

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROYECTO DE MEJORA DEL PROCESO DE  
EXTRUSION PARA LA FABRICACION DE  
NEUMATICOS.”**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECANICO**

**EFRAIN CARLOS GALARZA ROSAZZA**

**PROMOCION 1982-II**

**LIMA-PERU**

**2005**

## **INDICE**

### **PROLOGO**

### **CAPITULO I**

#### **INTRODUCCION**

1.1.- OBJETIVO DEL PROYECTO	2
1.2.- SITUACION INICIAL Y RESUMEN DE SU IMPLEMENTACION	2
1.3.- DESCRIPCION DEL PROYECTO	3

### **CAPITULO II**

#### **DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRUSION**

2.1.- DESCRIPCION GENERAL DE LA FABRICACION DE NEUMATICOS	6
2.2.- PROCESO DE EXTRUSION PARA NEUMATICOS	12
2.2.1. FORMULACION DE MATERIALES	
2.2.2. MEZCLA Y PREPARACION MATERIAL PRODUCTIVO	13
2.2.3. TIPOS DE EXTRUSORAS PARA NEUMATICOS	15
2.2.4. PARAMETROS DE EXTRUSION	17
2.3.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE LA LINEA DE EXTRUSION ANTES DE LA MEJORA	17
2.3.1. EQUIPOS DE LA LINEA	17
2.3.2. REQUISITOS DE LA BANDA DE RODAMIENTO	20

2.3.3.	PROCESO DE FABRICACION DE LA BANDA DE RODAMIENTO	23
2.3.4.	LAYOUT DEL SISTEMA	24
2.4.-	DESCRIPCION DEL PROCESO DE MEJORA	24
2.4.1.	PROPUESTAS	24
2.4.1.1.	METODO TAILANDES	26
2.4.1.2.	EXTRUSORA DUPLEX	28
2.4.2.	SELECCION DEL PROCESO	29
2.4.1.1.	PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN EN EL METODO TAILANDES	29
2.4.2.2.	PROBLEMAS DE LA BANDA DE RODAMIENTO DURANTE EL SERVICIO	29
2.4.3.	EQUIPOS ADICIONALES PARA LA LINEA DE EXTRUSION	31
2.4.4.	LAYOUT DEL SISTEMA	37

### **CAPITULO III**

#### **DESARROLLO DEL PLAN DEL PROYECTO**

3.1.-	PLAN DEL PROYECTO	39
3.1.1.	OBJETIVO Y PLAZO DE EJECUCION	39
3.1.2.	EQUIPO DE TRABAJO	40
3.1.3.	COMUNICACIONES Y RIESGOS	41
3.2.-	EJECUCION Y CONTROL DEL PLAN	43
3.2.1.	EJECUCION	43



**CAPITULO V**

**EJECUCION**

5.1.- LAYOUT FINAL 97

5.2.- SECUENCIA DE EJECUCION 98

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**

**PLANOS**

**APENDICE**

*A mis queridos padres, por su invalorable apoyo,  
y mi gratitud eterna.*

## **PROLOGO**

El presente informe, está relacionado con la mejora del proceso de extrusión de la banda de rodamiento, utilizado en la fabricación de neumáticos convencionales, con el fin de mejorar la calidad del proceso, incrementar la capacidad instalada y reducir el desperdicio de material, en el proceso de extrusión original que tenía la Cía. Goodyear del Perú.

Con la finalidad de darle una forma lógica para una fácil comprensión del informe, la mejora del proceso la hemos desarrollado como un proyecto, para lo cual el informe se ha dividido en cinco capítulos, desde el objetivo, la descripción del proceso, la planificación, la ejecución, el control, y la entrega del proyecto al departamento de producción . Al final se dan las conclusiones y recomendaciones.

Este proyecto, fue realizado dentro de las instalaciones de Goodyear del Perú. Entre octubre del año 2000 y marzo del año 2001.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1 Objetivo del proyecto.**

El propósito principal de éste trabajo, fue mejorar el proceso de extrusión para las bandas de rodamiento utilizadas en la fabricación de neumáticos convencionales, con el fin de tener la posibilidad de exportar neumáticos al mercado norteamericano, satisfaciendo sus requisitos como cliente externo en la fabricación de neumáticos con bandas de rodamiento con dos tipos de compuestos diferentes, debido a las características propias del neumático requeridos para ese mercado, así como la aplicación de goma cojín, inmediatamente después de la extrusión.

#### **1.2 Situación inicial y resumen de su implementación.**

Esta iniciativa de mejora del proceso, nace por la competencia entre las subsidiarias de la Corporación Goodyear Rubber & Tire Company del lado latinoamericano, por captar parte del mercado de neumáticos convencionales dejado de abastecer por las plantas norteamericanas. Las plantas latinoamericanas presentaron sus propuestas al directorio de la matriz en Akron basadas en su capacidad instalada, y costos de fabricación.

La planta de Perú fue la elegida, entre otros motivos, por haber sido consistente a través de los últimos años en cumplir con sus objetivos; esto más la propuesta hecha por su Director de Producción en estar preparados un mes antes de lo planteado por la matriz, favoreció en la decisión de invertir en la implementación de equipos en la planta de Perú y concluir con éxito el proyecto de fabricación y exportación de neumáticos al mercado norteamericano.

### **1.3 Descripción del proyecto.**

El informe consta de 05 capítulos, elaborados en base a las nueve áreas del conocimiento de la Gerencia de Proyectos del PMBOK, el cual permite un orden lógico para su elaboración y comprensión, adaptada a la realidad de la compañía, por lo cual se obvian algunas de estas áreas, ya que estas son manejadas por la compañía de acuerdo a procedimientos propios de la corporación; el proyecto se desarrolló con personal seleccionado de la misma empresa, apoyado con contratistas para su ejecución.

El capítulo I: Introducción. Se menciona el objetivo del proyecto, la situación inicial del proceso, un resumen de su implementación y descripción del proyecto.

El capítulo II: Descripción del proceso de extrusión. Se hace una explicación general del proceso de fabricación de neumáticos, el proceso utilizado en la extrusión para componentes de neumáticos, los materiales y su preparación previa a la extrusión, llamado material productivo, los tipos de extrusoras y los parámetros de extrusión; así mismo se da la descripción del proceso de la línea de

extrusión antes de la mejora, sus equipos, el layout del sistema, y las fallas que ocurren en el neumático durante su utilización como consecuencia de una mala adhesión o posible contaminación del producto durante su fabricación. A continuación se da una descripción de las propuestas de solución, los equipos adicionales para realizar la fabricación de la banda de rodamiento, el proceso de fabricación modificado y su nuevo layout.

En el capítulo III: Desarrollo del plan del proyecto. Se hace una descripción del plan del proyecto, sus objetivos y plazo de ejecución, el equipo de trabajo seleccionado dentro del personal que labora en la empresa, las comunicaciones entre sus integrantes y los riesgos del proyecto. Adicionalmente se da el plan de ejecución y control.

En el capítulo IV: Procesos de planificación. Se describen los procesos requeridos para asegurar que se incluyan todas las actividades y trabajos necesarios para completar exitosamente el proyecto. Se presenta el documento de inicio del proyecto, el análisis de costo beneficio, la estructura de descomposición del trabajo, la definición de las actividades así como de su secuencia, se realiza la estimación de la duración de las mismas y se elabora finalmente un cronograma con los costos de implementación asociados. Adicionalmente se esboza un plan de calidad, de los recursos humanos necesarios, las comunicaciones y el plan de la adquisición de bienes y servicios o llamado también el plan de logística.

