							
.80				2.65							
.10	16.30	16.25	16.10	2.70	2.85	2.71	2.55	21.68	153.25	380	2.42
.30				2.75							
.30				2.85							
.30				2.55							
.80	16.25	15.90	15.55	2.95	2.95	2.84	2.80	21.30	155.70	420	2.62
.85				2.80							
.55				2.80							
.00				2.80							
.75	16.25	16.01	15.75	2.80	2.95	2.85	2.80	21.54	153.92	410	2.90
.25				2.80							
.85				2.80							
.20				3.00							
.00	16.80	15.63	15.00	3.00	3.00	2.95	2.80	21.45	155.62	410	2.83
.80				2.80							
.00				3.00							
.70				2.80							
.50	16.00	15.79	15.50	2.80	3.20	2.96	2.80	21.66	155.62	450	3.10
.00				3.10							
.45				3.15							
.00				2.80							

OBSERVACIONES: _____

Julio 16/1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (13 mm. 1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 30 REPROCESADO 70

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
E.25	15.35	15.28	15.25	3.10	3.20	3.05	2.90	21.38	164.52	420	2.90
E.35				2.90							
E.45				3.00							
E.30				3.20							
E.10	15.55	15.31	15.10	3.05	3.05	2.96	2.90	21.24	162.80	450	3.11
E.50				2.90							
E.55				2.90							
E.10				3.00							
E.35	15.50	15.28	15.10	3.00	3.20	3.00	2.90	21.28	163.81	460	3.17
E.10				2.90							
E.35				3.20							
E.50				2.90							
E.30	15.70	15.36	15.15	2.85	3.15	2.94	2.85	21.24	162.40	430	2.97
E.70				2.90							
E.40				2.85							
E.05				3.15							
E.30	15.40	15.33	15.25	3.00	3.10	3.01	2.95	21.35	163.70	450	3.11
E.40				3.10							
E.45				3.00							
E.35				2.95							
E.00	15.50	15.35	15.20	3.10	3.20	3.03	2.80	21.40	164.19	450	3.11
E.50				3.00							
E.00				3.20							
E.50				2.80							
E.50	15.50	15.31	15.15	2.80	3.10	2.98	2.80	21.26	164.36	450	3.11
E.05				3.10							
E.45				2.90							
E.05				3.10							
E.20	15.40	15.23	15.05	3.35	3.35	3.08	2.85	21.38	165.04	500	3.45
E.05				2.90							
E.05				3.20							
E.40				2.85							
E.40	15.65	15.54	15.40	2.80	3.00	2.88	2.75	21.29	161.05	470	3.24
E.55				2.95							
E.60				2.75							
E.50				3.00							
E.45	15.50	15.41	15.25	3.00	3.10	2.99	2.90	21.39	164.70	480	3.31
E.35				2.90							
E.45				2.95							
E.60				3.10							

OBSERVACIONES : _____

Julio 27/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm. (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 40 / REPROCESADO 60

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
	16.40	16.30	16.20	2.55 2.40 2.25 2.85	2.85	2.51	2.25	21.33	149.25	370	2.55
	16.50	16.44	16.40	2.90 2.80 2.80 2.90	2.90	2.85	2.80	21.61	148.75	450	3.10
	15.55	15.40	15.25	3.30 2.85 2.85 3.20	3.30	3.05	2.85	21.43	163.66	460	3.17
	15.60	15.46	15.30	3.10 2.60 2.90 3.10	3.10	2.93	2.60	21.31	163.30	380	2.62
	15.65	15.45	15.25	2.90 3.00 3.25 2.80	3.25	2.99	2.80	21.41	163.25	450	3.10
	16.40	16.00	15.25	2.80 2.40 2.40 2.75	2.80	2.59	2.40	21.18	149.45	430	2.97
	15.75	15.46	15.30	2.90 3.15 2.90 3.00	3.15	2.99	2.90	21.31	163.53	460	3.17
	15.60	15.44	15.33	2.85 3.20 2.80 3.15	3.20	3.00	2.80	21.29	162.45	460	3.17
	16.40	16.34	16.30	2.80 2.80 2.80 2.90	2.90	2.83	2.80	21.41	148.80	450	3.10
	15.70	15.55	15.35	3.10 3.35 3.10 3.10	3.35	3.16	3.10	21.40	163.53	470	3.24

OBSERVACIONES: _____

Julio 27 /1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm. (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 50 REPROCESADO 50

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
5.75	15.75	15.63	15.50	3.05	3.20	3.03	2.65	21.68	159.64	470	3.24
5.50				3.20							
5.50				2.65							
5.75				3.05							
6.00	16.05	16.01	16.00	2.75	2.85	2.74	2.55	21.49	154.88	450	3.10
6.05				2.55							
6.00				2.80							
6.00				2.85							
5.70	15.75	15.60	15.45	2.95	2.95	2.86	2.80	21.33	160.40	470	3.24
5.75				2.80							
5.50				2.90							
5.45				2.80							
5.65	15.85	15.69	15.60	2.80	2.90	2.80	2.70	21.29	159.26	460	3.17
5.65				2.80							
5.85				2.90							
5.60				2.70							
5.60	15.80	15.63	15.55	2.90	2.90	2.83	2.80	21.28	157.00	450	3.10
5.55				2.80							
5.80				2.80							
5.55				2.80							
5.90	15.90	15.70	15.50	2.90	2.90	2.85	2.80	21.40	157.34	470	3.24
5.50				2.85							
5.90				2.80							
5.50				2.85							
6.00	16.00	15.83	15.50	2.70	2.95	2.86	2.70	21.55	155.35	460	3.17
5.50				2.95							
6.00				2.90							
5.80				2.90							
5.60	15.80	15.74	15.60	2.65	3.20	2.93	2.60	21.59	159.42	480	3.31
5.80				3.20							
5.75				2.70							
5.80				3.15							
5.55	15.55	15.48	15.35	3.00	3.45	3.03	2.75	21.53	163.60	500	3.45
5.50				2.90							
5.35				2.75							
5.50				3.45							
5.65	15.65	15.56	15.50	3.00	3.10	2.86	2.65	21.29	159.74	490	3.38
5.60				2.70							
5.50				3.10							
5.50				2.65							

OBSERVACIONES: _____

Julio 18/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 60 REPROCESADO 40

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
	15.30	15.23	15.20	3.40 3.50 3.40 3.40	3.50	3.42	3.40	22.07	1.62,7	480	3.31
	15.45	15.41	15.35	3.10 3.00 3.05 3.00	3.10	3.04	3.00	21.49	1.62,5	480	3.31
	15.25	15.12	14.90	3.20 3.10 3.05 3.05	3.20	3.08	3.00	21.22	1.614	480	3.31
	15.40	15.34	15.25	3.00 3.10 3.10 3.05	3.10	3.06	3.00	21.46	1.617	460	3.17
	15.45	15.24	14.95	3.10 3.15 3.15 3.10	3.15	3.12	3.10	21.44	1.620	490	3.37
	15.45	15.25	15.00	3.15 3.05 3.00 3.00	3.15	3.05	3.00	21.35	1.613	480	3.31
	15.60	15.48	15.35	3.20 3.20 3.10 3.10	3.20	3.15	3.10	21.78	1.628	490	3.37
	15.55	15.42	15.20	3.10 3.15 3.10 3.10	3.15	3.11	3.10	21.64	1.627	500	3.45
	15.30	15.18	15.05	3.05 3.15 3.10 3.10	3.15	3.10	3.05	21.38	1.617	500	3.45
	15.40	15.34	15.25	3.15 3.10 3.05 3.00	3.15	3.08	3.00	21.50	1.624	500	3.45

OBSERVACIONES: _____

Marzo 16/1984

RESPONSABLE: J. Bernal - F. Silva.

UEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 13 mm. (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 70 REPROCESADO 30

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
15.55 15.30 15.40 15.40	15.55	15.41	15.30	3.00 2.90 3.00 2.85	3.00	2.94	2.85	21.29	161.40	510	3.52
15.55 15.40 15.50 15.10	15.55	15.39	15.10	2.90 3.00 2.90 3.10	3.10	2.98	2.90	21.34	165.28	510	3.52
15.55 15.40 15.45 15.35	15.55	15.44	15.35	3.00 2.90 2.90 2.90	3.00	2.93	2.90	21.29	164.93	510	3.52
15.40 15.50 15.50 15.50	15.50	15.33	14.90	3.20 3.00 3.10 3.00	3.20	3.08	3.00	21.48	164.15	500	3.45
15.50 15.60 15.00 15.50	15.60	15.40	15.00	3.05 3.00 3.05 3.10	3.10	3.06	3.00	21.53	161.49	510	3.52
15.60 15.30 15.10 15.40	15.60	15.35	15.10	3.10 3.15 3.00 3.00	3.15	3.04	3.00	21.43	161.11	510	3.52
15.45 15.30 15.40 15.40	15.40	15.24	15.00	3.10 2.90 2.90 3.20	3.20	3.03	2.90	21.29	162.30	500	3.45
15.35 15.30 15.40 15.35	15.40	15.23	15.00	2.80 3.10 2.90 3.00	3.10	2.95	2.80	21.13	161.26	500	3.45
15.55 15.50 15.35 15.35	15.65	15.44	15.25	2.90 2.90 3.00 2.65	3.00	2.86	2.65	21.16	163.86	510	3.52
15.30 15.30 15.30 15.30	15.30	15.23	15.20	3.10 3.00 3.00 3.05	3.10	3.04	3.00	21.30	164.64	510	3.52

ERVACIONES : _____

April 10/1984

RESPONSABLE: J. Bernal - F. Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 80 REPROCESADO 20

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
15.15	15.35	15.09	15.05	3.10	3.35	3.18	3.10	21.54	163.00	480	3.31
15.20				3.15							
15.05				3.35							
15.35				3.10							
15.30	15.30	15.18	15.00	3.20	3.20	3.13	3.05	21.43	163.13	500	3.45
15.25				3.05							
15.00				3.15							
15.15				3.10							
15.20	15.30	15.23	15.20	3.20	3.30	3.16	3.05	21.55	162.65	500	3.45
15.30				3.10							
15.20				3.05							
15.20				3.30							
15.40	15.40	15.21	15.05	3.20	3.20	3.10	3.00	21.41	164.00	500	3.45
15.05				3.10							
15.20				3.10							
15.20				3.00							
15.35	15.35	15.23	15.00	3.25	3.25	3.14	3.00	21.50	163.28	510	3.52
15.00				3.00							
15.35				3.15							
15.20				3.15							
15.45	15.45	15.34	15.25	3.00	3.10	3.05	3.00	21.44	163.68	510	3.52
15.35				3.10							
15.25				3.05							
15.30				3.05							
15.05	15.40	15.25	15.05	3.00	3.10	3.03	3.00	21.30	163.96	510	3.52
15.30				3.00							
15.40				3.10							
15.25				3.00							
15.40	15.40	15.18	15.00	3.15	3.15	3.04	2.90	21.25	162.88	490	3.38
15.05				2.90							
15.00				3.10							
15.35				3.00							
15.10	15.30	15.24	15.10	3.25	3.25	3.09	3.00	21.41	162.76	510	3.52
15.30				3.00							
15.30				3.10							
15.25				3.00							
15.30	15.25	15.09	15.00	3.00	3.20	3.09	3.00	21.26	163.36	510	3.52
15.25				3.05							
15.00				3.20							
15.10				3.10							

OBSERVACIONES: _____

Abril 11/1984

RESPONSABLE: J. Bernal- F. Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 13 mm. (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 90 REPROCESADO 10

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
15.45	15.45	15.29	15.20	3.05	3.15	3.10	3.05	21.49	162.55	460	3.17
15.20				3.10							
15.25				3.10							
15.25				3.15							
15.25	15.60	15.44	15.25	3.20	3.20	3.09	3.00	21.62	162.93	480	3.31
15.60				3.00							
15.45				3.05							
15.45				3.10							
15.25	15.60	15.36	15.25	3.10	3.20	3.10	3.00	21.56	163.44	480	3.31
15.35				3.00							
15.60				3.10							
15.35				3.20							
15.35	15.60	15.36	15.25	3.05	3.15	3.09	3.00	21.54	162.00	460	3.17
15.60				3.15							
15.60				3.15							
15.55				3.00							
15.45	15.70	15.48	15.25	3.05	3.10	3.09	3.05	21.66	162.17	480	3.31
15.70				3.10							
15.45				3.10							
15.50				3.10							
15.45	15.50	15.40	15.25	3.20	3.30	31.18	3.10	21.76	161.86	480	3.31
15.50				3.10							
15.40				3.10							
15.45				3.30							
15.40	15.45	15.38	15.30	3.15	3.15	3.12	3.00	21.62	163.42	480	3.31
15.30				3.00							
15.45				3.15							
15.35				3.15							
15.30	15.60	15.38	15.30	3.15	3.15	3.08	3.05	21.48	162.64	480	3.31
15.30				3.05							
15.60				3.10							
15.30				3.05							
15.35	15.65	15.41	15.20	3.10	3.10	3.08	3.05	21.51	162.71	480	3.31
15.55				3.05							
15.20				3.05							
15.45				3.10							
15.50	15.50	15.30	15.10	3.15	3.20	3.18	3.15	21.60	162.88	480	3.31
15.20				3.15							
15.40				3.20							
15.10				3.20							

OBSERVACIONES: _____

Abril 5 /1984

RESPONSABLE: J.Bernal- F. Silva

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 13 mm (1/2 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 100 / REPROCESADO -

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.40	15.60	15.50	15.40	2.45	2.60	2.51	2.45	20.52	136.00	380	2.62
.40				2.45							
.60				2.60							
.60				2.55							
.80	16.80	16.49	16.25	2.45	2.65	2.48	2.25	21.45	136.68	380	2.62
.30				2.25							
.60				2.55							
.25				2.65							
.60	16.60	16.34	16.10	2.60	2.80	2.63	2.50	21.60	136.75	400	2.75
.25				2.60							
.10				2.80							
.40				2.50							
.45	16.70	16.36	15.95	2.70	2.80	2.65	2.50	21.66	137.08	410	2.83
.35				2.80							
.35				2.50							
.70				2.60							
.55	17.40	16.54	15.90	2.55	2.70	2.61	2.50	21.76	137.25	380	2.62
.30				2.70							
.40				2.70							
.90				2.50							
.80	17.40	16.73	16.10	2.60	2.60	2.55	2.50	21.83	136.53	400	2.75
.60				2.60							
.10				2.50							
.40				2.50							
.30	16.60	16.46	16.30	2.45	2.70	2.55	2.45	21.56	137.13	380	2.62
.45				2.70							
.60				2.50							
.50				2.55							
.20	17.20	16.64	16.20	2.50	2.55	2.50	2.45	21.64	136.72	280	2.62
.30				2.45							
.85				2.55							
.20				2.50							
.25	17.00	16.61	16.25	2.30	2.60	2.48	2.30	21.57	136.44	390	2.69
.35				2.60							
.85				2.45							
.00				2.55							
.50	16.95	16.51	16.10	2.70	2.70	2.58	2.45	21.67	136.39	380	2.62
.50				2.50							
.10				2.65							
.35				2.45							