En el capítulo V: Ejecución. Se detalla la secuencia de ejecución, de tal manera de minimizar el tiempo de parada de la producción de planta, la disposición de la maquinaria para reiniciar la producción normal y la forma de realizar las pruebas de matrices con el nuevo equipo y las modificaciones realizadas en las máquinas existentes, y finalmente la entrega de la línea de extrusión modificada al Departamento de Producción.

Finalmente están las conclusiones y recomendaciones del proyecto, planos de equipos instalados y algunas fotografías de la línea antes, durante la ejecución de las obras y la línea de extrusión con la que cuenta la empresa en la actualidad, después de los cambios realizados.

## **CAPITULO II**

### **DESCRIPCION DEL PROCESO DE EXTRUSION**

#### **2.1 Descripción general de la fabricación de neumáticos.**

La industria del caucho y más específicamente el de la fabricación de neumáticos, utiliza una serie de procesos, que se inicia con la recepción de la materia prima, fabricación de componentes, ensamblado, vulcanizado, almacenado, el envío del producto al mercado hasta el servicio de post-venta. Todos estos procesos están documentados en el manual de calidad de Goodyear del Perú, elaborados de acuerdo a los requerimientos de las normas ISO 9000, QS 9000 e ISO 14000.

La planta de Goodyear del Perú fue inaugurada el 23 de julio del año 1943, ese año se da inicio a la industrialización del caucho en nuestro país. Gracias a las oportunas ampliaciones y modificaciones en sus instalaciones a través de los años, y la utilización de los avances tecnológicos de punta, desarrollados en su centro de investigación y desarrollo de producto, está en condiciones de atender las necesidades y exceder las expectativas de sus clientes tanto nacionales como del extranjero, garantizando productos fabricados con alta tecnología y calidad total, gracias a su estilo de gestión que busca de forma sistemática y con la

participación de toda su organización mejorar la calidad de sus procesos productivos y servicios, minimizando errores y tiene como cultura la mejora continua, en todos sus departamentos.

La fabricación de neumáticos tiene una serie de procesos, que explicaremos muy brevemente:

### 2.1.1 Mezclador para la elaboración de compuestos. (Banbury)

Para la elaboración de los distintos compuestos o gomas, se utilizan máquinas mezcladoras de gran potencia, para un Banbury (Marca del fabricante de la mezcladora) los motores son de 600 y 800 HP para los modelos 11D con los que cuenta la planta, y procesan o mezclan 200 KG por vez en menos de dos minutos. Estos equipos son los de mayor consumo de energía de la planta, en estas máquinas se ingresan: caucho, sustancias químicas, aceites, aceleradores y negro de humo, estas materias primas son mezcladas en forma homogénea dentro del Banbury y retiradas en plataformas en forma de una cinta continua, para ser utilizadas en los siguientes procesos, previa pruebas de dispersión, homogenización.

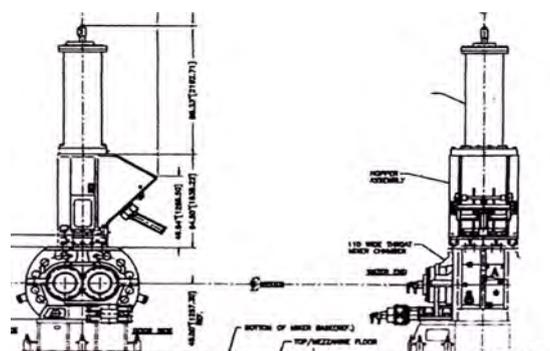


FIG. 2.1 BANBURY 11D

### 2.1.2 Calandrado de la tela.

En este proceso se recubre las mallas de nylon, rayón, poliéster u acero con una película de goma por ambos lados en el tren de calandria. Las telas de nylon, rayón o poliéster, son cortadas al sesgo en el caso de llantas convencionales y a 90 grados para las llantas radiales y son enrolladas para el siguiente proceso como material para las lonas o pliegos de la llanta; y con las mallas de acero se construirán los absorbedores de las llantas radiales de acero.

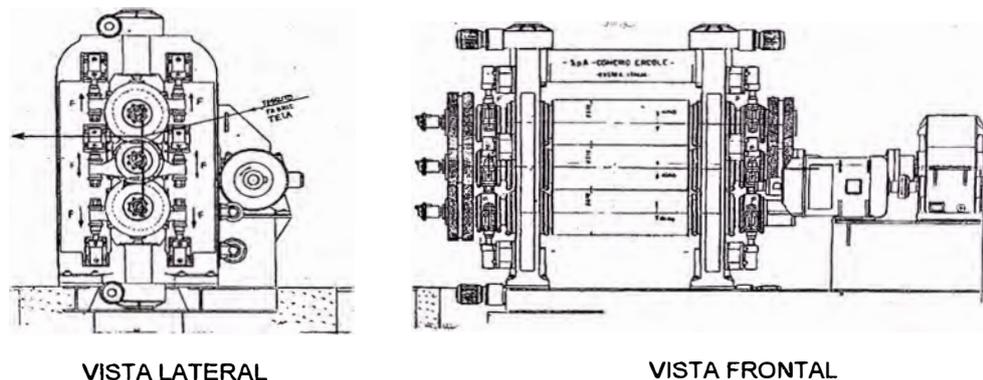


FIG. 2.2 CALANDRIA DE 3 RODILLOS

### 2.1.3 Entubado de componentes de caucho.

En esta línea se elaboran los distintos componentes de caucho, utilizando una máquina de extrusión que dependiendo de la matriz que se le coloque se obtendrán las bandas de rodamiento, los costados, tiras “ápex” básicamente, de acuerdo a la forma y medidas especificadas para cada tipo de neumático, estos componentes son combinaciones de distintos compuestos de caucho, unos altamente resistentes al desgaste y otros al calor, todos los componentes salen en forma de una tira continua, para

luego ser enfriadas, cortadas y almacenadas en carros de transporte o carretes, dependiendo del tipo de componente, estos servirán como componentes para el proceso de construcción de los neumáticos.

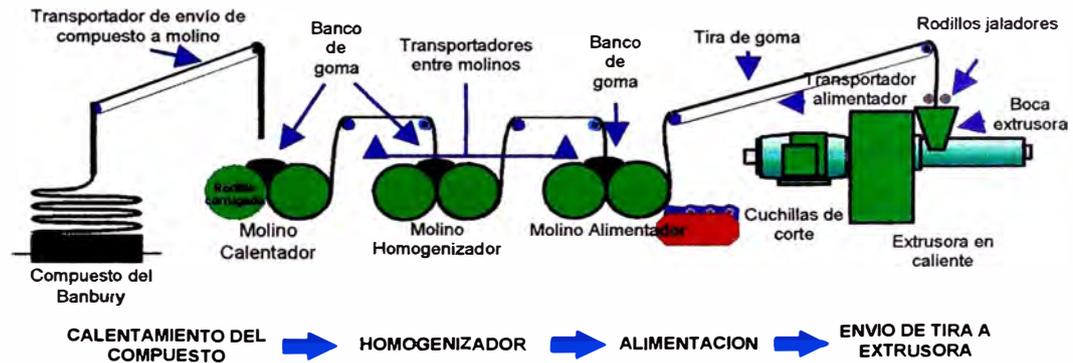


FIG. 2.3 EXTRUSORA EN CALIENTE

#### 2.1.4 Construcción de pestañas.

En esta máquina se elaboran las pestañas o talones, formadas de alambres de acero cobreado recubierto de caucho de alta dureza, dependiendo del tipo de neumático pueden tener varios hilos y número de vueltas, que se devanan en un aro específico para cada tipo de neumático, para conseguir el diámetro y resistencia especificada. Estos son almacenados en carros pines y serán transportados al área de construcción como otro componente del neumático.