ESERVACIONES: _____

Abril 5/1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

UEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 25 mm. (1 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 10 REPROCESADO 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
55				3.90							
30				3.70							
15	26.55	25.95	25.30	3.90	3.90	3.83	3.70	33.60	346.27	350	2.42
80				3.80							
50				3.90							
00				3.90							
80	26.80	26.25	25.60	4.10	4.10	3.88	3.60	34.00	349.71	350	2.42
60				3.60							
45				3.50							
30				4.05							
30	26.45	25.83	25.25	3.85	4.05	3.85	3.50	33.53	346.29	370	2.55
05				4.00							
60				3.95							
00				3.75							
40	26.50	26.18	25.30	3.70	3.95	3.84	3.70	33.85	351.03	370	2.55
20				3.95							
10				3.95							
00				3.85							
55	26.55	25.80	25.15	3.75	4.00	3.89	3.75	33.58	352.26	380	2.62
5				4.00							
65				3.65							
10				4.10							
40	26.45	25.86	25.10	3.85	4.10	3.89	3.65	33.64	345.69	370	2.55
20				3.95							
40				3.85							
00				4.10							
75	26.40	25.95	25.30	3.85	4.00	3.93	3.85	33.80	346.33	370	2.55
5				3.95							
30				4.35							
45				3.90							
35	26.30	25.74	25.15	4.00	4.35	4.05	3.90	33.84	355.83	400	2.76
15				3.95							
50				3.65							
00				3.95							
70	26.70	26.13	25.50	3.60	4.10	3.83	3.60	33.78	347.80	380	2.62
90				4.10							
45				3.75							
30				3.85							
75	26.75	26.05	25.20	4.05	4.05	3.81	3.60	33.68	346.21	400	2.76
70				3.60							

SERVACIONES : _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (25 mm. (1 pulg)) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 20 REPROCESADO 80

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
27.15				3.70							
27.10				3.25							
27.10	27.15	26.75	25.65	3.50	3.70	3.46	3.25	33.68	322.90	350	2.42
25.65				3.40							
25.20				3.60							
25.50				3.80							
25.60	26.65	25.99	25.50	3.60	3.80	3.64	3.55	33.26	336.55	360	2.48
26.65				3.55							
27.00				3.50							
26.65				3.70							
27.15	27.15	26.48	25.65	3.40	3.75	3.59	3.40	33.65	326.05	350	2.42
25.10				3.75							
26.75				3.60							
25.60				3.75							
26.75	26.75	26.50	25.90	3.70	3.85	3.73	3.60	33.95	334.78	350	2.42
25.90				3.85							
27.45				3.15							
26.00				3.50							
27.20	27.45	26.61	25.80	3.45	3.60	3.43	3.15	33.46	323.78	350	2.42
25.80				3.60							
27.00				3.80							
26.50				3.50							
26.95	27.00	26.45	25.50	3.65	3.80	3.64	3.50	33.73	326.93	350	2.42
25.95				3.60							
27.00				3.40							
26.45				3.70							
27.20	27.20	26.46	26.00	3.35	3.70	3.54	3.35	33.54	323.91	300	2.07
26.00				3.70							
26.95				3.65							
26.35				3.50							
27.05	27.05	26.36	25.70	3.50	3.65	3.56	3.50	33.49	328.19	350	2.42
25.70				3.60							
27.15				3.65							
26.15				3.20							
27.30	27.30	26.75	26.15	3.50	3.65	3.44	3.20	33.63	319.89	350	2.42
26.40				3.40							
27.00				3.65							
26.15				3.40							
27.15	27.20	26.46	25.75	3.45	3.65	3.51	3.40	33.49	326.27	350	2.42
25.75				3.55							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (25 mm. / 1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 30 REPROCESADO 70

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
27.55				3.55							
25.30				3.55							
27.40	27.55	26.94	26.30	3.65	3.65	3.49	3.20	33.91	318.09	340	2.35
25.50				3.20							
27.40				3.60							
25.50				3.30							
27.60	27.60	27.11	26.50	3.65	3.65	3.45	3.25	34.01	315.86	330	2.28
25.95				3.25							
27.60				3.15							
25.55				3.70							
25.80	27.60	27.11	26.55	3.50	3.70	3.44	3.15	33.99	314.55	330	2.28
27.50				3.40							
27.50				3.45							
25.45				3.50							
25.60	27.50	26.98	26.45	3.55	3.55	3.48	3.40	33.90	3.7.26	360	2.48
27.35				3.40							
27.50				3.10							
25.40				3.60							
27.65	27.65	27.06	26.40	3.30	3.60	3.38	3.10	33.81	317.15	320	2.21
25.70				3.50							
27.60				3.65							
25.70				3.20							
27.35	27.60	27.03	26.45	3.50	3.65	3.40	3.20	33.83	317.64	330	2.28
25.45				3.25							
27.45				3.35							
25.35				3.50							
25.55	27.45	26.86	26.35	3.20	3.70	3.44	3.20	33.74	317.71	340	2.35
25.00				3.70							
27.35				3.60							
25.30				3.30							
27.60	27.60	26.95	26.30	3.30	3.60	3.48	3.40	33.88	318.10	360	2.48
25.55				3.40							
27.70				3.50							
25.75				3.45							
27.40	27.70	27.08	26.45	3.05	3.70	3.43	3.05	33.93	316.25	350	2.42
25.45				3.70							
27.30				3.50							
25.55				3.30							
27.50	27.50	26.96	26.50	3.25	3.50	3.39	3.25	33.74	316.25	350	2.42
25.50				3.50							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (25 mm. / 1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 40 / REPROCESADO 60

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
26.50				3.90							
25.30				3.85							
25.65	26.65	25.93	25.30	4.00	4.00	3.84	3.60	33.60	347.43	360	2.48
26.25				3.60							
26.40				3.70							
25.15				4.10							
25.55	26.55	25.79	25.05	4.00	4.10	3.90	3.70	33.59	348.52	370	2.55
25.05				3.80							
26.20				3.90							
25.00				3.95							
25.45	26.45	25.71	25.00	3.75	4.10	3.93	3.75	33.56	347.59	370	2.55
25.20				4.10							
26.50				3.70							
25.50				3.90							
26.00	26.00	25.75	26.00	3.45	4.00	3.76	3.45	33.28	348.66	400	2.76
26.00				4.00							
26.45				3.90							
25.80				3.75							
26.40	26.45	25.95	25.15	4.00	4.00	3.80	3.55	33.55	351.00	400	2.76
25.15				3.55							
26.50				3.60							
25.40				4.00							
25.15	26.50	26.00	25.45	3.80	4.00	3.83	3.60	33.65	347.24	380	2.62
25.50				3.90							
26.40				3.65							
25.40				4.00							
25.50	26.50	25.80	25.40	3.90	4.00	3.86	3.65	33.53	348.30	370	2.55
25.65				3.90							
26.50				3.95							
25.15				3.75							
25.55	26.55	25.80	25.00	4.10	4.10	3.91	3.75	33.63	350.44	380	2.62
25.00				3.85							
26.30				3.90							
25.30				3.90							
25.50	26.50	26.25	25.90	3.90	3.90	3.80	3.50	33.85	347.70	370	2.55
25.90				3.50							
26.35				3.70							
25.30				4.00							
25.30	26.35	25.79	25.30	4.00	4.00	3.86	3.70	33.51	349.70	380	2.62
25.20				3.75							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 25 mm. (1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 50 REPROCESADO 50

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.80				4.10							
.75				4.80							
.50	25.50	24.54	23.75	4.15	4.85	4.48	4.10	33.49	381.75	450	3.11
.10				4.85							
.55				3.80							
.30				3.60							
.30	26.60	26.44	26.30	3.75	3.80	3.66	3.50	33.76	340.51	370	2.55
.60				3.50							
.00				4.30							
.80				4.90							
.10	25.00	24.56	24.10	4.00	4.90	4.58	4.00	33.71	381.51	450	3.11
.35				4.70							
.75				3.95							
.50				3.90							
.70	26.50	25.81	24.70	4.00	4.00	3.95	3.90	33.71	347.45	400	2.76
.30				3.95							
.70				3.75							
.50				3.80							
.70	26.70	26.08	25.40	3.80	3.80	3.76	3.70	33.60	345.28	390	2.69
.40				3.70							
.55				3.85							
.00				3.80							
.50	26.55	25.86	25.00	3.75	3.90	3.83	3.75	33.51	345.57	380	2.62
.40				3.90							
.45				3.90							
.60				4.00							
.35	26.45	25.63	25.05	3.85	4.00	3.90	3.85	33.43	343.48	400	2.76
.50				3.85							
.60				3.75							
.40				3.95							
.80	26.80	26.15	25.40	3.65	3.95	3.75	3.65	33.65	343.48	400	2.76
.00				3.65							
.45				3.75							
.50				4.00							
.30	26.10	25.86	25.50	3.85	4.00	3.88	3.75	33.61	344.21	370	2.55
.10				3.90							
.45				3.85							
.10				3.95							
.45	26.95	26.11	25.05	3.70	3.95	3.83	3.70	33.76	344.73	380	2.62
.05				3.80							

SERVACIONES: _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 25 mm. (1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 60 REPROCESADO 40

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
40				3.70							
70				3.90							
90	26.00	25.75	25.40	3.75	3.90	3.79	3.70	33.33	348.60	390	2.69
00				3.80							
30				3.75							
65				3.70							
30	26.30	25.91	25.40	3.60	3.85	3.73	3.60	33.36	344.80	400	2.76
40				3.85							
10				3.75							
45				4.00							
25	26.25	25.81	25.45	3.80	4.00	3.85	3.75	33.51	348.80	370	2.55
45				3.85							
20				3.75							
10				4.00							
25	26.25	25.64	25.00	3.80	4.00	3.89	3.75	33.41	345.15	400	2.76
00				4.00							
30				4.10							
90				3.90							
00	26.30	25.84	25.25	3.85	4.10	3.90	3.75	33.64	347.15	400	2.76
25				3.75							
50				3.90							
25				3.65							
00	26.50	26.08	25.75	3.80	3.90	3.75	3.65	33.58	344.00	400	2.76
25				3.65							
10				3.70							
70				4.00							
00	26.10	25.84	25.60	3.75	3.95	3.89	3.80	33.61	346.52	350	2.42
00				4.00							
60				3.80							
90				3.95							
00	26.10	25.84	25.60	3.90	3.95	3.89	3.80	33.61	346.52	350	2.42
25				3.90							
10				4.10							
60				3.90							
00	26.20	25.55	25.10	4.15	4.15	3.98	3.75	33.50	346.95	350	2.42
20				3.75							
10				3.85							
15				4.00							
10	26.10	25.98	25.75	4.20	4.20	3.96	3.80	33.90	346.02	370	2.55
15				3.80							

ERVACIONES:

Octubre 11/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 25 mm. (1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 70 REPROCESADO 30

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
25.65				3.90							
25.85				3.90							
25.30	26.30	25.76	25.25	3.85	4.10	3.94	3.85	33.64	349.50	400	2.76
25.25				4.10							
25.15				3.85							
25.30				4.05							
25.25	26.25	25.78	25.30	3.70	4.05	3.88	3.70	33.53	350.50	400	2.76
25.40				3.90							
25.20				3.90							
25.00				3.85							
25.20	26.20	26.14	26.00	4.10	4.10	3.91	3.80	33.96	352.59	400	2.76
25.15				3.80							
25.80				4.05							
25.90				4.05							
25.95	25.95	25.66	25.00	3.70	4.35	4.04	3.70	33.74	351.78	350	2.42
26.00				4.35							
26.10				4.10							
26.00				3.70							
26.25	26.10	25.61	25.00	3.85	4.10	3.86	3.70	33.34	351.95	380	2.62
25.70				3.80							
26.30				4.00							
26.00				3.80							
26.10	26.10	25.58	24.90	3.90	4.00	3.86	3.75	33.30	350.21	370	2.55
24.90				3.75							
26.20				3.90							
26.35				3.80							
26.15	26.25	25.79	25.15	3.80	3.90	3.83	3.80	33.44	348.87	380	2.62
26.15				3.80							
26.05				3.60							
26.05				4.00							
26.00	26.05	25.58	24.70	3.60	4.00	3.78	3.60	33.13	352.80	380	2.62
25.70				3.90							
26.05				3.85							
26.10				3.75							
25.70	26.70	25.76	25.00	3.75	3.85	3.78	3.75	33.31	351.19	350	2.55
25.80				3.75							
26.35				3.85							
26.35				3.80							
26.30	26.30	25.68	24.95	3.70	3.85	3.80	3.70	33.28	253.51	380	2.62
25.40				3.85							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 11/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (25 mm. / 1 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 80 / REPROCESADO 20

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
25.00				3.90							
25.25				4.20							
25.25	26.00	25.63	25.25	4.00	4.20	4.03	3.90	33.68	358.55	380	2.62
26.00				4.00							
25.00				3.75							
26.25				3.90							
25.85	26.25	25.73	25.00	3.80	3.90	3.84	3.75	33.40	350.96	370	2.55
25.80				3.90							
26.30				4.00							
26.35				3.80							
26.20	26.30	25.74	25.10	4.00	4.00	3.91	3.80	33.56	352.66	390	2.69
25.10				3.85							
26.40				3.65							
26.15				3.90							
26.00	26.40	26.10	25.85	3.80	4.00	3.84	3.65	33.78	352.66	400	2.76
25.85				4.00							
26.10				3.95							
26.00				3.90							
26.00	26.10	25.51	25.00	3.80	4.10	3.94	3.80	33.39	357.15	400	2.76
25.15				4.10							
26.35				3.85							
26.15				4.00							
26.20	26.20	25.64	25.15	3.85	4.00	3.90	3.85	33.44	350.31	370	2.55
25.15				3.90							
26.10				3.90							
26.50				4.30							
26.10	26.10	25.34	24.50	4.00	4.30	4.08	3.90	33.49	352.17	400	2.76
25.15				4.10							
26.20				3.70							
26.20				4.00							
26.20	26.20	25.58	25.20	3.70	4.00	3.93	3.80	33.56	348.36	400	2.76
25.20				4.00							
26.30				4.15							
26.15				3.80							
26.30	26.30	25.70	25.25	3.85	4.15	3.90	3.60	33.50	349.70	370	2.55
25.25				3.90							
26.30				3.85							
26.20				4.00							
26.30	26.30	26.10	25.25	4.15	4.15	3.90	3.85	33.54	348.70	400	2.76
25.25				3.60							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 10/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 25 mm. (1 Pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 90 REPROCESADO 10