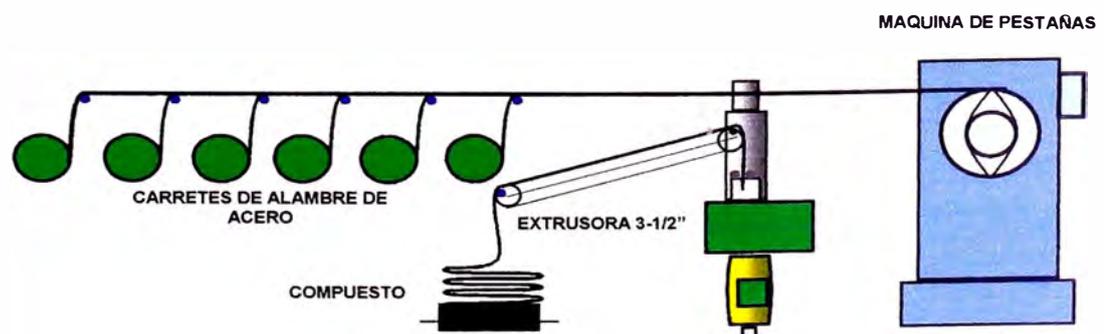
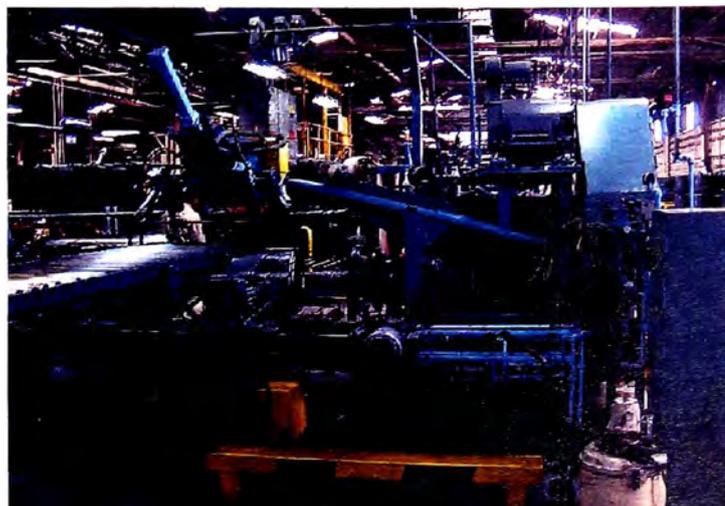


FIG. 2.4 MAQUINA DE PESTAÑAS

### **2.1.5 Construcción de neumáticos.**

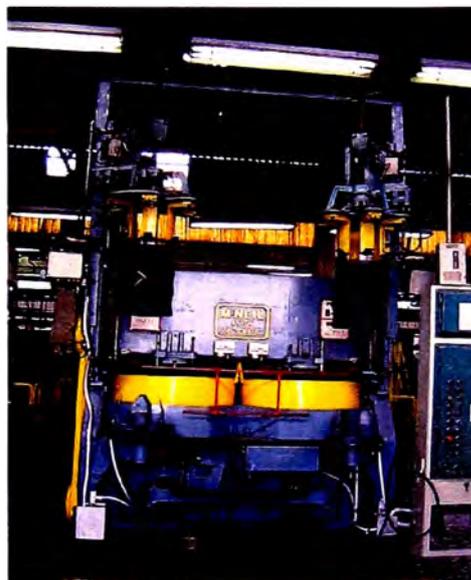
Es el proceso más delicado, debido a que interviene la mano del hombre asistido por distintos mecanismos con los que está equipada la máquina, para construir los neumáticos. Dependiendo del tipo de neumático se monta un tambor, donde se aplican los pliegos para formar la carcaza de la llanta, se colocan las pestañas, la máquina voltea los bordes de la carcaza envolviendo las pestañas, posteriormente se colocan los costados y finalmente la banda de rodamiento. Durante la construcción es preciso eliminar el aire entre los componentes, esto se realiza mediante los llamados rodillos planchadores, que son diferentes de acuerdo al tipo de neumático que se está construyendo. Los neumáticos convencionales en esta parte del proceso presentan una apariencia de un barril sin tapas o tubo, y las radiales presentan una forma de llanta preformada, a estas se les denomina “neumáticos verdes” y son transportadas al siguiente proceso en carros apropiados.



**FOTO 2.1 MAQUINA DE CONSTRUIR MODELO U2**

### **2.1.6 Vulcanización.**

El neumático verde es introducido en moldes que están ensamblados en las prensas de curado o vulcanizado, que dependiendo del tamaño del neumático, tendrá un tiempo de cura por medio de vapor saturado, a una presión y temperatura especificados, finalmente el neumático vulcanizado será enfriado, si es convencional en una máquina denominada P.C.I. , en este equipo se infla la llanta a la presión de trabajo a la que será sometida en servicio y se deja enfriar el tiempo de dos curas, este proceso se realiza en forma automática y posteriormente los neumáticos son evacuados mediante una faja transportadora hasta la zona de inspección y posteriormente al almacenaje. Los neumáticos radiales se enfrían sin presión y adicionalmente pasan una prueba de uniformidad en una máquina denominada FVM (Máquina de variación de fuerza) donde se chequea al 100% los neumáticos radiales, a fin de retirar aquellas que sobrepasen un desbalance, o desuniformidad y puedan crear problemas en el uso.



**FOTO 2.2 PRENSA TIPO PLATO DE 42"**

## **2.2 Proceso de extrusión para neumáticos**

Dentro de los procesos de fabricación de componentes, tenemos la fabricación de la banda de rodamiento mediante máquinas de extrusión, este es el que detallaremos a continuación.

### **2.2.1 Formulación de materiales.**

Debido a que la formulación de la materia prima que se utiliza en la elaboración de los distintos compuestos es confidencial de la empresa, sólo nos limitaremos a dar los nombres, más no cantidades, pesos ni especificaciones técnicas. Los nombres son creados y asignados a distintas materias primas por la Corporación ya que son utilizadas a nivel mundial.

Para la fabricación del compuesto KA-623, que es la utilizada para la fabricación de la banda de rodamiento, se utilizan los siguientes componentes como materia prima:

Materia prima para la elaboración del compuesto no productivo:

#### 2.2.1.1 Pigmentos.

Nailax

Olivax

Zonflax

Goodine

Surflax

Sterax-B

2.2.1.2 Aceite

Urbonine

2.2.1.3 Caucho

Nolo

Budene

Stovic

2.2.1.4 Negro de humo

N° 405

N° 601

Materia prima para la elaboración del compuesto productivo:

2.2.1.5 Pigmentos aceleradores de la vulcanización. (Pigmentos blancos)

Kerwax

Leibax

XP-323

KA/NX LAM

## **2.2.2 Mezcla y preparación de material productivo.**

La materia prima, previamente pesada en la zona de pigmentos, es colocada en la faja de alimentación al Banbury, donde se verifica el peso de los componentes, pigmentos y caucho, el aceite es pesado en forma automática en una tolva de alimentación, así como el negro de humo, automáticamente se introduce primero los pigmentos y el caucho, luego el

aceite y finalmente el negro de humo, toda la masa es mezclada a una velocidad de 30 RPM por espacio de 160 segundos, hasta alcanzar una temperatura de 116 °C. Una vez mezclada, la masa es descargada a un molino laminador de 24" x 84" y evacuada en forma de laminas continuas de 5 mm de espesor por aproximadamente 1.00 MT de ancho, en una parihuela, a este material se le denomina no productivo, debido a que no se le ha adicionado los pigmentos blancos uno de los cuales contiene azufre, componente básico para la vulcanización.