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
25.15	26.25	25.65	25.15	3.70	4.10	3.84	3.70	33.33	318.09	400	2.76
25.25				3.80							
25.90				4.10							
25.30				3.75							
25.40	26.20	25.83	25.40	4.00	4.00	3.79	3.60	33.40	315.86	380	2.62
25.20				3.60							
26.00				3.75							
25.70				3.80							
25.60	26.25	25.84	25.60	3.95	3.95	3.81	3.65	33.46	314.55	380	2.62
25.70				3.85							
25.25				3.65							
25.80				3.65							
26.30	26.30	25.90	25.00	3.75	4.10	3.90	3.75	33.70	318.85	370	2.55
25.30				3.95							
25.20				4.10							
25.00				3.85							
25.50	25.65	25.38	25.15	4.10	4.10	3.99	3.85	33.35	317.15	350	2.42
25.65				3.90							
25.20				4.10							
25.15				3.85							
26.05	26.05	25.63	25.25	4.40	4.40	4.01	3.70	33.65	317.64	370	2.55
25.25				3.75							
25.30				4.20							
25.90				3.70							
25.65	26.00	25.85	25.65	3.50	4.05	3.83	3.50	33.50	317.71	390	2.69
25.90				4.05							
26.00				3.75							
26.00				4.00							
26.00	26.10	25.80	25.50	4.00	4.05	3.81	3.60	33.43	318.10	380	2.62
25.60				3.60							
26.10				4.00							
25.50				3.70							
26.20	26.20	25.86	25.25	3.70	3.90	3.79	3.60	33.44	316.25	270	2.55
26.20				4.00							
26.00				3.90							
25.70				4.00							
26.20	26.20	25.86	25.25	3.90	3.90	3.79	3.60	33.44	316.25	370	2.55
26.25				3.60							
26.00				3.80							
25.70				3.85							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 11/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 25 mm (1 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 100% REPROCESADO

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
25.10				4.00							
25.65				3.45							
26.05	26.10	25.79	25.35	4.00	4.00	3.80	3.45	33.39	347.70	350	2.42
25.35				3.75							
26.10				3.90							
25.20				3.65							
25.85	26.10	25.56	25.10	4.00	4.00	3.81	3.65	33.19	346.50	400	2.76
25.10				3.70							
25.30				4.00							
25.80				3.95							
25.30	25.80	25.38	25.10	3.40	4.00	3.84	3.40	33.05	346.95	400	2.76
25.10				4.00							
25.30				4.10							
25.80				3.80							
25.50	25.80	25.55	25.30	4.15	4.15	4.04	3.80	33.63	349.15	400	2.76
25.60				4.10							
25.60				3.75							
26.10				3.90							
25.50	26.10	25.71	25.50	3.65	3.90	3.80	3.65	33.31	345.75	350	2.42
25.65				3.90							
25.50				4.00							
25.20				4.00							
25.35	26.00	25.71	25.50	4.00	4.00	3.95	3.80	33.41	346.35	370	2.55
25.00				3.80							
26.00				3.60							
25.55				4.00							
25.75	26.00	25.74	25.55	3.80	4.00	3.85	3.60	33.44	347.25	400	2.76
25.65				4.00							
25.90				4.00							
25.80				3.60							
26.20	26.20	25.85	25.50	3.95	4.00	3.80	3.60	33.45	345.90	380	2.62
25.50				3.65							
25.60				3.80							
25.50				4.05							
25.85	25.85	25.66	25.50	4.00	4.05	4.01	3.80	33.69	348.12	250	2.42
25.70				4.00							
25.60				3.80							
25.90				4.10							
25.90	25.90	25.83	25.60	3.90	4.10	3.98	3.80	33.78	345.40	400	2.76
25.90				4.10							

SERVACIONES: _____

Octubre 11/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 10 / REPROCESADO 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
52.00	52.10	52.06	52.00	4.00	4.10	4.04	4.00	60.14	800	240	1.65
52.10				4.05							
52.10				4.00							
52.05				4.10							
52.20	52.20	52.11	52.00	4.10	4.10	4.05	4.00	60.21	805	230	1.59
52.10				4.10							
52.15				4.00							
52.00				4.00							
52.05	52.20	52.11	52.05	4.20	4.20	4.06	4.00	60.24	805	230	1.59
52.10				4.05							
52.10				4.00							
52.20				4.00							
52.00	52.10	52.04	52.00	4.10	4.10	4.06	4.00	60.16	805	230	1.59
52.00				4.10							
52.05				4.05							
52.10				4.00							
52.10	52.20	52.15	52.10	4.05	4.20	4.09	4.00	60.33	8.10	240	1.65
52.10				4.10							
52.20				4.00							
52.20				4.20							
52.10	52.10	52.06	52.00	4.10	4.20	4.10	4.00	60.26	805	240	1.65
52.10				4.10							
52.05				4.20							
52.00				4.00							
52.40	52.40	52.25	52.10	4.15	4.20	4.09	4.00	60.43	810	230	1.59
52.20				4.00							
52.10				4.00							
52.30				4.20							
52.10	52.30	52.20	52.10	4.00	4.20	4.09	4.00	60.38	810	240	1.65
52.20				4.10							
52.30				4.20							
52.30				4.05							
52.30	52.30	52.14	52.00	4.00	4.15	4.08	4.00	60.29	805	230	1.59
52.05				4.10							
52.00				4.15							
52.30				4.05							
52.30	52.20	52.13	52.00	4.00	4.20	4.09	4.00	60.30	805	240	1.65
52.20				4.10							
52.30				4.20							
52.10				4.05							

OBSERVACIONES: _____

Enero 11/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 20 REPROCESADO 80

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
52.40	52.40	52.23	52.10	4.05	4.20	4.09	4.00	60.40	810	250	1.72
52.10				4.00							
52.20				4.10							
52.20				4.20							
52.20	52.25	52.13	52.00	4.00	4.15	4.06	4.00	60.25	805	240	1.65
52.25				4.10							
52.05				4.00							
52.00				4.15							
52.00	52.25	52.15	52.00	4.05	4.10	4.05	4.00	60.25	805	240	1.65
52.15				4.00							
52.20				4.10							
52.25				4.05							
52.30	52.30	52.16	52.00	4.05	4.20	4.14	4.05	60.44	810	240	1.65
52.00				4.10							
52.15				4.20							
52.20				4.20							
52.15	52.30	52.21	52.15	4.10	4.15	4.09	4.00	60.39	810	250	1.72
52.20				4.10							
52.30				4.00							
52.20				4.15							
52.10	52.20	52.11	52.00	4.00	4.20	4.14	4.00	60.39	810	250	1.72
52.15				4.20							
52.00				4.20							
52.20				4.15							
52.30	52.30	52.15	52.00	4.15	4.20	4.14	4.10	60.43	810	240	1.65
52.00				4.10							
52.25				4.20							
52.05				4.10							
52.05	52.35	52.23	52.05	3.95	4.00	3.98	3.95	60.18	800	240	1.65
52.35				4.00							
52.20				4.00							
52.30				3.95							
52.30	52.30	52.19	52.05	4.00	4.20	4.13	4.00	60.44	810	250	1.72
52.30				4.10							
52.05				4.20							
52.10				4.20							
52.20	52.30	52.20	52.10	4.10	4.10	4.01	3.95	60.23	805	240	1.65
52.20				4.00							
52.30				3.95							
52.10				4.00							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 11/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

ETRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 30 REPROCESADO 70

AMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
10	52.20	52.11	52.00	4.05	4.05	4.03	4.00	60.16	800	260	1.79
15				4.00							
00				4.05							
20				4.00							
30	52.30	52.16	52.00	4.10	4.10	4.06	4.00	60.29	805	260	1.79
00				4.10							
15				4.05							
15				4.00							
00	52.30	52.16	52.05	4.00	4.05	4.00	3.95	60.16	800	270	1.86
30				3.95							
10				4.05							
05				4.00							
00	52.30	52.13	52.00	4.10	4.15	4.10	4.05	60.33	810	260	1.79
00				4.05							
10				4.10							
20				4.15							
00	52.20	52.09	52.00	4.10	4.15	4.06	4.00	60.21	810	250	1.72
30				4.15							
05				4.00							
10				4.15							
00	52.20	52.15	52.05	4.00	4.10	4.06	4.00	60.28	810	260	1.79
05				4.10							
15				4.10							
00				4.05							
10	52.30	52.13	52.00	4.05	4.10	4.06	4.00	60.25	810	260	1.79
00				4.10							
20				4.10							
10				4.00							
00	52.30	52.15	52.00	4.00	4.05	3.99	3.95	60.13	800	260	1.79
30				3.95							
10				3.95							
00				4.05							
30	52.20	52.13	52.00	3.95	4.10	4.03	3.95	60.18	800	260	1.79
10				4.05							
20				4.00							
30				4.10							
30	52.40	52.23	52.10	4.00	4.10	4.01	3.95	60.25	805	260	1.79
10				4.00							
40				3.95							
10				4.10							

SERVACIONES: _____

Enero 14/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

ERBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL (50 mm. / 2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 40 / REPROCESADO 60

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
52.10	52.20	52.11	52.00	4.05	4.05	4.03	4.00	60.16	800	260	1.79
52.15				4.00							
52.00				4.05							
52.20				4.00							
52.30	52.30	52.16	52.00	4.10	4.10	4.06	4.00	60.29	805	260	1.79
52.00				4.10							
52.20				4.05							
52.15				4.00							
52.20	52.30	52.16	52.05	4.00	4.05	4.00	3.95	60.16	800	270	1.86
52.30				4.00							
52.10				3.95							
52.05				4.05							
52.20	52.30	52.13	52.00	4.10	4.15	4.10	4.05	60.33	810	260	1.79
52.00				4.05							
52.00				4.10							
52.30				4.15							
52.20	52.20	52.09	52.00	4.10	4.15	4.06	4.00	60.21	810	250	1.72
52.00				4.15							
52.05				4.00							
52.10				4.00							
52.20	52.20	52.15	52.05	4.00	4.10	4.06	4.00	60.28	810	260	1.79
52.05				4.10							
52.15				4.10							
52.20				4.05							
52.10	52.30	52.13	52.00	4.05	4.10	4.06	4.00	60.25	795	260	1.79
52.00				4.10							
52.30				4.10							
52.10				4.00							
52.20	52.30	52.21	52.10	4.00	4.05	4.01	4.00	60.24	800	280	1.93
52.30				3.95							
52.10				3.95							
52.00				4.05							
52.20	52.20	52.10	52.00	3.95	4.10	4.06	4.00	60.23	805	260	1.79
52.10				4.05							
52.20				4.00							
52.00				4.10							
52.30	52.50	52.23	52.00	4.00	4.10	4.08	4.00	60.38	805	280	1.93
52.10				4.00							
52.40				3.95							
52.10				4.10							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 14/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 50 REPROCESADO 50

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.00				4.95							
.60				5.00							
.00	51.00	50.65	50.00	5.10	5.10	5.04	4.95	60.73	810	260	1.79
.00				5.10							
.70				5.00							
.00				5.25							
.40	51.70	50.90	50.00	5.00	5.25	5.06	5.00	61.03	815	270	1.86
.50				5.00							
.70				5.50							
.50				5.00							
.10	51.30	50.65	50.10	5.00	5.50	5.23	5.00	61.10	810	260	1.79
.30				5.40							
.10				5.10							
.30				5.05							
.25	51.30	51.10	51.10	5.10	5.65	5.06	5.00	61.23	810	260	1.72
.75				5.00							
.00				4.80							
.60				5.00							
.85	51.60	51.21	50.85	4.85	5.00	4.91	4.80	61.04	810	250	1.72
.40				5.00							
.60				5.10							
.70	51.60	51.23	50.70	5.00	5.10	5.05	5.00	61.33	810	250	1.72
.50				5.10							
.10				5.00							
.20				5.40							
.80				5.00							
.30	51.60	51.23	50.80	4.90	5.40	5.10	4.90	61.43	810	250	1.72
.60				5.10							
.70				5.20							
.20	51.20	51.04	50.70	5.00	5.20	5.03	4.90	61.09	810	250	1.72
.20				4.90							
.05				5.00							
.45				5.05							
.80	51.45	51.16	50.80	5.40	5.40	5.13	5.00	61.41	810	250	1.72
.50				5.00							
.90				5.05							
.40				5.00							
.30	51.40	51.11	50.35	5.10	5.20	5.10	5.00	61.31	815	270	1.86
.35				5.20							
.40				5.10							

ESERVACIONES : _____

ECHA: Enero 10/ 1985 _____ RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL (50 mm. / 2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 60 / REPROCESADO 40

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
1.00	51.00	50.65	50.00	4.95	5.10	5.04	4.95	60.73	810	260	1.79
0.60				5.00							
1.00				5.10							
0.60				5.10							
1.70	51.70	50.90	50.00	5.00	5.25	5.06	5.00	61.03	815	270	1.86
2.00				5.25							
1.40				5.00							
0.50				5.00							
0.70	51.30	50.65	50.10	5.50	5.50	5.25	5.00	61.10	810	260	1.79
0.50				5.00							
0.10				5.00							
1.30				5.40							
1.10	51.30	51.10	51.10	5.10	5.65	5.06	5.00	61.23	810	260	1.79
1.30				5.05							
1.25				5.10							
0.75				5.00							
2.00	51.60	51.21	50.85	4.80	5.00	4.91	4.80	61.04	810	250	1.72
1.60				5.00							
0.85				4.85							
1.40				5.00							
1.60	51.60	51.23	50.70	5.10	5.10	5.05	5.00	61.33	810	250	1.72
0.70				5.00							
1.50				5.10							
0.10				5.00							
1.20	51.60	51.23	50.80	5.40	5.40	5.10	4.90	61.43	810	250	1.72
0.80				5.00							
1.30				4.90							
1.60				5.10							
0.70	51.20	51.04	50.70	5.20	5.20	5.03	4.90	61.09	810	250	1.72
1.20				5.00							
1.20				4.90							
0.95				5.00							
1.45	51.45	51.16	50.80	5.05	5.40	5.13	5.00	61.41	810	250	1.72
0.80				5.40							
1.50				5.00							
0.90				5.05							
1.40	51.40	51.11	50.35	5.00	5.20	5.10	5.00	61.31	815	270	1.86
1.30				5.10							
0.35				5.20							
1.40				5.10							