Para preparar el material productivo, se corta y pesa goma no productiva y se le adiciona la bolsa conteniendo los pigmentos blancos aceleradores de la vulcanización, de forma similar se introduce mediante una faja transportadora todo el material en un segundo Banbury, donde la materia prima se mezcla a una velocidad de 30 RPM por espacio de 155 segundos, si por algún motivo en ese lapso de tiempo la mezcla supera los 115 °C, entonces la masa o más comúnmente llamada tachada será descargada automáticamente ya que si se supera esta temperatura, se iniciaría el proceso de vulcanización y la mezcla o compuesto no serviría para los siguientes procesos, igualmente que en el anterior proceso, la mezcla es descargada a un molino y evacuada en forma de lámina continua de 5 mm de espesor x 1.00 MT de ancho, en parihuelas obteniéndose el material productivo, que será la materia prima para la fabricación de las bandas de rodamiento.

### **2.2.3 Tipos de extrusoras para la fabricación de neumáticos.**

Para la extrusión de compuestos de caucho, se utilizan máquinas de extrusión, dependiendo del tamaño del barril, éstas se clasifican por su diámetro y número de hélices del tornillo sin-fin, tenemos los tamaños más comunes: 2-1/2", 3-1/4", 6", 8" y 10", y por la forma de alimentación de la goma en calientes y frías. La máquina que utilizaba la Cia. Goodyear del Perú, era de 8", de una hélice, cabezal simple, para matrices de hasta 32", 150 HP de potencia, 440 voltios, 60 Hz. alimentación en caliente.

Existen dos tipos de extrusoras dependiendo de la alimentación de la materia prima a la boca de extrusión:

- Extrusoras en frío. En éste tipo de máquina, la materia prima que es un compuesto llamado productivo, es transportada por una faja hacia la boca de ingreso de la extrusora, la materia prima ingresa a temperatura ambiente y necesita de calor para que se vuelva pastosa para poder ser extruída, esto se consigue por calentamiento de las chaquetas externas de la extrusora mediante agua caliente a 85 grados centígrados, esta temperatura es controlada por una unidad de control de temperatura TCU (Intercambiador de calor de haces de tubos), siendo el medio de calentamiento del agua, vapor saturado a 60 PSI, controlado por termocuplas.

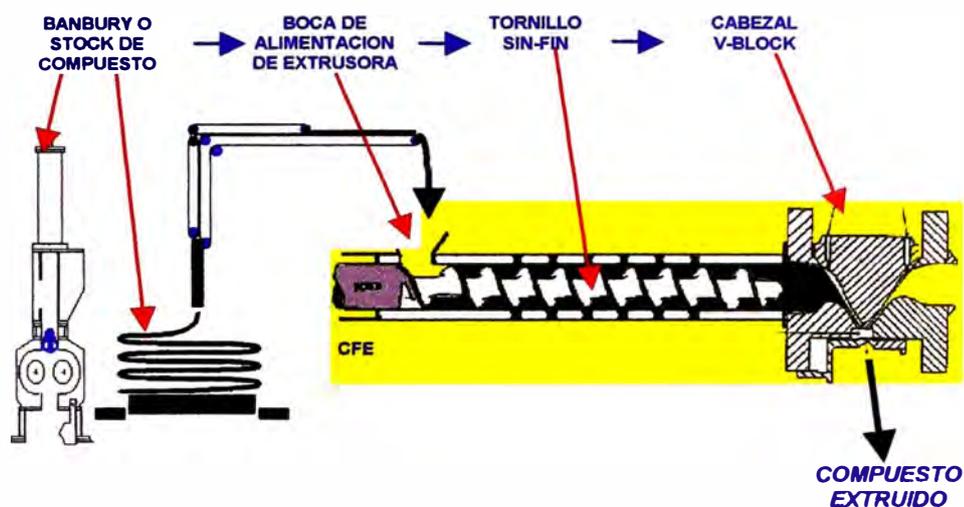


FIG. 2.5 EXTRUSORA SIMPLE EN FRIO

- Extrusoras en caliente. (La materia prima ingresa pre-caliente) en este caso se utilizan molinos para el calentamiento, homogenización y envío de una tira de alimentación a la boca de la extrusora del compuesto productivo, debido a que la materia prima está caliente, sólo se necesita de un intercambiador de calor, para mantener caliente el cabezal, por lo tanto de menor costo y tecnología, sólo es suficiente una línea de vapor saturado y otra de agua de enfriamiento, controlados por un termostato para la apertura de la válvula de diafragma de vapor o agua según lo requiera el seteo de la máquina.

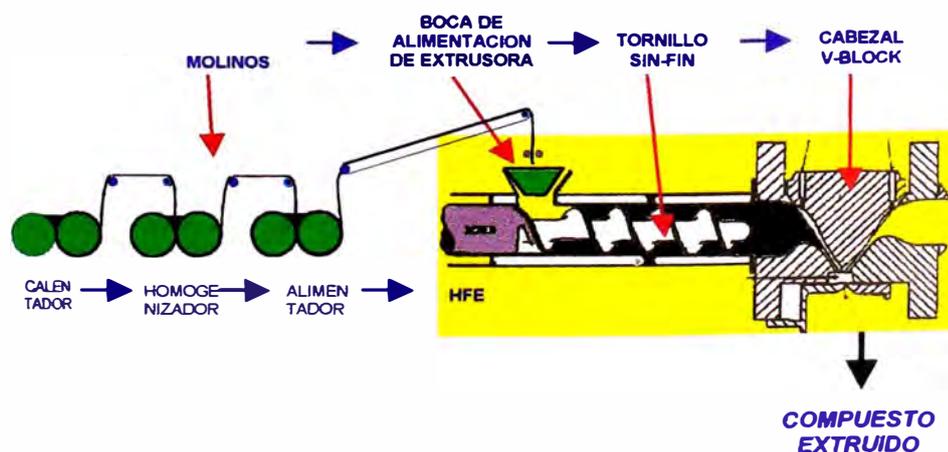


FIG. 2.6 EXTRUSORA SIMPLE EN CALIENTE

## **2.2.4 Parámetros de extrusión**

Los parámetros de peso, velocidad y la temperatura de extrusión, son muy importantes para obtener un producto homogéneo, por ejemplo una baja en la velocidad de extrusión redundará en un vacío dentro del barril de extrusión, originando falta de material en la matriz resultando un producto sin el perfil especificado (desperdicio), lo mismo, una baja temperatura no permitirá fluir fácilmente a la materia prima y ocasionará sobrecarga en el motor, por lo tanto el sistema de protección del motor actuará, parándose finalmente el proceso. De otra parte si la temperatura es mayor a la especificada, la goma se recalentará y pre-vulcanizará, atascando el tornillo sin fin de la extrusora, esta falla es grave ya que se tendrá que remover todo el material de la extrusora; para realizar este trabajo es necesario desmontar el porta matriz para tener facilidad y acceso al barril de la extrusora para poder limpiarlo. Peso y velocidad de extrusión están íntimamente ligados.

- o Velocidad: 50 RPM
- o Temperatura: 85° C
- o Peso: 38 Kg.