ESERVACIONES: _____

Enero 10/ 1985

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 70 REPROCESADO 30

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
50.40	51.10	50.74	50.40	5.10	5.15	5.04	4.90	60.81	820	260	1.79
51.10				4.90							
50.85				5.00							
50.60				5.15							
50.60	51.70	50.56	49.60	5.30	5.30	5.14	4.95	60.84	820	270	1.86
50.35				4.95							
51.70				5.20							
49.60				5.10							
50.70	50.80	50.70	50.60	5.00	5.15	5.03	4.85	60.75	820	270	1.86
50.70				5.10							
50.60				4.85							
50.80				5.15							
50.75	50.75	50.53	50.30	5.00	5.40	5.14	4.90	60.80	815	250	1.72
50.45				5.25							
50.60				4.90							
50.30				5.40							
51.60	51.60	50.58	49.80	5.00	5.25	5.11	5.00	60.80	810	250	1.72
49.80				5.00							
49.80				5.25							
51.10				5.20							
50.70	51.20	50.73	49.90	4.90	5.10	5.00	4.90	60.73	820	250	1.72
51.20				5.00							
49.90				5.00							
51.00				5.10							
50.70	51.00	50.68	50.40	5.00	5.25	5.05	4.90	60.78	820	260	1.79
51.00				5.25							
50.60				4.90							
50.40				5.05							
51.25	51.25	50.38	49.60	5.45	5.45	5.21	5.00	60.80	820	250	1.72
49.60				5.00							
51.30				5.40							
51.35				5.00							
50.35	51.00	50.69	50.35	5.00	5.25	5.03	4.85	60.74	820	260	1.79
51.00				5.00							
50.60				4.85							
50.80				5.25							
50.75	50.90	50.75	50.50	5.25	5.25	5.05	4.95	60.85	830	270	1.86
50.50				4.95							
50.85				5.00							
50.90				5.00							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 10/ 1985

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 80 REPROCESADO 20

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
52.00	52.30	52.13	52.00	3.95	4.00	3.46	3.95	60.05	795	250	1.72
52.20				4.00							
52.30				3.95							
52.00				3.95							
52.50	52.50	52.25	52.00	4.00	4.10	4.06	4.00	60.38	805	250	1.72
52.00				4.10							
52.10				4.05							
52.40				4.10							
52.10	52.50	52.25	52.00	4.00	4.00	3.99	3.95	60.23	800	240	1.65
52.40				4.00							
52.50				3.95							
52.00				4.00							
52.20	52.30	52.25	52.20	3.95	4.10	4.04	3.95	60.33	805	250	1.72
52.20				4.00							
52.30				4.10							
52.10				4.15							
52.10	52.40	52.28	52.10	4.15	4.20	4.13	4.05	60.53	810	250	1.72
52.20				4.05							
52.40				4.10							
52.40				4.20							
52.40	52.50	52.25	52.00	4.20	4.20	4.13	4.10	60.50	810	250	1.72
52.00				4.10							
52.10				4.10							
52.50				4.10							
52.30	52.30	52.24	52.00	4.15	4.20	4.14	4.10	60.41	810	250	1.72
52.00				4.10							
52.05				4.10							
52.20				4.20							
52.20	52.40	52.25	52.10	4.00	4.20	4.08	4.00	60.40	810	250	1.72
52.30				4.00							
52.10				4.20							
52.40				4.10							
52.00	52.50	52.26	52.00	4.10	4.20	4.13	4.00	60.51	810	250	1.72
52.40				4.20							
52.15				4.20							
52.50				4.00							
52.10	52.40	52.20	52.00	4.05	4.10	4.06	4.05	60.33	805	250	1.72
52.30				4.05							
52.00				4.10							
52.40				4.05							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 16/ 1985

RESPONSABLE: J.Bernal P.

RUEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 50 mm. (2 Pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 90 REPROCESADO 10

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
52.20	52.40	52.20	52.10	4.10	4.20	4.09	4.00	60.38	810	250	1.72
52.10				4.20							
52.40				4.00							
52.10				4.05							
52.00	52.50	52.28	52.00	4.20	4.20	4.18	4.10	60.63	810	230	1.59
52.50				4.20							
52.40				4.10							
52.20				4.20							
52.20	52.40	52.25	52.10	4.00	4.10	4.04	3.95	60.33	805	250	1.72
52.30				4.10							
52.40				3.95							
52.10				4.10							
52.40	52.40	52.24	52.05	4.00	4.20	4.08	4.00	60.39	810	250	1.72
52.20				4.20							
52.30				4.10							
52.05				4.00							
52.00	52.30	52.15	52.00	4.00	4.05	4.00	3.95	60.15	800	230	1.59
52.30				4.05							
52.20				3.95							
52.10				4.00							
52.40	52.40	52.15	51.90	4.10	4.15	4.11	4.10	60.38	810	250	1.72
52.00				4.15							
52.30				4.10							
51.90				4.10							
52.30	52.30	52.18	52.00	4.05	4.10	4.04	4.00	60.25	805	250	1.72
52.10				4.10							
52.00				4.00							
52.30				4.00							
52.20	52.30	52.18	52.10	4.20	4.20	4.15	4.10	60.48	810	230	1.59
52.10				4.10							
52.30				4.10							
52.30				4.20							
52.10	52.20	52.10	52.00	4.15	4.15	4.13	4.10	60.35	810	250	1.72
52.00				4.10							
52.20				4.15							
52.10				4.10							
52.00	52.10	52.00	52.00	4.00	4.05	4.01	4.00	60.03	800	230	1.59
51.90				4.05							
52.10				4.00							
52.00				4.00							

SERVACIONES : _____

Enero 16/ 1985

J. Bernal P.

RESPONSABLE: _____

UEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 50 mm. (2 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 100 REPROCESADO 0

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR	PESO	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN	PROMEDIO (mm)	gm/m	psi	Mpa
2.00	52.20	52.08	52.00	4.10	4.10	4.05	4.00	60.18	800	240	1.65
2.10				4.05							
2.20				4.00							
2.00				4.05							
2.30	52.40	52.25	52.10	4.00	4.10	4.04	4.00	60.33	805	240	1.65
2.10				4.10							
2.40				4.00							
2.20				4.05							
2.20	52.30	52.15	52.00	4.15	4.15	4.08	4.00	60.30	805	240	1.65
2.30				4.10							
2.00				4.00							
2.10				4.05							
2.20	52.40	52.23	52.10	4.00	4.10	4.03	4.00	60.28	805	230	1.59
2.20				4.00							
2.10				4.10							
2.20				4.00							
2.00	52.30	52.10	51.90	4.00	4.10	4.04	4.00	60.18	800	240	1.65
2.20				4.10							
2.90				4.00							
2.30				4.00							
2.40	52.50	52.30	52.10	4.15	4.15	4.14	4.10	60.58	800	240	1.65
2.10				4.15							
2.50				4.10							
2.20				4.05							
2.10	52.30	52.13	52.00	4.00	4.10	4.04	4.00	60.20	800	240	1.65
2.20				4.00							
2.00				4.10							
2.30				4.05							
2.05	52.40	52.20	52.05	4.05	4.15	4.10	4.05	60.40	8.10	240	1.65
2.25				4.10							
2.40				4.15							
2.10				4.10							
2.20	52.30	52.13	52.00	4.10	4.15	4. 10	4.05	60.33	810	240	1.65
2.10				4.15							
2.30				4.10							
2.00				4.05							
2.10	52.40	52.20	52.10	4.05	4.10	4.09	4.05	60.38	810	240	1.65
2.40				4.10							
2.20				4.10							
2.10				4.10							

OBSERVACIONES : _____

FECHA: Enero 17/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 75 mm (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 10 REPROCESADO 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
74.35				7.40							
75.00				7.25							
75.80	76.80	75.40	74.35	6.70	7.50	7.21	6.70	89.83	1.697	300	2.07
74.45				7.50							
75.05				7.15							
74.65				6.75							
75.00	76.05	75.18	74.65	7.35	7.35	6.99	6.70	89.15	1.710	320	2.21
75.00				6.70							
75.50				6.70							
75.00				7.25							
75.85	76.85	75.66	74.30	6,45	7.40	6.95	6.45	89.56	1.690	300	2.07
74.30				7.40							
75.50				7.65							
75.45				6.80							
75.20	76.45	75.79	75.00	7.20	7.65	7.16	6.80	90.11	1.690	280	1.93
75.00				7.00							
76.00				6.90							
75.80				7.35							
75.95	76.00	75.64	74.95	7.10	7.35	7.04	6.80	89.71	1.680	280	1.93
75.80				6.80							
75.00				7.25							
75.00				7.30							
76.00	76.00	75.16	74.65	6.65	7.60	7.20	6.65	89.56	1.700	240	1.66
74.65				7.60							
76.20				6.50							
75.60				7.30							
75.60	76.20	75.56	75.10	6.85	7.30	6.95	6.50	89.46	1.690	250	1.73
75.35				7.15							
75.80				7.00							
75.00				7.00							
75.00	75.80	75.03	74.30	6.60	7.00	6.75	6.40	88.53	1.680	280	1.93
75.30				6.40							
75.55				7.00							
75.00				7.50							
76.70	76.70	75.90	75.00	7.15	7.50	7.20	7.00	90.30	1.700	280	1.93
75.35				7.15							
74.30				7.65							
75.85				6.85							
75.30	76.85	75.51	74.30	7.25	7.65	7.05	6.45	89.61	1.680	280	1.93
74.60				6.45							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 24/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 75mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 20 REPROCESADO 80

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
75.00	76.00	74.79	74.00	6.75	7.55	7.09	6.75	88.96	1.710	250	1.73
74.15				7.30							
76.00				6.75							
74.00				7.55							
76.20	76.20	75.74	75.00	7.15	7.50	6.95	6.35	89.64	1.700	240	1.66
75.00				6.80							
75.65				7.50							
76.10				6.35							
75.35	76.00	75.20	74.25	7.25	7.70	7.06	6.60	89.33	1.700	240	1.66
74.25				6.70							
75.20				7.70							
76.00				6.60							
76.10	76.20	75.48	74.20	6.65	7.40	6.98	6.60	89.43	1.700	240	1.66
74.90				7.25							
74.70				6.60							
76.20				7.40							
76.20	76.30	75.50	74.60	7.35	7.35	6.96	6.60	89.43	1.700	240	1.66
74.60				6.60							
75.30				7.20							
74.60				6.70							
74.50	76.60	75.15	74.50	6.40	7.35	6.93	6.40	89.00	1.700	230	1.59
74.90				7.25							
76.60				6.70							
74.60				7.35							
74.95	75.35	75.13	74.90	6.80	7.30	6.90	6.45	88.93	1.700	230	1.59
74.90				7.05							
75.30				6.45							
75.35				7.30							
74.50	75.95	74.96	74.50	6.65	7.55	7.03	6.65	89.01	1.690	240	1.66
74.50				7.55							
75.95				6.80							
74.90				7.10							
77.00	77.00	75.80	74.45	6.80	7.35	7.00	6.35	89.80	1.690	240	1.66
75.20				7.35							
76.55				7.10							
74.45				6.75							
77.25	77.25	75.04	74.60	6.65	7.25	6.99	6.65	89.01	1.690	230	1.59
74.85				7.25							
76.45				7.15							
74.60				6.90							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Octubre 25/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 30 REPROCESADO 70

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
E.00				7.40							
E.00				6.55							
E.80	76.20	75.55	74.80	7.15	7.40	7.08	6.55	89.70	1.700	230	1.59
E.20				7.20							
E.75				6.70							
E.80				7.45							
E.70	75.80	75.23	74.65	7.10	7.45	7.10	6.70	89.43	1.690	240	1.66
E.65				7.15							
E.45				6.85							
E.50				7.35							
E.00	76.45	75.61	75.00	7.40	7.40	7.04	6.55	89.69	1.700	230	1.59
E.50				6.55							
E.20				7.80							
E.65				6.70							
E.85	76.20	75.38	74.65	7.05	7.80	7.14	6.70	89.65	1.700	230	1.59
E.80				7.00							
E.90				6.80							
E.80				7.25							
E.00	76.00	75.34	74.65	7.20	7.25	7.06	6.80	89.46	1.700	230	1.59
E.65				7.00							
E.80				6.70							
E.25				7.30							
E.20	76.25	75.38	74.25	7.00	7.30	6.98	6.70	89.33	1.700	220	1.52
E.25				6.90							
E.75				7.50							
E.55				6.95							
E.15	75.75	75.20	74.55	7.45	7.50	7.18	6.80	89.55	1.700	250	1.73
E.35				6.80							
E.00				6.75							
E.85				7.10							
E.80	75.85	75.38	74.80	6.70	7.30	6.96	6.70	89.30	1.700	230	1.59
E.85				7.30							
E.35				7.20							
E.85				6.95							
E.00	76.00	75.55	75.00	7.30	7.30	6.99	6.50	89.53	1.700	230	1.59
E.00				6.50							
E.25				7.35							
E.05				6.60							
E.75	76.05	75.46	74.75	6.95	7.35	6.98	6.60	89.41	1.700	240	1.66
E.80				7.00							

OBSERVACIONES: _____

Octubre 25/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

RUEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

AMETRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 40 REPROCESADO 60

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
76.50				6.25							
75.00				7.10							
75.75	77.20	76.11	75.00	6.50	7.10	6.66	6.25	89.44	1.660	240	1.66
77.20				6.80							
76.90				7.00							
74.75				7.05							
75.00	76.90	75.66	74.75	7.05	7.05	6.90	6.50	89.46	1.660	240	1.66
76.00				6.50							
76.30				6.60							
75.15				6.85							
75.00	76.30	75.63	75.00	6.50	7.20	6.79	6.50	89.20	1.650	230	1.59
76.05				7.20							
76.05				6.95							
75.05				7.25							
75.10	76.90	75.78	75.25	7.15	7.40	6.88	6.50	89.95	1.660	240	1.66
76.90				7.00							
76.55				6.50							
75.30				7.40							
77.25	77.25	76.09	75.25	6.60	7.40	6.88	6.50	89.84	1.660	220	1.52
75.25				7.00							
76.90				6.35							
75.20				6.95							
76.70	76.90	75.95	75.00	6.50	6.95	6.63	6.35	89.20	1.680	210	1.45
75.00				6.70							
76.30				6.85							
77.30				6.40							
75.30	77.30	76.04	75.25	6.80	6.85	6.69	6.40	89.41	1.660	240	1.66
75.30				6.70							
76.45				7.15							
75.95				6.75							
75.70	76.70	75.96	74.75	6.60	6.20	6.05	5.80	88.58	1.650	230	1.59
74.75				7.20							
74.55				6.00							
76.25				6.20							
76.70	78.40	76.48	74.55	5.80	6.20	6.05	5.80	88.58	1.650	230	1.59
78.40				6.20							
78.00				6.15							
76.85				6.05							
76.80	78.00	77.21	76.80	6.35	6.38	6.09	5.80	89.39	1.650	230	1.59
77.20				5.80							

BSERVACIONES : _____

ECHA: Octubre 26/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 50 REPROCESADO 50

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
76.30				6.75							
74.40				7.25							
74.40	76.30	75.20	74.40	6.50	7.40	6.98	6.25	89.15	1.700	250	1.73
75.70				7.40							
76.45				7.10							
74.40				6.70							
74.20	76.45	75.21	74.20	6.80	7.10	6.93	6.70	89.06	1.690	250	1.73
75.80				7.10							
75.75				6.35							
74.80				7.15							
75.40	75.75	75.09	74.40	6.50	7.30	6.83	6.35	88.74	1.690	250	1.73
75.40				7.30							
75.00				6.85							
74.35				7.20							
75.65	75.65	75.03	74.35	6.50	7.60	7.04	6.50	89.10	1.690	240	1.66
75.10				7.60							
75.65				6.55							
74.90				7.60							
74.75	75.80	75.28	74.75	6.95	7.60	7.08	6.55	89.43	1.690	270	1.86
75.80				7.20							
74.15				7.20							
75.00				6.55							
76.30	76.30	74.93	74.15	7.35	7.35	6.96	6.55	88.85	1.690	250	1.73
74.25				6.75							
75.40				6.80							
75.15				7.40							
75.20	75.55	75.33	75.15	7.15	7.40	7.06	6.80	89.45	1.680	240	1.66
75.55				6.90							
75.70				6.65							
75.20				7.35							
75.60	75.70	75.50	75.20	7.15	7.35	6.99	6.65	89.48	1.700	250	1.73
75.50				6.80							
75.50				6.40							
75.30				7.70							
75.10	75.50	75.33	75.10	7.00	7.70	7.08	6.40	89.48	1.690	260	1.79
75.40				7.20							
75.00				6.75							
75.00				7.80							
75.80	75.80	75.05	74.40	7.10	7.80	7.25	6.75	89.53	1.690	250	1.73
74.40				7.30							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Octubre 26/ 1984 RESPONSABLE: J.Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO : "PRESION DE RUPTURA"

ETRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 60 REPROCESADO 40

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
5.30				7.05							
5.35				6.70							
5.00	76.00	75.64	75.30	6.50	7.20	6.86	6.50	89.36	1.700	240	1.66
5.90				7.20							
5.85				7.10							
5.25				6.50							
5.75	76.25	75.55	74.85	6.90	7.10	6.83	6.50	89.20	1.700	240	2.66
5.35				6.80							
5.50				7.10							
5.50				6.60							
5.35	76.50	75.78	74.75	6.90	7.10	6.83	6.60	89.43	1.680	230	1.59
5.75				6.70							
5.90				6.30							
5.35				6.75							
6.00	76.00	75.69	75.35	6.50	7.15	6.68	6.30	89.04	1.690	240	1.66
5.50				7.15							
6.00				7.00							
6.30				6.70							
6.60	76.00	75.69	75.30	6.55	7.00	6.81	6.55	89.31	1.670	250	1.73
6.85				7.00							
6.50				6.25							
6.75				7.20							
6.40	76.40	75.91	75.50	6.95	7.20	6.83	6.15	89.56	1.680	250	1.73
7.00				7.00							
6.40				6.70							
6.15				7.00							
6.60	76.15	75.74	75.40	6.65	7.00	6.84	6.65	89.41	1.690	240	1.66
6.80				7.00							
6.85				7.00							
6.80				6.35							
6.50	75.85	75.68	75.50	7.20	7.20	6.81	6.35	89.30	1.680	240	1.66
6.55				6.70							
6.45				7.20							
6.00				6.60							
6.00	75.45	75.11	75.00	7.00	7.20	6.93	6.60	88.96	1.690	230	1.59
6.00				6.90							
6.00				7.20							
6.35				6.50							
6.15	76.00	75.50	75.15	7.00	7.20	6.79	6.45	89.08	1.680	240	1.66
6.50				6.45							

BSERVACIONES : _____

Octubre 26/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal P.

ERA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg)	PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 70 REPROCESADO 30

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
5.00				6.80							
4.95				7.10							
4.05	76.00	75.00	74.05	7.15	7.15	6.94	6.70	88.88	1.690	250	1.73
5.00				6.70							
7.25				6.35							
5.10				6.70							
5.00	77.25	75.66	75.00	6.20	6.70	6.44	6.20	88.54	1.620	250	1.73
5.30				6.50							
5.80				6.30							
5.70				7.00							
7.15	77.15	76.64	76.30	6.75	7.00	6.69	6.30	90.11	1.620	250	1.73
5.30				6.70							
5.95				6.10							
5.45				6.50							
5.85	76.95	76.49	75.85	6.25	6.90	6.44	6.10	89.36	1.610	250	1.73
5.70				6.90							
5.50				6.70							
5.60				6.55							
6.00	76.60	76.39	76.00	6.30	7.00	6.61	6.30	89.66	1.610	260	1.79
5.45				7.00							
5.50				6.80							
5.90				6.30							
7.10	77.10	76.63	76.00	6.50	6.80	6.53	6.30	89.68	1.610	250	1.73
5.00				6.50							
5.00				6.80							
5.60				6.50							
7.00	77.00	76.31	75.65	6.90	6.90	6.68	6.50	89.66	1.610	240	1.66
5.65				6.50							
7.00				6.10							
5.10				7.00							
5.80	77.00	76.58	76.10	6.60	7.00	6.63	6.10	89.83	1.610	250	1.73
5.40				6.80							
5.15				6.80							
5.50				6.00							
7.55	77.55	76.71	76.15	6.35	6.80	6.31	6.00	89.34	1.620	250	1.73
5.65				6.10							
5.80				6.15							
7.50				7.65							
7.30	77.30	75.53	73.50	6.95	7.65	6.99	6.15	89.50	1.670	250	1.73
5.50				7.20							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Octubre 27/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 80 REPROCESADO 20

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
76.00				6.55							
75.45				6.90							
76.75	76.75	75.99	75.45	6.50	6.95	6.73	6.55	89.44	1.600	210	1.45
75.75				6.95							
76.20				6.90							
75.95				6.10							
76.40	76.40	76.11	75.90	6.60	6.90	6.49	6.10	89.09	1.610	210	1.45
75.90				6.35							
78.30				5.50							
77.95				6.10							
77.90	78.35	78.13	77.90	5.65	6.20	5.86	5.50	89.85	1.580	210	1.45
78.35				6.20							
75.70				7.00							
75.20				6.40							
75.80	76.70	75.53	75.20	6.80	7.00	6.73	6.40	88.98	1.610	200	1.38
74.40				6.70							
77.60				6.50							
76.00				6.10							
77.00	77.60	76.89	76.00	6.15	6.50	6.26	6.10	89.41	1.560	200	1.38
77.40				6.30							
75.55				6.80							
75.50				6.40							
75.00	75.90	75.35	75.00	6.75	6.80	6.66	6.40	88.68	1.610	210	1.38
75.90				6.70							
76.70				6.90							
76.20				6.35							
76.30	76.70	76.13	75.30	6.70	6.90	6.60	6.35	89.33	1.610	210	1.38
76.30				6.45							
75.40				6.90							
74.50				6.75							
75.95	76.20	75.51	74.50	6.70	6.90	6.71	6.50	88.94	1.610	230	1.59
75.20				6.50							
76.20				6.65							
76.25				6.20							
76.50	76.70	76.16	75.25	6.70	6.70	6.43	6.15	89.01	1.610	130	1.59
76.70				6.15							
76.90				6.35							
76.10				6.55							
76.15	76.15	75.26	74.90	6.05	7.005	6.50	6.05	88.26	1.600	220	2.52
76.90				7.05							

ESERVACIONES: _____

FECHA: Octubre 28/ 1984

RESPONSABLE: J.Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 90 REPROCESADO 10

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
6.55				6.65							
6.10				6.70							
6.35	76.55	76.28	76.10	6.80	6.80	6.65	6.45	89.58	1.600	210	1.45
6.10				6.45							
6.50				6.05							
6.15				6.70							
6.80	76.80	75.75	74.60	6.05	6.70	6.33	6.05	88.41	1.610	220	1.52
6.60				6.50							
6.50				6.30							
6.65				6.50							
6.70	76.65	76.04	75.50	5.20	6.60	6.33	5.90	88.69	1.600	220	1.52
6.30				6.60							
6.30				6.80							
6.20				6.15							
6.25	76.30	75.99	75.55	6.45	6.80	6.41	6.15	88.81	1.610	210	1.45
6.20				6.25							
6.60				6.55							
7.35				6.70							
6.75	77.35	76.21	75.15	6.50	6.70	6.58	6.50	89.36	1.600	220	1.52
6.15				6.55							
7.15				6.75							
6.75				6.40							
6.70	77.15	76.38	75.75	6.55	6.75	6.55	6.40	89.48	1.600	250	1.73
6.90				6.50							
6.20				6.75							
6.80				6.25							
6.50	76.80	76.10	75.20	6.70	6.75	6.49	6.25	89.08	1.600	240	1.66
7.90				6.25							
6.70				6.40							
6.75				6.60							
6.90	76.90	76.29	75.70	6.60	6.75	6.59	6.40	89.46	1.590	250	1.73
6.80				6.75							
6.75				6.60							
6.50				6.50							
6.95	76.95	76.28	75.75	6.70	6.70	6.50	6.20	89.28	1.600	260	1.79
6.90				6.20							
6.20				6.40							
7.35				6.40							
6.80	77.35	76.21	75.50	6.10	6.60	6.38	6.10	88.96	1.590	250	1.73
6.50				6.60							

ESERVACIONES: _____

Octubre 28/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 75 mm. (3 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 100% REPROCESADO 0

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
77.00				6.80							
76.80				6.25							
77.25	77.25	76.83	76.25	6.70	6.80	6.50	6.25	89.83	1.610	230	1.59
76.25				6.25							
77.80				6.70							
75.70				7.00							
76.60	77.80	76.78	75.70	6.50	7.00	6.80	6.50	90.38	1.610	220	1.52
77.00				7.00							
77.00				6.70							
76.00				7.00							
76.90	77.00	76.65	76.00	6.60	7.00	6.83	6.60	90.30	1.620	210	1.45
76.70				7.00							
77.90				6.90							
75.90				6.80							
76.50	77.90	76.38	75.20	6.30	6.90	6.65	6.30	89.68	1.610	220	1.52
75.20				6.60							
77.30				7.00							
76.70				6.90							
77.50	77.50	76.88	76.00	6.70	7.00	6.90	6.70	90.68	1.640	210	1.45
76.00				7.00							
77.30				6.30							
76.30				6.70							
78.40	78.40	77.50	76.30	6.40	6.70	6.35	6.00	90.20	1.630	210	1.45
78.00				6.00							
76.60				7.70							
75.90				8.00							
76.50	76.70	76.43	75.90	7.60	8.00	7.83	7.60	92.08	1.610	210	1.45
76.70				8.00							
77.30				7.00							
77.00				6.80							
76.70	77.30	77.05	76.70	7.00	7.00	6.93	6.80	90.90	1.610	200	1.38
77.20				6.90							
77.30				6.70							
76.00	—			7.00							
76.20	77.30	76.55	76.00	6.60	7.00	6.83	6.60	90.20	1.610	200	1.38
76.70				7.00							
77.00				6.70							
76.00				7.90							
77.50	77.50	76.88	76.00	6.00	7.90	6.90	6.00	90.78	1.600	200	1.38
77.40				7.00							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Octubre 29/ 1984

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 100 mm. (4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 10 REPROCESADO 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
101.60				6.90							
99.60				7.70							
98.45	101.60	99.55	98.45	6.90	7.70	7.25	6.90	114.05	2.370	160	1.10
98.55				7.50							
97.70				7.30							
100.00				7.35							
98.75	101.35	99.45	97.70	7.55	7.55	7.41	7.30	114.28	2.370	170	1.17
101.35				7.45							
98.60				7.20							
100.65				7.35							
99.00	100.65	99.69	98.60	7.40	7.50	7.36	7.20	114.41	2.370	160	1.10
100.50				7.50							
99.80				7.00							
98.70				7.00							
98.60	101.20	99.58	98.60	7.60	7.70	7.33	7.00	114.23	2.350	160	1.10
101.20				7.70							
98.45				7.00							
102.15				7.40							
100.00	102.25	100.18	98.45	7.30	7.50	7.26	7.00	114.70	2.360	160	1.10
100.00				7.35							
99.10				7.60							
100.80				7.35							
99.40	100.80	100.03	99.10	7.15	7.60	7.28	7.00	114.58	2.380	170	1.17
100.80				7.00							
98.20				7.50							
101.10	101.10	99.90	98.20	7.65	7.65	7.44	7.00	114.78	2.370	160	1.10
99.65				7.60							
100.65				7.00							
99.90				7.25							
100.80				7.35							
100.00	100.80	100.24	99.90	7.35	7.35	7.24	7.00	114.71	2.320	160	1.10
100.25				7.00							
101.00				7.40							
100.20				7.10							
101.40	101.40	100.49	99.35	7.50	7.50	7.25	7.00	114.99	2.320	160	1.10
99.35				7.00							
100.30				7.05							
100.00				6.55							
99.25	100.45	100.00	99.25	7.10	7.20	6.98	6.55	113.95	2.320	160	1.10
100.45				7.20							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 28/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

RUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 100 mm. (4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 20 / REPROCESADO 80

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
100.25 100.00 100.30 99.50	100.30	100.01	99.50	7.45 7.30 7.30 7.50	7.50	7.99	7.30	114.79	2.370	170	1.17
101.20 99.30 101.20 99.10	101.20	100.20	99.10	7.00 7.30 7.45 7.50	7.50	7.31	7.00	114.83	2.360	170	1.17
100.25 100.20 100.50 101.50	101.50	100.71	100.20	7.10 7.20 6.95 7.20	7.20	7.11	6.95	114.84	2.340	180	1.24
101.30 101.25 100.80 99.80	101.30	100.70	99.80	7.00 7.20 7.30 6.85	7.30	7.09	6.85	114.96	2.340	170	1.17
100.00 100.50 101.00 99.25	100.50	100.19	99.25	6.90 7.20 7.00 7.10	7.20	7.05	6.90	114.29	2.330	180	1.24
100.00 100.25 100.30 101.20	101.20	100.44	100.00	6.95 7.00 7.25 7.10	7.25	7.08	6.95	114.59	2.340	180	1.24
101.25 100.20 99.85 100.00	101.25	100.33	98.85	6.85 7.20 7.10 7.00	7.20	7.04	6.85	114.40	2.330	180	1.24
100.40 100.55 100.10 101.00	101.00	100.51	100.10	7.00 7.10 7.25 6.95	7.25	7.08	6.95	114.66	2.340	170	1.17
99.85 99.90 101.30 100.20	101.30	100.31	99.85	6.90 7.00 7.05 7.10	7.10	7.01	6.90	114.34	2.330	180	1.24
100.00 100.40 100.20 100.10	100.40	100.18	100.00	7.10 7.10 7.20 7.00	7.20	7.10	7.00	114.38	2.340	170	1.17

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 26/1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 100 mm. (4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 30 REPROCESADO 70