## **2.3 Descripción del proceso de la línea de extrusión antes de la mejora.**

### **2.3.1 Equipos de la línea**

Descripción del equipo utilizado en el proceso de extrusión de la banda de rodamiento:

- 2.3.1.1 Extrusora en caliente de 8" con rotores de una hélice, marca NRM, equipado con motor de 150 H.P., 440 voltios, 60 Hz. 1800 RPM; reductor Farrel de 200 HP reducción de 1:76.
- 2.3.1.2 Un molino dual de 84" calentador, marca Farrel, equipado con motor Reliance de 400 H.P., 2,300 voltios. Reductor de piñones helicoidales tipo Chevron, doble eje de salida y una reducción de 1:36
- 2.3.1.3 Un molino dual de 84" de homogenización y alimentación de tira de goma de características similares al anterior de 400 H.P., 2,300 voltios.
- 2.3.1.4 Transportadores para la línea de extrusión para:
- Evacuación ("Take away")
  - Encogimiento. En este transportador se obtiene el 85% de encogimiento del material extruído. Construido con polines de aluminio para disipar rápidamente el calor.
  - Pesado con balanza de peso lineal, marca Toledo con celdas de carga. Pesa el material en línea y corrige automáticamente la velocidad de extrusión para mantener el producto dentro de la tolerancia en peso
  - Cementador. Para aplicar una capa de pegamento en la parte inferior de la banda de rodamiento.
  - Transportadores de enfriamiento. En estos transportadores (3) se rocía agua acidulada con un PH de 6.7, para evitar que el azufre aflore por efecto del enfriamiento brusco.

- Secadores. La banda de rodamiento es secada utilizando focos infrarrojos de 150 W de potencia, en total se utiliza 5 KVA de energía para el secado, que garantiza un pegado correcto de la goma cojín.
- Molino cojinador (Cushion mill) de 30” de ancho con una potencia de 150 HP. Se usa para aplicar una capa de goma delgada, pegada por presión a la parte inferior de la banda de rodamiento.
- Cortadora. Donde se corta la banda de rodamiento a la medida exacta de acuerdo al tamaño del neumático a construir, en forma automática.
- Cementador de biseles. Se realiza en forma manual.
- Almacenado. El material es guardado en carros llamados tipo libro y son transportados a las máquinas de construcción de neumáticos.

2.3.1.5 Sistema de control de velocidades (Drives), programa de control en BASIC y PLC marca Reliance y Allen Bradley. Este sistema controla que las velocidades de los transportadores se mantengan o corrijan según sea el caso, para evitar estiramientos en el material, para lo cual se tiene una retroalimentación de la velocidad de cada transportador, en forma constante por medio de sensores ubicados al final de cada transportador.

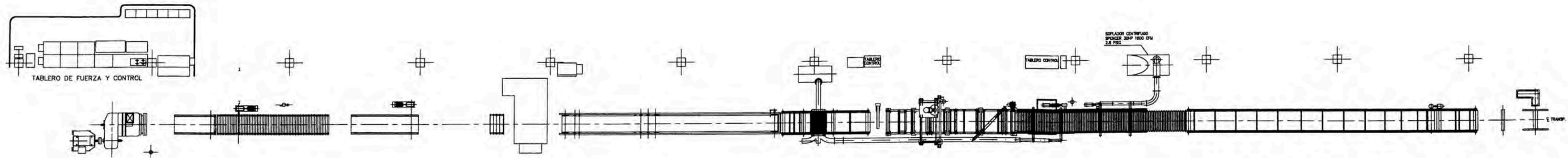
2.3.1.6 Enrollador de componentes en carretes, para costados y otros componentes.

Ver plano LE-001 donde se muestra la línea de extrusión antes del cambio, con extrusora simple de 8” en caliente HFE (Hot Feed Extruder).

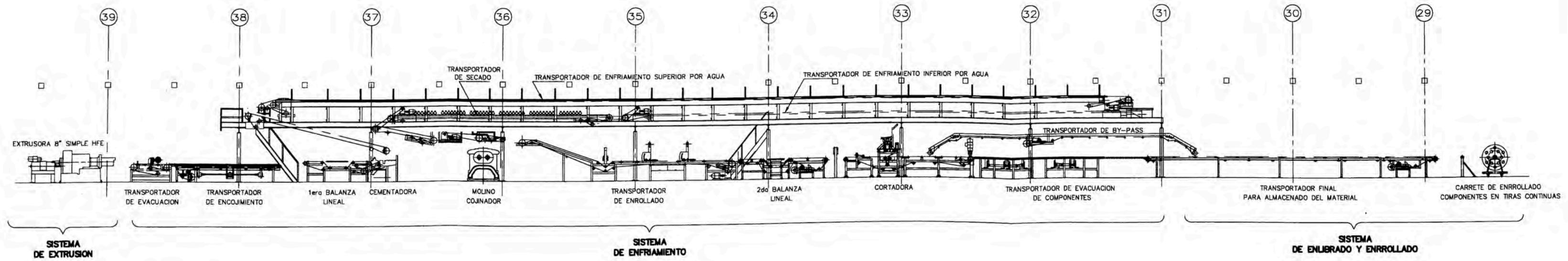
### **2.3.2 Requisitos de la banda de rodamiento**

Debido a las especificaciones de fabricación y al proceso de vulcanización, la banda de rodamiento tiene que ser resistente a la abrasión y a la alta temperatura, para esto se venía utilizando un compuesto a base de caucho natural, el cual tiene mejores propiedades que el caucho sintético, este compuesto está codificado como KA623, el cual se utiliza en la fabricación de bandas de rodamiento para neumáticos de camión convencionales, pero su costo es alto debido a la materia prima que se utiliza en su elaboración, y sólo es justificable en la fabricación de neumáticos de camión, con la maquinaria existente en la planta.

En La tabla 2.1 se muestran los parámetros de extrusión de la banda de rodamiento para su extrusión, y en la tabla 2.2 los de extrusión dual o duplex.



PLANTA 1er NIVEL



ELEVACION

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
			<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	
			<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>	
			Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha	Efraín Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha
			Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION SIMPLE 8\"/&gt; </b>	Escala: S/E Plano: <b>LE-001</b>

## ESPECIFICACIONES DE EXTRUSION SIMPLE

MEDIDA			3330			RECETA			3330S		
COMPUESTOS						MATRIZ					
CAPA			BASE			LP3330					
ICB-3330			KA-623								
INSERTO			ANCHO TIRA			VELOCIDAD EXTRUSORA			VELOC. LINEA		
CAPA		BASE	(mm)			RPM			FPM		
ICB-3330			200			50			23		
ANCHO	LARGO	ANCHO	COLOR	PESO FINAL	PESO MIN.	PESO MAX.					
(mm)	ENLIBRADO	MITAD		(Kg)	(Kg)	(Kg)					
520	1511	260	AVV	13.6	13.33	13.82					
COJIN	COMPUESTO	GX-248	CONTORNO	ESPECIFICACION	PESO BALANZA #1	PESO BALANZA #2					
	CALIBRE (mm)	0.4					L0200A5	REFERENCIAL	(Kg/mt)	(Kg/mt)	
	ANCHO (mm)	280	066-04	7.8	8.26						