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.20				6.90							
.00				7.00							
.10	101.20	101.08	101.00	6.85	7.10	6.96	6.85	115.00	2.350	200	1.38
.00				7.10							
.30				6.75							
.30				6.80							
.50	101.50	101.25	100.90	7.00	7.00	6.86	6.75	114.98	2.340	180	1.20
.90				6.90							
.40				6.90							
.00				6.95							
.80	101.40	101.05	100.80	6.75	6.95	6.78	6.50	114.60	2.340	200	1.38
.00				6.50							
.40				6.60							
.50				6.70							
.20	101.50	101.25	100.90	6.90	7.00	6.80	6.60	114.85	2.340	200	1.38
.90				7.00							
.50				7.00							
.40				6.90							
.30	101.50	101.43	100.30	6.70	7.00	6.89	6.70	115.20	2.340	200	1.38
.50				6.95							
.30				7.00							
.35				7.10							
.10	101.35	101.19	100.00	7.00	7.10	7.00	6.90	114.99	2.360	180	1.24
.00				6.90							
.40				6.80							
.50				6.85							
.20	101.50	101.28	100.00	6.60	6.85	6.70	6.60	114.75	2.340	200	1.38
.00				6.70							
.35				6.75							
.40				6.70							
.50	101.50	101.36	100.20	6.70	6.90	6.76	6.70	114.89	2.340	180	1.24
.20				6.90							
.20				7.00							
.00				6.90							
.50	101.50	101.23	100.00	6.80	7.00	6.80	6.50	114.83	2.340	180	1.24
.20				6.50							
.30				6.60							
.50				6.70							
.30	101.50	10.138	100.30	6.90	7.00	6.80	6.60	114.98	2.340	200	1.38
.40				7.00							

ESERVACIONES: _____

FECHA: Enero 23/1985 RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL (100 mm. / 4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 40 / REPROCESADO 60

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
.50				7.10							
.10				7.20							
.70	101.00	100.58	100.10	6.95	7.10	7.00	6.95	114.60	2.360	210	1.45
.00				7.00							
.90				6.95							
.20				7.00							
.00	101.00	100.65	100.20	6.85	7.00	6.88	6.70	114.40	2.350	210	1.45
.50				6.70							
.00				6.80							
.20				7.00							
.70	101.20	100.78	100.20	7.20	7.20	7.03	6.80	114.83	2.360	200	1.38
.20				7.10							
.20				6.90							
.00				6.95							
.80	101.20	100.93	100.70	6.85	7.00	6.93	6.85	114.78	2.350	190	1.31
.70				7.00							
.20				7.10							
.80				7.10							
.50	100.80	100.48	100.20	7.00	7.10	7.05	7.00	114.58	2.360	190	1.31
.40				7.00							
.30				7.00							
.50				7.05							
.70	100.70	100.48	100.30	6.90	7.05	6.98	6.90	114.43	2.350	210	1.45
.40				6.95							
.20				6.95							
.40				6.90							
.30	100.50	100.35	100.20	7.00	7.10	6.99	6.90	114.33	2.350	210	1.45
.50				7.10							
.00				7.00							
.20				7.10							
.80	101.20	100.63	99.80	6.85	7.15	7.00	6.85	114.68	2.350	210	1.45
.30				7.15							
.80				6.85							
.20	101.80	101.33	100.80	6.80	7.00	6.86	6.80	115.05	2.350	190	1.31
.80				7.00							
.50				6.80							
.50				7.00							
.80	101.30	100.95	100.50	7.10	7.10	7.03	6.90	115.00	2.350	210	1.45
.20				6.90							
.30				7.10							

ESERVACIONES: _____

FECHA: Enero 22/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL (100 mm / 4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 50 / REPROCESADO 50

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
100.20 100.10 100.50 100.30	100.50	100.28	100.10	7.00 7.00 7.10 7.20	7.20	7.08	7.00	114.43	2.360	210	1.45
100.10 100.10 100.20 99.80	100.10	100.05	99.80	6.95 7.20 7.00 7.05	7.20	7.05	6.95	114.15	2.360	210	1.45
100.00 100.00 99.90 100.05	100.00	99.99	99.90	6.85 6.90 7.00 7.10	7.10	6.96	6.85	113.91	2.350	200	1.38
100.20 100.00 99.90 100.00	100.20	100.03	99.90	6.90 6.90 7.00 7.10	7.10	6.98	6.90	113.98	2.350	210	1.45
100.10 100.10 100.00 99.90	100.10	100.03	99.90	6.95 7.00 7.10 7.00	7.10	7.01	6.95	114.05	2.360	200	1.38
101.00 101.20 100.50 100.00	101.20	100.68	100.00	7.20 7.10 7.00 6.85	7.20	7.04	6.85	114.75	2.360	210	1.45
101.20 101.30 100.60 100.00	101.30	100.78	100.00	6.90 7.10 7.10 7.00	7.10	7.03	6.90	114.83	2.360	210	1.45
100.50 100.70 99.90 100.40	100.70	100.38	99.90	7.00 7.30 7.10 7.20	7.30	7.15	7.00	114.68	2.370	210	1.45
100.40 100.60 101.00 101.20	101.20	100.80	100.40	7.00 7.20 7.30 7.00	7.30	7.13	7.00	115.05	2.370	200	1.38
100.50 101.00 101.10 100.70	101.10	100.83	100.50	6.90 7.20 6.95 7.00	7.20	7.01	6.90	114.85	2.360	200	1.38

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 18/ 1985

RESPONSABLE: J. Beranl P.

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

DIAMETRO NOMINAL 100 mm. (4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 60 REPROCESADO 40

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
100.80 99.40 100.80 99.10	100.80	100.03	99.10	7.60 7.35 7.15 7.00	7.60	7.28	7.00	114.58	2.380	200	1.38
99.20 98.30 100.85 99.45	100.85	99.45	98.30	7.25 7.20 8.15 7.50	8.15	7.53	7.20	114.50	2.350	200	1.38
99.05 98.10 100.10 98.50	100.10	98.94	98.10	7.55 7.10 8.30 7.50	8.30	7.61	7.10	114.16	2.360	200	1.38
100.65 99.55 101.10 99.60	101.10	99.90	98.20	7.00 7.60 7.65 7.50	7.65	7.44	7.00	114.78	2.370	200	1.38
98.45 98.55 101.35 98.75	101.60	99.55	98.45	6.90 7.70 6.90 7.50	7.70	7.25	6.90	114.05	2.370	200	1.38
100.00 97.70 100.50 99.00	101.35	99.45	97.70	7.45 7.55 7.35 7.30	7.55	7.41	7.30	114.28	2.370	200	1.38
100.65 98.60 101.20 98.60	100.65	99.69	98.60	7.50 7.40 7.35 7.20	7.50	7.36	7.20	114.41	2.370	200	1.38
101.20 98.60 98.70 99.80	101.20	99.58	98.60	7.00 7.00 7.60 7.70	7.70	7.33	7.00	114.23	2.350	200	1.38
98.90 101.15 100.75 99.55	101.15	100.09	98.90	7.65 7.50 7.25 7.60	7.65	7.50	7.25	115.09	2.370	200	1.38
100.00 100.00 102.25 98.45	102.25	100.18	98.45	7.35 7.30 7.40 7.00	7.40	7.26	7.00	114.70	2.360	200	1.38

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Noviembre 10 / 1984

RESPONSABLE: J.Bernal P. - F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 100 mm. (4 pulg.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 70 / REPROCESADO 30

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
01.35				7.05							
99.20				7.50							
99.90	101.35	100.24	99.20	7.25	7.50	7.33	7.05	114.89	2.320	180	1.24
00.50				7.50							
00.25				7.25							
00.00				7.35							
00.80	100.80	100.24	99.90	7.35	7.35	7.24	7.00	114.71	2.320	170	1.17
99.90				7.00							
99.35				7.00							
01.40				7.50							
00.20	101.40	100.49	99.35	7.10	7.50	7.25	7.00	114.99	2.320	190	1.31
01.00				7.40							
00.45				7.25							
99.75				7.50							
00.30	100.45	99.85	98.90	7.75	7.75	7.51	7.25	114.88	2.320	190	1.31
98.90				7.55							
02.30				7.15							
02.00				7.10							
00.25	102.00	100.89	100.25	6.75	7.15	6.96	6.75	114.81	2.340	180	1.24
01.00				6.85							
99.65				7.40							
01.70	101.70	100.56	99.65	7.30	7.40	7.26	7.15	115.09	2.320	180	1.24
00.10				7.15							
00.80				7.20							
00.85				7.10							
00.35	101.85	101.01	100.35	7.00	7.10	6.95	6.85	114.91	2.330	190	1.31
01.00				6.85							
01.85				6.85							
01.45				7.20							
99.25				7.10							
00.00	100.45	100.00	99.25	6.55	7.20	6.98	6.55	113.95	2.320	170	1.17
00.30				7.05							
01.50				7.85							
98.60				7.50							
01.35	101.50	100.09	98.60	7.40	7.85	7.51	7.30	115.11	2.310	170	1.17
98.90				7.30							
99.60				7.40							
00.25				7.30							
01.00	101.00	100.10	99.55	7.35	7.65	7.43	7.30	114.95	2.310	180	1.24
99.55				7.65							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 14/ 1985

RESPONSABLE: J.Bernal -F. Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL (100 mm. (4 pulg.)) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 80 REPROCESADO 20

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
99.45	100.50	99.88	99.45	7.45	7.50	7.38	7.10	114.63	2.340	190	1.31
99.55				7.45							
100.00				7.10							
100.50				7.50							
99.80	101.00	99.90	98.20	7.40	7.40	7.31	7.00	114.53	2.320	170	1.17
101.00				7.00							
100.60				7.45							
98.20				7.40							
100.00	101.40	100.55	99.80	7.30	7.40	7.24	7.00	115.03	2.320	180	1.24
101.40				7.00							
99.10				7.25							
101.00				7.40							
101.10	101.40	100.55	100.00	7.25	7.50	7.39	7.25	115.26	2.320	170	1.17
100.00				7.50							
100.25				7.45							
100.60				7.35							
100.90	100.90	100.44	100.10	7.25	7.45	7.23	6.90	114.89	2.320	180	1.24
100.50				7.30							
100.10				6.90							
100.25				7.45							
99.55	100.50	100.03	99.35	7.30	7.45	7.26	6.90	114.55	2.320	180	1.24
100.10				7.45							
100.50				7.40							
100.15				6.90							
100.30	100.80	100.53	100.20	7.00	7.10	6.98	6.80	114.48	2.330	190	1.31
100.20				7.10							
100.80				7.00							
100.80				6.80							
100.25	102.25	101.15	100.10	7.15	7.40	7.06	6.70	115.78	2.330	170	1.17
102.25				7.00							
100.50				7.40							
101.60				6.70							
100.35	100.70	100.41	100.10	7.20	7.40	7.33	7.20	115.06	2.320	180	1.24
100.10				7.40							
100.50				7.40							
100.70				7.30							
98.90	101.95	100.28	98.90	7.45	7.50	7.39	7.20	115.05	2.330	180	1.24
101.30				7.20							
98.95				7.50							
101.95				7.40							

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 24/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal P.

UEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 100 mm (4 pulg) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 90 REPROCESADO 10

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
ECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
01.95				7.40							
98.95				7.50							
01.30	101.95	100.28	98.90	7.20	7.50	7.39	7.20	115.05	2.330	180	1.24
98.90				7.45							
00.70				7.30							
00.50	100.70	100.41	100.10	7.40	7.40	7.33	7.20	115.06	2.320	180	1.24
00.10				7.40							
00.35				7.20							
00.50				7.50							
00.00				7.10							
99.55	100.50	99.88	99.45	7.45	7.50	7.38	7.10	114.63	2.340	190	1.31
99.45				7.45							
98.00				7.40							
00.80				7.45							
01.00	101.00	99.90	98.00	7.00	7.50	7.34	7.00	114.58	2.320	170	1.17
99.80				7.50							
01.00				7.40							
99.80				7.45							
01.40	101.40	100.55	99.80	7.00	7.40	7.24	7.00	115.04	2.320	180	1.24
00.00				7.50							
00.60				7.35							
00.25				7.45							
00.00	101.10	100.49	100.00	7.50	7.50	7.39	7.25	115.26	2.320	170	1.17
01.10				7.25							
00.90				7.45							
00.10				6.90							
00.25	100.90	100.44	100.10	7.30	7.45	7.23	6.90	114.89	2.320	180	1.24
00.50				7.25							
00.15				7.30							
00.50				7.40							
00.10	100.50	100.03	99.35	7.45	7.45	7.26	6.90	114.55	2.320	180	1.24
99.25				6.90							
00.80				6.80							
00.80				7.00							
00.20	100.80	100.53	100.20	7.10	7.10	6.98	6.80	114.48	2.330	190	1.31
00.30				7.00							
01.60				6.70							
00.50				7.40							
02.20	102.20	101.15	100.30	7.00	7.40	7.06	6.70	115.28	2.330	170	1.17
00.30				7.15							

BSERVACIONES: _____

ECHA: Enero 24/ 1985

RESPONSABLE: J.Bernal-F.Silva

PRUEBA DE TIEMPO CORTO: "PRESION DE RUPTURA"

METRO NOMINAL 100 mm. (4 pula.) | PORCENTAJE MATERIA PRIMA VIRGEN 100 / REPROCESADO 0

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR (mm)				DIAMETR. EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PESO gm/m	PRESION DE RUPTURA	
LECT	MAX	PROM	MIN	LECT	MAX	PROM	MIN			psi	Mpa
102.00 100.00 101.60 99.40	102.00	100.75	99.40	7.00 7.00 7.00 7.25	7.25	7.06	7.00	114.88	2.260	160	1.10
101.70 98.35 100.85 101.20	101.00	100.53	98.35	7.20 7.00 6.75 7.25	7.25	7.05	6.75	114.63	2.260	160	1.10
101.30 101.20 101.20 100.00	101.30	100.93	100.00	7.00 7.15 7.10 7.10	7.15	7.09	7.00	115.10	2.240	170	1.17
100.50 101.20 100.55 101.25	101.25	100.88	100.50	6.80 6.95 7.25 7.00	7.25	7.00	6.80	114.88	2.250	160	1.10
102.15 100.00 101.35 100.15	102.15	100.91	100.00	7.00 7.20 6.75 6.70	7.20	6.91	6.70	114.74	2.220	170	1.17
100.00 100.50 101.00 99.25	100.50	100.19	99.25	6.90 7.20 7.00 7.10	7.20	7.05	6.90	114.29	2.270	180	1.24
101.30 101.25 100.80 99.80	101.30	100.79	99.80	7.00 7.20 7.30 6.85	7.30	7.09	6.85	114.96	2.230	180	1.24
100.25 100.20 100.50 101.50	101.50	100.61	100.20	7.10 7.20 6.95 7.20	7.20	7.11	6.95	114.84	2.230	180	1.24
101.20 99.30 101.20 99.10	101.20	100.20	99.10	7.00 7.30 7.45 7.50	7.50	7.31	7.00	114.83	2.250	160	1.10
100.25 100.00 100.30 99.50	100.30	100.01	99.50	7.45 7.30 7.30 7.45	7.50	7.39	7.30	114.79	2.260	170	1.17

OBSERVACIONES: _____

FECHA: Enero 22/ 1985

RESPONSABLE: J. Bernal-F. Silva

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 13mm 1/2pulg.	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 0 REPROCESADO: 100

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
15.50	15.65	15.25	14.65	3.15	3.15	3.01	2.85	21.28	D	D
14.65				2.95						
15.40				3.10						
15.45				2.85						
15.75	15.85	15.66	15.45	3.00	3.00	2.94	2.90	21.54	S	D
15.45				2.90						
15.85				2.90						
15.60				2.95						
15.45	15.75	15.50	15.35	3.10	3.15	3.04	2.90	21.58	D	D
15.75				2.90						
15.45				3.00						
15.35				3.15						
15.55	15.65	15.44	15.20	2.85	3.00	2.89	2.80	21.19	S	D
15.20				2.95						
15.65				2.85						
15.35				2.80						
15.50	15.50	15.25	15.00	2.90	3.15	2.98	2.85	21.20	S	D
15.00				2.85						
15.00				3.00						
15.50				3.15						

OBSERVACIONES: _____

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: JULIO 18/ 1984

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

METRO NOMINAL 13mm 1/2pulg	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 10 REPROCESADO: 90

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
15.60	16.00	15.70	15.50	2.80	2.90	2.85	2.80	21.30	S	D
16.00										
15.70										
15.50				2.80						
15.50	15.70	15.59	15.50	3.10	3.10	2.93	2.80	21.34	D	D
15.70				2.80						
15.50				3.00						
15.65				2.80						
16.00	16.00	15.71	15.50	2.80	2.95	2.84	2.80	21.34	S	D
15.50				2.80						
15.60				2.80						
15.75				2.95						
15.30	15.80	15.53	15.30	2.90	3.10	2.90	2.80	21.23	S	S
15.65				2.80						
15.35				3.10						
15.80				2.80						
15.60	15.75	15.59	15.50	2.80	3.10	2.95	2.80	21.49	S	S
15.50				3.00						
15.50				3.10						
15.75				2.90						

OBSERVACIONES: PROBETA # 1: SE DETECTA A TRAVÉS DE LA UNIÓN Y EL MANÓMETRO.

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: JULIO 31/ 1984

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 13mm 1/2pulg	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 20 REPROCESADO: 80

	DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
	LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
1	15.90	16.05	15.90	15.80	2.80	2.95	2.86	2.80	21.40	S	S
	15.80				2.90						
	15.85				2.80						
	16.05				2.95						
2	15.80	16.25	15.90	15.55	2.95	2.95	2.84	2.80	21.30	S	S
	16.25				2.80						
	15.55				2.80						
	16.00				2.80						
3	15.75	16.25	16.01	15.75	2.80	3.00	2.85	2.80	21.54	S	S
	16.25				2.80						
	15.85				2.80						
	16.20				3.00						
4	16.00	16.80	15.63	15.00	3.00	3.20	2.95	2.80	21.45	S	S
	15.80				2.80						
	15.00				3.00						
	15.50				2.80						
5	16.00	16.00	15.79	15.50	2.80	3.15	2.96	2.80	21.66	S	S
	15.65				3.10						
	16.00				3.15						
					2.80						

OBSERVACIONES: PROBETA # 5: FUGA ENCONTRADA EN CONECCIÓN DEL MANÓMETRO, NO EXISTE FALLA EN LA PROBETA.

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: AGOSTO 29/ 1984

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

RUEBA DE TIEMPO LARGO : PRESION SOSTENIDA

METRO NOMINAL 25mm 1 pulg	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN : 10 REPROCESADO: 90

DIAMETRO INTERNO (mm)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
26.55	26.55	25.45	25.30	3.90	3.90	3.83	3.70	33.60	S	S
25.30				3.70						
26.15				3.90						
25.80				3.80						
26.50	26.50	26.18	25.30	3.95	3.95	3.84	3.70	33.85	S	D
25.30				3.75						
26.40				3.70						
26.50				3.95						
26.30	26.55	25.80	25.15	3.95	4.00	3.89	3.79	33.58	S	D
25.20				3.85						
26.55				3.75						
25.15				4.00						
26.40	26.40	26.95	25.30	3.85	4.00	3.93	3.85	33.80	S	D
25.30				4.00						
25.75				3.90						
26.35				3.95						
26.55	26.75	26.05	25.20	3.75	4.05	3.85	3.60	33.68	S	D
25.90				3.85						
26.75				4.05						
25.70				3.60						

OBSERVACIONES: LAS PROBETAS ESPESORES DE PARED MAYORES QUE EL REQUERIDO POR LA NORMA.

S : SATISFACTORIO

D : DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA : OCTUBRE 6/ 1984

RESPONSABLE : J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 25mm 1 pulg	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 20 REPROCESADO: 80

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
26.20	26.65	25.99	25.50	3.60	3.80	3.64	3.55	33.26	S	S
25.50				3.80						
25.60				3.60						
26.65				3.55						
27.00	27.15	26.48	25.65	3.50	3.75	3.59	3.40	33.65	S	S
25.65				3.70						
27.15				3.40						
26.10				3.75						
27.00	27.00	26.45	25.50	3.80	3.80	3.64	3.50	33.73	S	S
25.50				3.50						
26.95				3.65						
26.35				3.60						
26.95	27.05	26.36	25.70	3.65	3.65	3.56	3.50	33.49	S	S
25.75				3.50						
27.05				3.50						
25.70				3.60						
27.20	27.20	26.46	25.75	3.65	3.65	3.51	3.40	34.49	S	S
25.75				3.40						
27.15				3.45						
27.75				3.55						

OBSERVACIONES: _____

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: OCTUBRE 15/ 1984

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO : PRESION SOSTENIDA

METRO NOMINAL 50 mm (2 pulg)	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA YIRGEN : 10 REPROCESADO: 90

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
52.10	52.20	52.15	52.10	4.05	4.20	4.09	4.00	60.33	S	D
52.10				4.10						
52.20				4.00						
52.20				4.20						
52.10	52.10	52.06	52.00	4.10	4.20	4.10	4.00	60.26	S	S
52.10				4.10						
52.05				4.20						
52.00				4.00						
52.40	52.30	52.20	52.10	4.00	4.20	4.09	4.00	60.38	S	S
52.20				4.10						
52.10				4.20						
52.30				4.05						
52.30	52.30	52.14	52.00	4.00	4.15	4.08	4.00	60.29	D	D
52.05				4.10						
52.00				4.15						
52.20				4.05						
52.20	52.20	52.13	52.00	4.00	4.20	4.09	4.00	60.30	S	D
52.20				4.10						
52.00				4.20						
52.10				4.05						

OBSERVACIONES: PROBETA # 4 SE DETECTA FUGA DE AGUA A TRAVÉS DEL CONECTOR ADYACENTE AL MANÓMETRO.

S : SATISFACTORIO

D : DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA : _____

RESPONSABLE : J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 50mm (2 pulg.) | PRUEBA: PRSION SOSTENIDA | PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 20 REPROCESADO: 80

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
52.20	51.25	52.13	52.00	4.00	4.15	4.06	4.00	60.25	S	S
52.25				4.10						
52.05				4.00						
52.00				4.15						
52.00	52.25	52.15	52.00	4.05	4.10	4.05	4.00	60.25	S	S
52.15				4.00						
52.20				4.10						
52.25				4.05						
52.30	52.30	52.16	52.00	4.05	4.20	4.14	4.05	60.44	S	S
52.00				4.10						
52.15				4.20						
52.20				4.20						
52.30	52.30	52.19	52.05	4.00	4.20	4.13	4.00	60.44	S	S
52.30				4.20						
52.05				4.20						
52.10				4.10						
52.20	52.30	52.20	52.10	4.10	4.10	4.01	3.95	60.23	S	S
52.20				4.00						
52.30				3.95						
52.10				4.00						

OBSERVACIONES: _____

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: ENERO 25/ 1985

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA
75 mm (3 Pulg.)		VIRGEN: 10 REPROCESADO: 90

	DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
	LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
1	76.50 75.00 76.85 74.30	76.85	75.66	74.30	6.70 7.25 6.45 7.40	7.40	6.95	6.45	89.56	S	S
2	75.80 75.00 75.00 74.30	75.80	75.03	74.30	7.00 7.00 6.60 6.40	7.00	6.75	6.40	88.53	D	D
3	74.30 76.85 76.30 74.60	76.85	75.51	74.30	7.65 6.85 7.25 6.45	7.65	7.05	6.45	89.61	S	S
4	76.20 75.60 75.35 75.10	76.20	75.56	75.10	6.50 7.30 6.85 7.15	7.30	6.95	6.50	89.46	S	D
5	75.00 75.00 76.00 74.65	76.00	75.16	74.65	7.25 7.30 6.65 7.60	7.60	7.20	6.65	89.56	S	S

OBSERVACIONES: _____

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: ENERO 25/ 1985

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO : PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 75mm 3 pulg.	PRUEBA: PRSION SOSTENIDA	PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN : 20 REPROCESADO: 80

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
76.20	76.20	75.64	75.00	7.15	7.50	6.95	6.35	89.64	S	S
75.00				6.80						
75.65				7.50						
76.10				6.35						
77.00	77.00	75.80	74.45	6.80	7.35	7.00	6.35	89.80	S	S
75.20				7.35						
76.55				7.10						
74.45				6.75						
74.50	76.60	75.15	74.50	6.40	7.35	6.93	6.40	89.00	S	D
74.90				7.25						
76.60				6.70						
74.60				7.35						
74.95	75.35	75.13	74.90	6.80	7.30	6.90	6.45	88.93	S	S
74.90				7.05						
75.30				6.45						
75.35				7.30						
75.35	76.00	75.20	74.25	7.25	7.70	7.06	6.60	89.33	S	S
74.85				6.70						
75.20				7.70						
76.00				6.60						

OBSERVACIONES: PROBETA # 3 SE PRODUJO UNA PERDIDA DE PRESIÓN POR FUGA A TRAVÉS DEL CONECTOR.

S : SATISFACTORIO

D : DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA : NOVIEMBRE 20/ 1984

RESPONSABLE : J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO : PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 10 mm / 4 pulg. | PRUEBA: PRSION SOSTENIDA | PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA — YIRGEN : 10 — REPROCESADO: 90

Nº	DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
	LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
1.	100.80	100.80	100.03	99.40	7.60	7.60	7.28	7.00	114.58	S	D
	99.40				7.35						
	100.80				7.15						
	99.10				7.00						
2	100.65	101.10	99.90	98.20	7.00	7.65	7.44	7.00	114.78	S	D
	99.65				7.60						
	101.10				7.65						
	98.20				7.50						
3	100.25	100.80	100.24	99.90	7.25	7.35	7.24	7.00	114.71	S	D
	100.00				7.35						
	100.80				7.00						
	99.90				7.35						
4	99.35	101.40	100.49	99.35	7.40	7.50	7.25	7.00	114.99	S	D
	101.40				7.10						
	100.20				7.50						
	101.00				7.00						
5	100.45	100.45	100.00	99.25	7.20	7.20	6.98	6.55	113.95	S	D
	99.25				7.10						
	100.00				6.55						
	100.30				7.05						

OBSERVACIONES: _____

S : SATISFACTORIO

D : DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA : ABRIL 2/ 1985

RESPONSABLE : J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL 10 mm / 4 " | PRUEBA: PRSION SOSTENIDA | PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 20 REPROCESADO: 80

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
101.20	101.20	100.20	99.10	7.50	7.50	7.31	7.00	114.83	S	S
99.30				7.45						
101.20				7.30						
99.10				7.00						
101.50	101.50	100.61	100.20	7.10	7.20	7.11	6.95	114.84	S	D
100.50				6.95						
100.20				7.00						
100.25				7.20						
101.20	101.20	100.44	100.00	6.95	7.25	7.08	6.95	114.59	S	S
100.30				7.00						
100.35				7.25						
100.00				7.10						
100.40	101.00	100.51	100.10	7.00	7.25	7.08	6.95	114.66	S	D
100.55				7.10						
100.10				7.25						
101.00				6.95						
100.00	100.40	100.18	100.00	7.10	7.20	7.10	7.00	114.38	S	D
100.40				7.10						
100.20				7.20						
100.10				7.00						

OBSERVACIONES: PROBETA # 5 PIERDE PRESIÓN POR FUGA A TRAVÉS DEL CONECTOR DE TUBERÍA.

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: MAYO 10/ 1985

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

PRUEBA DE TIEMPO LARGO: PRESION SOSTENIDA

DIAMETRO NOMINAL: 100mm. (4 pulg.) | PRUEBA: PRSION SOSTENIDA | PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA VIRGEN: 30 REPROCESADO: 70

DIAMETRO INTERNO (m.m)				ESPESOR DE PARED (mm)				DIAMETRO EXTERIOR PROMEDIO (mm)	PRESION SOSTENIDA	
LECT.	MAX.	PROM.	MIN.	LECT	MAX	PROM	MIN.		2 HR	1000HR
101.40	101.50	101.25	100.90	6.60	7.00	6.80	6.60	114.85	S	S
101.50				6.70						
101.20				6.90						
100.90				7.00						
10.150	101.50	101.43	101.30	7.00	7.00	6.89	6.70	115.20	S	S
101.40				6.90						
101.30				6.70						
101.50				6.95						
101.20	101.50	101.36	101.20	6.90	6.90	6.76	6.70	114.89	S	S
101.50				6.70						
101.40				6.70						
101.35				6.75						
101.20	101.50	101.23	101.00	7.00	7.00	6.80	6.50	114.83	D	D
101.50				6.90						
101.00				6.80						
101.20				6.50						
101.30	101.50	101.38	101.30	6.60	7.00	6.80	6.60	114.98	S	S
101.50				6.70						
101.30				6.90						
101.40				7.00						

OBSERVACIONES: PROBETA # 4 PRESENTA FUGA DE AGUA A TRAVÉS DEL CONECTOR AL MANÓMETRO.

S: SATISFACTORIO

D: DEFECTUOSA

FECHA DE INICIO DE PRUEBA: JUNIO 25/ 1985

RESPONSABLE: J. BERNAL P.

APENDICE C

PERDIDA DE CABEZAL POR FRICCION EN TUBERIAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD PE P1404

TABLA XVII

Diámetro Nominal: 13 mm (1/2 Pulg.)

Q (Lt/min)	H (m/100 m)	Q (Lt./min)	H (m/100 m)
10	6.99	30	45.08
20	21.90	36	59.94
25	33.49	40	75.67

TABLA XVIII

Diámetro nominal: 25 mm. (1 Pulg.)

25	2.80	100	31.87
50	9.47	125	48.45
75	19.38	150	68.61

TABLA XIX

Diámetro Nominal: 50 mm. (2 Pulg.)

100	1.24	500	22.29
150	2.59	550	26.97
200	4.26	600	31.06
250	6.47	650	35.97
300	9.16	700	41.43
350	11.98	750	45.94
400	14.91	800	51.91
450	18.64	900	64.76

APENDICE C

PERDIDA DE CABEZAL POR FRICCION EN TUBERIAS DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD PE1404

TABLA XX

DIAMETRO NOMINAL: 75 mm (3 pulg.)