TABLA 2.1

## ESPECIFICACIONES DE EXTRUSION DUPLEX

MEDIDA				3330				RECETA				3330D			
COMPUESTOS								MATRIZ							
CAPA				BASE				PROFILE-DIE				BACK-DIE			
TA-479				GC-204				LP200				LB200			
INSERTO				ANCHO TIRA (mm)				RPM EXTRUSORA				VELOC. LINEA			
CAPA		BASE		CAPA		BASE		CAPA		BASE		FPM			
IC-002		IB-007		200		165		68		61		29			
ANCHO	LARGO	ANCHO	COLOR	PESO FINAL	PESO MIN.	PESO MAX.									
(mm)	ENLIBRADO	MITAD		(Kg)	(Kg)	(Kg)									
520	1511	260	AVV	13.6	13.33	13.82									
COJIN	COMPUESTO	GX-248	CONTORNO	ESPECIFICACION	PESO BALANZA #1	PESO BALANZA #2									
	CALIBRE (mm)	0.4					L0200A5	REFERENCIAL	(Kg/mt)	(Kg/mt)					
	ANCHO (mm)	280	066-04	7.8	8.26										

TABLA 2.2

### **2.3.3 Proceso de fabricación de la banda de rodamiento.**

- 2.3.3.1 Selección y montaje de la matriz para la banda de rodamiento en la extrusora de 8" simple, esta matriz debe de estar siempre caliente por lo tanto se extrae de un gabinete acondicionado con vapor para mantenerlas matrices calientes ( $> 75\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- 2.3.3.2 El proceso se inicia con el calentamiento de la goma, KA623, en el molino dual de 84" por fricción, debido a que los rodillos giran a distintas velocidades con un ratio de 1.08.
- 2.3.3.3 Se envía una tira de alimentación al molino homogenizador de 84" de 3 mm x 80 mm de ancho.
- 2.3.3.4 Pasa la tira al molino alimentador de 84".
- 2.3.3.5 Alimentación desde el molino alimentador hacia la boca de la extrusora para extruir la banda.
- 2.3.3.6 Encogimiento en el transportador de polines de aluminio.
- 2.3.3.7 Cementado de la parte inferior de la banda para la aplicación de la goma cojín, en forma automática mediante un rodillo que constantemente está tocando la parte inferior de la banda de rodamiento.
- 2.3.3.8 Enfriamiento, secado, en las fajas transportadoras.
- 2.3.3.9 Aplicación de la goma cojín, en el cojinador o Cushion Mill.
- 2.3.3.10 Corte de la banda ensamblada al largo especificado, en forma automática en la cortadora.
- 2.3.3.11 Almacenado en carros de transporte.

### 2.3.4 Layout del sistema

En el plano L-001 se muestra el layout del sistema de extrusión en planta.

## 2.4 Descripción del proceso de mejora.

### 2.4.1 Propuestas:

Con el fin de abaratar costos, se propuso fabricar la banda de rodamiento con dos tipos de compuestos en vez del KA623 que es de mayor costo, como se verá más adelante en el análisis de costo beneficio. Debido a las especificaciones de fabricación y al proceso de vulcanización cuando se utiliza dos compuestos diferentes, la banda de rodamiento debe de ser fabricada con los siguientes compuestos: la base hecha de compuesto TA479 de baja resistencia a la abrasión y bajo costo, y la capa de compuesto GC204 de alta resistencia a la abrasión, en la figura de abajo se muestra un corte de la banda de rodamiento, donde se aprecia los dos compuestos diferentes que conforman la banda de rodamiento.

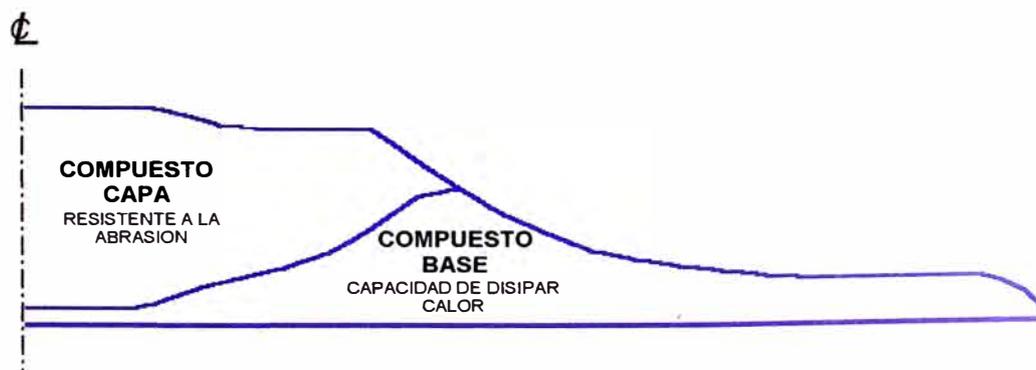
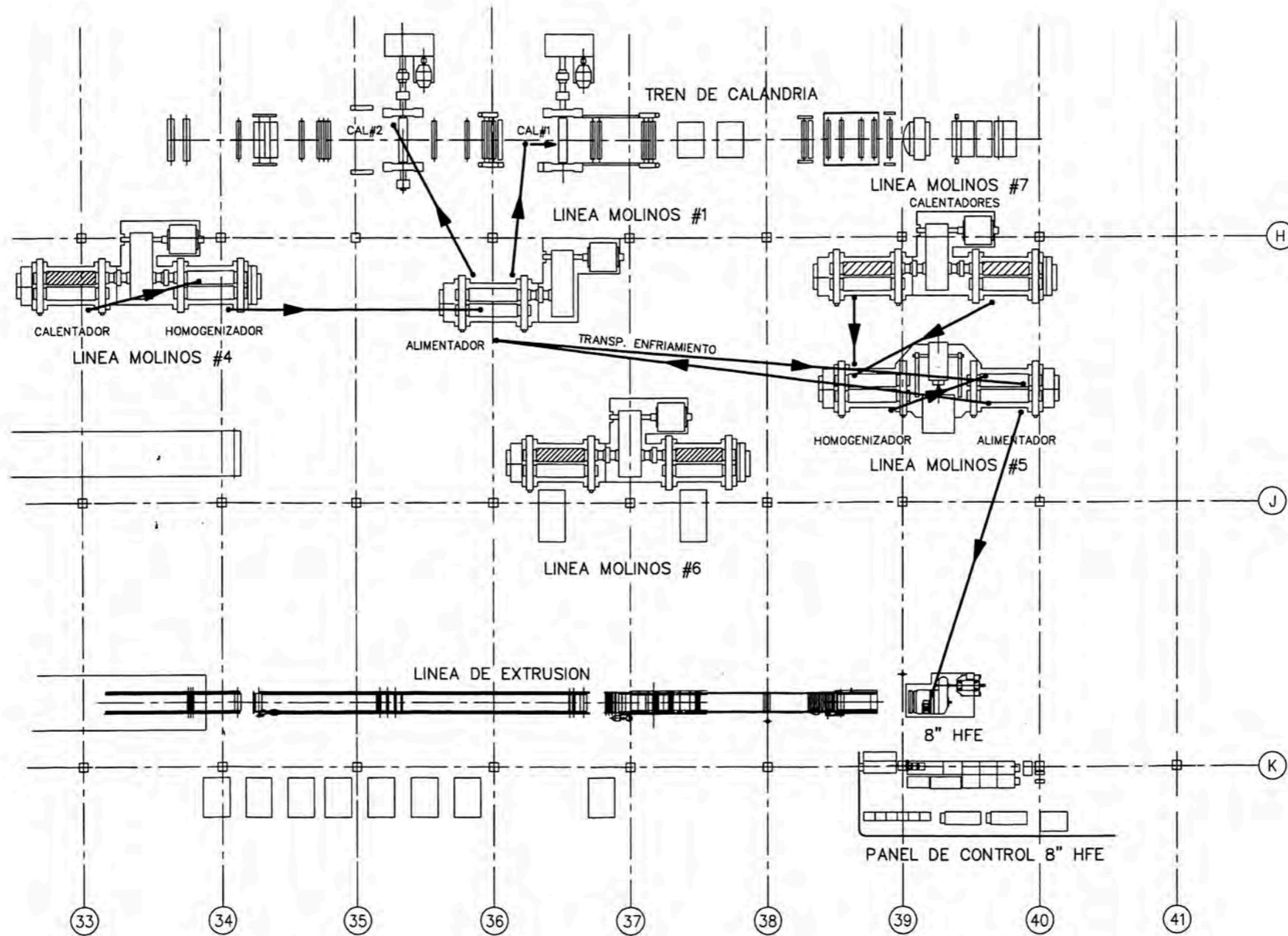


FIG. 2.7 SECCION BANDA DE RODAMIENTO



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha		Efraim Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha		1:250 Escala
Titulo: EXTRUSORA SIMPLE 8" HFE CON MOLINOS				Plano: L-001

Para fabricar la banda de rodamiento con dos compuestos diferentes, se tenían dos alternativas:

La primera utilizar el mismo equipo fabricando primero la base con un tipo de componente, enrollarlo y en una segunda pasada fabricar la capa con otro tipo de compuesto y ensamblarlos en medio de la línea.

La segunda, utilizar un cabezal doble y extrusar los dos compuestos a la vez con los dos compuestos diferentes y que salgan ensamblados desde la matriz.

2.4.1.1 Proceso de fabricación de la banda de rodamiento, en doble pasada (Método Tailandés), alternativa número uno:

En primer lugar se fabrica la base de la banda de rodamiento:

- El proceso se inicia con el calentamiento de la goma, TA479, en el molino dual de 84”.
- Se envía una tira de alimentación al molino homogenizador de 84”.
- Pasa la tira al molino alimentador de 84”.
- Alimentación desde el molino alimentador hacia la boca de la extrusora para extruir la base de la banda.
- Encogimiento, enfriamiento, secado.

- Enrollado en carretes de un metro de diámetro, utilizando polietileno para evitar la contaminación de la superficie inferior de la base, y a la vez que se pegue el material entre si.

Fabricación de la capa de la banda de rodamiento y ensamble con la base:

- Calentamiento de goma GC204 en el molino dual de 84”.
- Se envía una tira de alimentación al molino homogenizador de 84”.
- Pasa la tira al molino alimentador de 84”.
- Alimentación desde el molino alimentador hacia la boca de la extrusora para extruir la capa de la banda.
- Encogimiento.
- Cementado de la superficie inferior con pegamento especial (Cemento).
- Enfriamiento
- Secado de la parte inferior de la capa.
- Ensamble de base con capa, utilizando pegamento “Cemento”.

La base es desenrollada del carrete, se retira el polietileno y se ensambla con la capa, y simultáneamente se aplica la goma cojín, desde el cushion mill o molino cojinador.

- Corte de la banda ensamblada al largo especificado.
- Almacenado en carro de transporte.

2.4.1.2 Método con cabezal duplex. Proceso de fabricación de la banda de rodamiento, en una sola pasada:

Base de la banda de rodamiento:

- Calentamiento de goma TA479, en el molino dual calentador de 84”.
- Pasa la tira al molino homogenizador de 84”.
- Se alimenta al molino alimentador de 84”.

Capa (en simultáneo con la base):

- Se calienta la goma GC204, en el molino calentador de 84”.
- Se pasa el compuesto al molino homogenizador de 84”.
- Una tira va hacia el molino alimentador de 84”.
- Las dos tiras de alimentación de cada compuesto, van hacia cada lado de la extrusora duplex de 8” x 8”, con cabezal de 30” x 13”, donde los dos compuestos se unen dentro de la matriz y sale la banda de rodamiento ensamblada en forma continúa, como se muestra en la figura 2.8

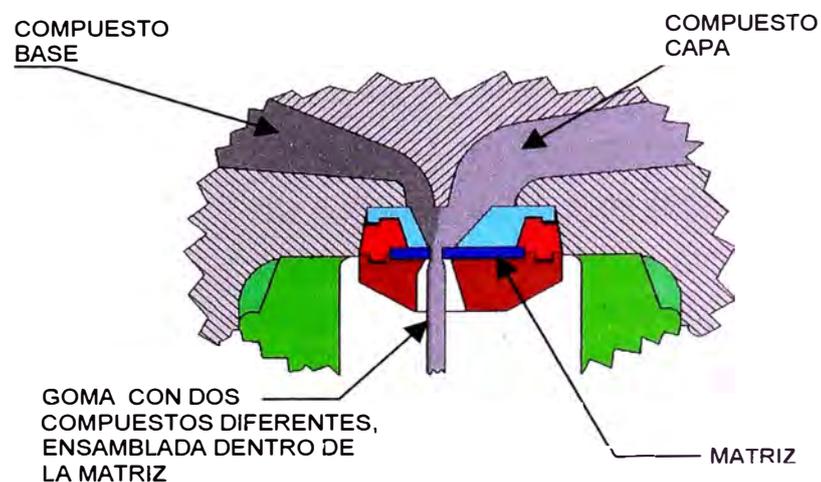


FIG. 2.8 BANDA DE RODAMIENTO ENSAMBLADA CON DOS COMPUESTOS DIFERENTES

- Inmediatamente se aplica la goma cojín, mediante el molino cojinador.
- Enfriamiento del producto en tinas que contiene agua ligeramente acidulada (Ph entre 6.2 y 6.8).
- Corte al largo especificado en la cortadora automática.
- Almacenamiento en carros de transporte.

## **2.4.2 Selección del proceso**

### **2.4.2.1 Problemas que se presentan en el método Tailandés.**

- Estiramiento de la base al momento de ser enrollado en los carretes.
- Desalineamiento entre base y capa al momento de ser ensamblados.
- Aire atrapado entre base y capa por un mal planchado, o ensamblado.
- Mal pegado por contaminación de la base.
- Desprendimiento de la junta por pegamento en mal estado o contaminado.
- Mal pegado por no ser los compuestos compatibles en su totalidad.

### **2.4.2.2 Problemas de la banda de rodamiento durante el servicio.**

- Desprendimiento de la banda de rodamiento.

El desprendimiento de la banda de rodamiento de la carcasa del neumático, cuando el vehículo está desplazándose a alta velocidad, puede ocasionar un accidente de graves consecuencias para sus ocupantes, estando de por medio la vida de seres humanos, el control de este proceso deberá de ser más exigente y por lo tanto los costos de fabricación aumentarán considerablemente, debido a que se deberá separar todos los materiales que presenten fallas en el ensamble, representado una pérdida económica en el proceso de producción por desperdicio de material y reproceso, por ende es necesario eliminar las causas del problema para su solución. Una forma sería poner mayores controles durante este proceso para minimizar los errores, al igual que personal para realizarlo, como también documentación para la trazabilidad, aún así persiste la posibilidad de error debido al factor humano, por esta última razón se planteó la fabricación de la banda de rodamiento en una sola pasada utilizando dos extrusoras duplex, alimentadas con las dos gomas o compuestos distintos y que estos se junten o ensamblen en una misma matriz utilizando un cabezal de 30" x 13", sin que tenga que intervenir la mano humana. Si bien es cierto que el costo de inversión será mayor, a cambio se tendrá un equipo confiable, que a la larga será más beneficioso por reducir el tiempo de fabricación y eliminar el desperdicio, estos dos últimos factores serán decisivos en la decisión de la inversión, después de un análisis de costo beneficio,

se verá que la inversión será recuperada en un plazo de un año y 8 meses, y sobre todo tener la seguridad que los neumáticos puestos en el mercado no fallarán por el desprendimiento de la banda de rodamiento; la vida de un ser humano no tiene precio.