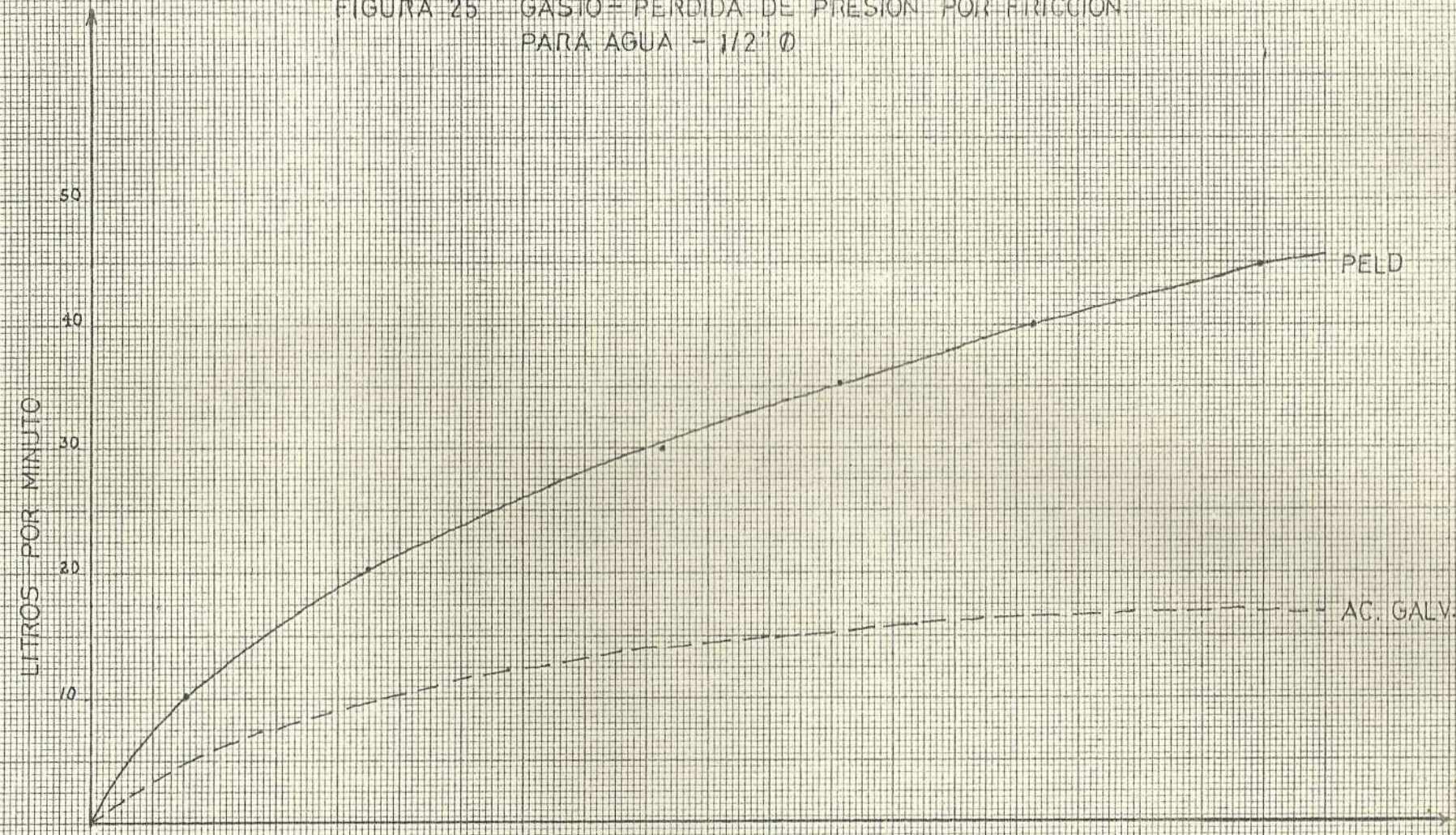
Q (Lt./min)	H (m/100 m)	Q (Lt./min)	H (m/100 m)
200	0.65	1600	27.64
400	2.30	1800	33.94
600	4.61	2000	41.58
800	7.93	2200	48.77
1000	11.84	3400	57.58
1200	16.24	2600	67.03
1400	21.79	2800	76.49

TABLA XXI

DIAMETRO NOMINAL: 100 mm (4 pulg.)

Q (Lt./min)	H (m/100 m)	Q (Lt./min)	H (m/100 m)
400	0.61	3200	26.47
800	2.10	3600	32.17
1200	4.40	4000	39.39
1600	7.35	4500	49.02
2000	11.08	5000	60.01
2400	15.36	5500	71.99
2800	20.43	6000	84.95

FIGURA 25 GASTO – PERDIDA DE PRESION POR FRICCION
PARA AGUA – 1/2" Ø



RESISTENCIA QUIMICA

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION	AMBIENTE TEMPERATURA 21°C	60°C
Acético, Ac.	Hasta glacial	S	S
Acetona	Hasta 100%	C	I
Agua destilada		S	S
Agua de mar		S	S
Agua Oxigenada	Hasta 100 volúmenes	S	S
Aguardiente		I	
Almidón en solución		S	S
Aluminio, sulfato de		S	S
Amilo, acetato de	Hasta 100%	I	I
Amoníaco	Gas seco 100% o en solución	S	S
Amonio, sulfato de		S	S
Anilina		S	S
Benceno		I	I
Bromhídrico, Ac.		S	S
Bromo		I	I
Cal, lechada de		S	S
Calcio, cloruro de		S	S
Calcio hipoclorito de		S	S
Carbónico, Ac.		S	S
Carbono, disulfuro de		I	I
Carbono, tetracloruro de		I	I
Cerveza		S	

S.- Satisfactorio C.- Condicional. Es atacado pero puede usarse cuando no exista otra alternativa. I.- Inadecuado

Las resistencias químicas disminuyen con la temperatura. Los espacios en blanco indican que las pruebas no son satisfactorias.

RESISTENCIA QUIMICA

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION	AMBIENTE TEMPERATURA 21°C	AMBIENTE TEMPERATURA 60°C
Ciclohexanoma		S	S
Cítrico, Ac.	Saturado y frío	I	I
Clorhídrico, Ac.	Gas seco o en solución.	S	S
Cloro	hasta 1750 P.P.M.	S	S
Cloro	líquido	C	I
Clorosulfónico, Ac.		I	I
Cobre, sulfato de		I	I
Dibutilo, ftalo de		S	S
Dietilen glicol		C	C
Estanoso, cloruro		S	S
Esteárico, Ac.	hasta 100%	S	S
Etílico, alcohol	100%	S	S
Etílico, eter		I	I
Etileno, diclouro de		I	I
Etilo, acetato de		I	I
Etilo, butirato de		C	I
Ferríco, cloruro		C	I
Ferroso, cloruro		C	I
Ferroso, sulfato		S	S
Flúor		S	S
Fluorhídrico, Ac.	concentrado	S	I
Fotográfica, Sol. Fijador.		S	C
Formaldehido		S	S

S.- Satisfactorio C.- Condicional. Es atacado pero puede usarse cuando no exista otra alternativa. I.- Inadecuado

Las resistencias químicas disminuyen con la temperatura. Los espacios en blanco indican que las pruebas no son satisfactorias.

RESISTENCIA QUIMICA

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION	AMBIENTE TEMPERATURA 21°C	60°C
Fórmica, Ac.	Hasta 90%	S	S
Fosfórico, Ac.		S	S
Fosfatos		S	I
Furfurilico, Alcohol		S	S
Glicerina		S	S
Láctico, Ac.		S	S
Leche		S	S
Levadura		S	
Linaza, aceite de		C	C
Minerales, aceites		C	I
Manganeso, sulfato de		S	S
Magnesio, cloruro de		S	S
Magnesio, sulfato de		S	S
Metilo, sulfato de		C	
Níquel, sulfato de		S	S
Nítrico, Ac.	hasta 90%	S	S
Nítrico y clorhídrico, ACS.		C	I
Nítrico y fluorhídrico, ACS.		C	I
Octil Cresol		C	I
Oléico, Ac.	Concentrado	C	I
Ozono		S	C
Petrol		I	I
Plata, nitrato de	hasta 10%	S	S

S.- Satisfactorio C.- Condicional. Es atacado pero puede usarse cuando no exista otra alternativa I.- Inadecuado

Las resistencias químicas disminuyen con la temepratura. Los espacios en blanco indican que las pruebas no son satisfactorias.

RESISTENCIA QUIMICA

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION	AMBIENTE TEMPERATURA 21°C	60°C
Potasio, borato de		S	S
Potasio, carbonato de		S	S
" cianuro de		S	S
" cloruro de	saturado	S	S
" Dicromato de		S	S
" Hidróxido de		S	S
" Nitrato de		S	S
" Permanganato de		S	S
Sebo		S	C
Sidra		S	
Silíco, AC	Cualquiera	S	S
Sodio, benzoato de		S	S
" Bisulfito de		S	S
" Carbonato de	diluído y saturado	S	S
" Clorato de		S	S
" Cloruro de	saturado	S	S
" Hidróxido de		S	S
" Sulfuro de (libre de alcalis)		S	S
Sulfúrico, Ac.	hasta 70%	S	S
Tartárico, Ac.	hasta 10%	S	C
Tolueno		S	S
Transformador, aceite de		I	I
Trementina		C	I

S.- Satisfactorio C.- Condicional. Es atacado pero puede usarse cuando no exista otra alternativa. I.- Inadecuado

Las resistencias químicas disminuyen con la temperatura. Los espacios en blanco indican que las pruebas no son satisfactorias.

RESISTENCIA QUIMICA

AGENTE QUIMICO	CONCENTRACION	AMBIENTE TEMPERATURA 21°C	AMBIENTE TEMPERATURA 60°C
Tricloro etileno		I	I
Vegetales y animales, aceite de		I	I
Vinagre		S	S
Xileno		I	I
Zinc, cloruro de		S	S
Zinc, Sulfato de		S	S

S.- Satisfactorio C.- Condicional. Es atacado pero puede usarse cuando no existe otra alternativa. I.- Inadecuado

Las resistencias químicas disminuyen con la temperatura. Los espacios en balnco indican que las pruebas no son satisfactorias.

APENDICE D

REGLAMENTO DE LA LEY DE IMPUESTO A LA RENTA

CAPITULO XIII

NORMAS PARA APLICAR LAS DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES

Art. 61.- Coeficientes de Depreciación.- Considerando el tiempo de vida útil de los activos fijos, para las depreciaciones de los mismos, se aplicará como máximo los siguientes coeficientes:

a) Los determinados en el libteral c) del artículo 27 de este Reglamento, para edificios destinados al comercio.

b) 5% para edificios industriales exclusivamente sobre el valor de las construcciones; cuando no se pueda determinar el valor de las construcciones, se aplicará el coeficiente del 3.75% sobre el avalúo comercial;

c) 8% para los establos y construcciones agrícolas en general:

d) 10% anual sobre el costo de adquisición de maquinarias, muebles y otros activos fijos que no tengan coeficiente especial, según este Reglamento.

e) 20% para los vehículos en general, y;

f) Para plantaciones agrícolas cuyos valores hubieran sido acumulados en cuentas de activos fijos, la Dirección General de Rentas determinará el porcentaje anual de acuerdo a la naturaleza del

cultivo.

Para la aplicación de coeficientes especiales de depreciación o para aquellos que no consten en la Ley o en este Reglamento se necesitará la autorización de la Dirección General de Rentas.

CAPITULO XIV

DEPRECIACIONES ESPECIALES Y REVALORIZACION DE ACTIVOS

Art. 63.- Depreciaciones y amortizaciones especiales.- Las depreciaciones y amortizaciones de que trata el literal f) del artículo 39 de la Ley serán autorizadas por el Director General de Rentas en los siguientes casos:

a) Renovación anticipada;

b) Obsolescencia;

c) Depreciación acelerada;

d) Costos de revalorización por efectos de devaluación monetaria; y;

e) Revalorización a costo de reposición.

ABREVIATURA Y SIMBOLOGIA

ASTM	:	Sociedad Americana para pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
A	:	Area
B	:	Boro
C	:	Carbono (química), Costo (economía)
Cl	:	Cloro
cm.	:	Centímetro
°C	:	Grado centígrado
D	:	Diámetro externo
E	:	Energía
e	:	Espesor de pared
F	:	Fluor
°F	:	Grado Fahrenheit
f	:	Factor de fricción
gm.	:	Gramo
Gal/min	:	Galones por minuto
f	:	Factor de fricción
H	:	Cabezal de presión, hidrógeno (química)
h	:	Altura de columna de agua
Hg.	:	Mercurio
HP	:	Caballo de potencia (Horse Power)
Hr.	:	Hora
INEN	:	Insituto Ecuatoriano de Normalización

OK	:	Grado Kelvin
Kcal	:	Kilo/caloría
Kgm.	:	Kilo/gramo
Kw.	:	Kilo/watt
L	:	Longitud
Lt.	:	Litro
Lect.	:	Lecturas
m	:	Metro
mm.	:	Milímetro
MIN.	:	Mínimo
Max	:	máximo
MPa.	:	Meza Pascal
Min.	:	Minuto
P	:	Presión de Ensayo
PELD	:	Polietileno de Baja Densidad (Polyethylene low density)
PPI	:	Instituto de Tuberías Plásticas (Plastics Pipe Institute)
PROM.	:	Promedio
PSI	:	Libras por pulgada cuadrada (Poundal square inch.)
Pulg.	:	Pulgada
Q	:	Flujo, caudal
Re	:	Número de Reynolds
RPM	:	Revoluciones por minuto
Ti	:	Titanio
TVU	:	Tiempo de vida útil

V	:	Voltio
$\bar{V}$	:	Velocidad promedio
VR	:	Valor residual
Z	:	Nivel gravitacional
%	:	Porcentaje
Δ	:	Diferencial, incremento
ρ	:	Densidad
μ	:	Viscosidad absoluta
σ	:	Esfuerzo circunferencial

BIBLIOGRAFIA

1 ASTM. Annual Book of ASTM Standards. Part 34. Plastic Pipe and Building Products, Philadelphia, 1979, 37 p.

2 ¿Cómo Funciona? Planeta, Colombia, 1981, 204-237 p.

3. D.S.E. (Departamento de Servicio Educativo) Control de Calidad de una visión de conjunto, Guayaquil, 1982, 2-13 p.

4 Fox & Mc.Donald Introduction to Fluid Mechanics, Wiley Pennsylvania, 1977, 341-345 p.

5 HANSEN B. L. Control de Calidad, Editorial Hispano Europea 1972, 377-388 p.

6 Ley de Impuesto a la Renta y Reglamento, Corporación de Estudios y Publicaciones actualizada a 1983, 105-107 p.

7 Wire & Plastics Machinery Group Thermatic II Extruder Instructions: Davis Standard Division. Canadá 1977, 21-60 p.