### **2.4.3 Equipos adicionales para la línea de extrusión:**

Descripción del equipo adicional necesario para proceso de extrusión de la banda de rodamiento en una sola pasada:

- 2.4.3.1 Dos extrusoras en caliente de 8", equipadas con motores marca Reliance de 150 H.P cada motor, 440 voltios, 60 Hz.



**FOTO 2.3 EXTRUSORAS NRM DE 8"**

2.4.3.2 Cabezal duplex, para extrusora de 8" x 8" con "V" block de 30" x 13".

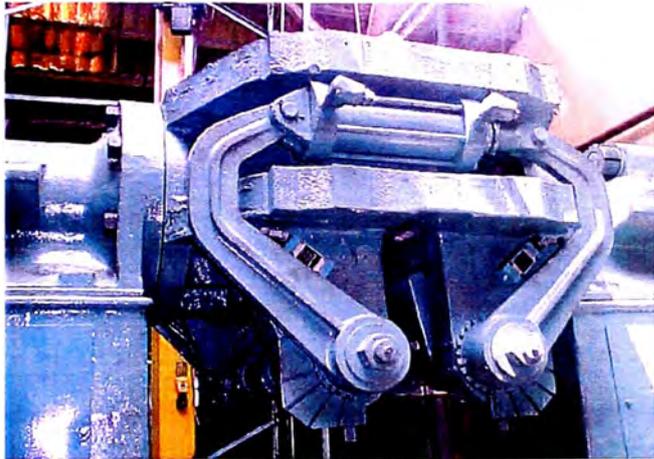


FOTO 2.4 CABEZAL DUPLEX 8" x 8"

2.4.3.3 Base de acero fija para extrusora del lado de capa.

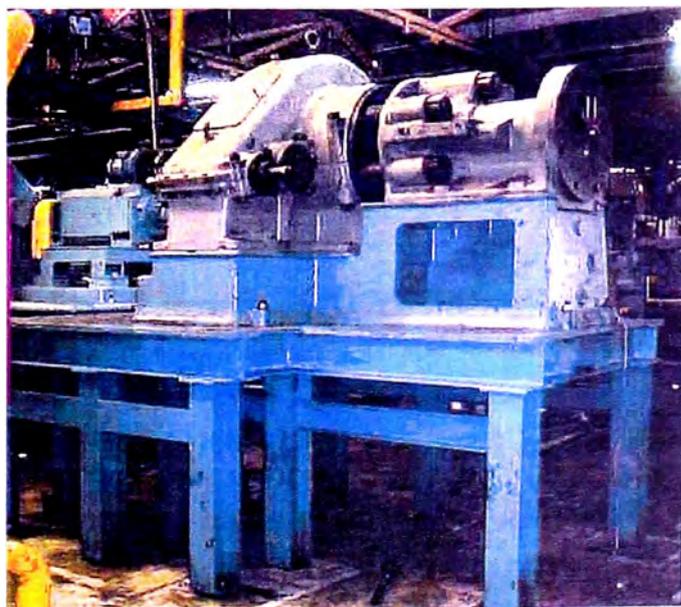


FOTO 2.5 BASE ACERO FIJA LADO CAPA

2.4.3.4 Base de acero desplazable para extrusora el lado de capa



**FOTO 2.6 BASE DE ACERO DESPLAZABLE LADO BASE**

2.4.3.5 Un molino dual de 84" calentador de 400 H.P., 2,300 voltios. Los rodillos posteriores de este molino son corrugados, para que el calentamiento sea más rápido.



**FOTO 2.7 MOLINO DUAL 84" CALENTADOR**

- 2.4.3.6 Un molino dual de 84” de homogenización y uno de alimentación de tira de goma de 400 H.P., 2,300 voltios. Compartidos con los molinos de la calandria. Los rodillos de este molino son lisos.



**FOTO 2.8 MOLINO DUAL 84” HOMOGENIZADOR**

- 2.4.3.7 Transportadores para la línea de extrusión para:
- Nuevo transportador (Take Away), equipado con motoreductor SEW EURODRIVE de 3 HP, 440 voltios, 60 Hz
  - Transportadores entre molinos, calentadores, homogenizador y de alimentación a ambos lados de la extrusora duplex, transportadores de enfriamiento de tira de goma. Equipados con motores SEW de 2 HP, 440 voltios, 60 Hz. Para uniformizar todos los motoredutores del sistema de alimentación de goma, entre molinos.
- 2.4.3.8 Sistema de control de velocidades (Drives), programa de control en BASIC y PLC marca Reliance Automax. Este sistema controla

que las velocidades de los transportadores así como el peso lineal del producto se mantengan o corrijan según sea el caso, para evitar estiramientos del producto, para lo cual se tiene una retroalimentación de la velocidad de cada transportador, en forma constante

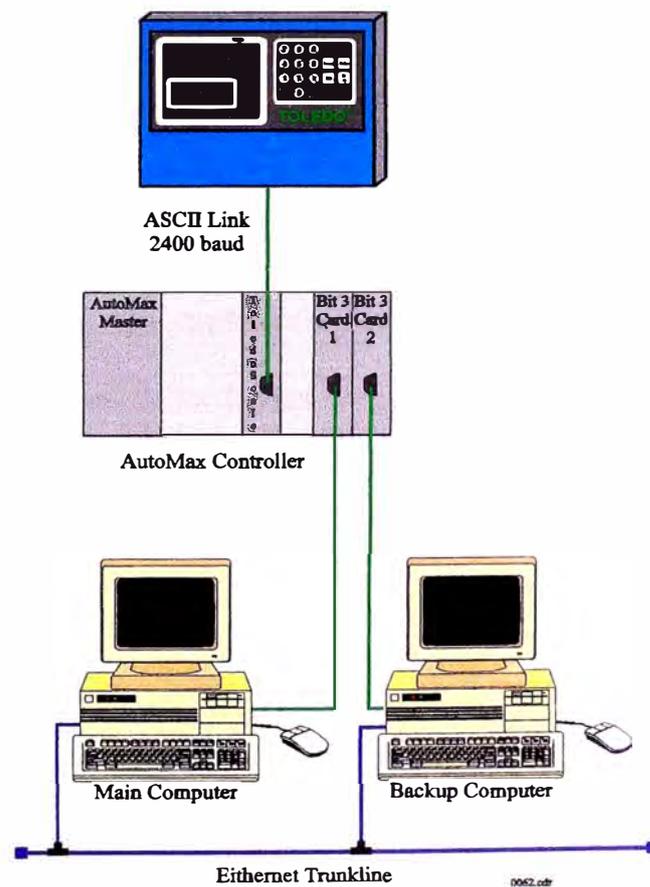


FIG. 2.9 SISTEMA CONTROL AUTOMAX - RELIANCE

2.4.3.9 Tableros de control, fabricados por la firma Reliance de los Estados Unidos de Norteamérica.



FOTO 2.9 TABLERO DE CONTROL RELIANCE

2.4.3.10 Monorriel equipado con polipasto de 7.5 Tn. para montaje / desmontaje de cabezal de la duplex. y tecele eléctrico de 1 Tn. 440 voltios, 60 Hz para realizar el cambio de las matrices en el cabezal.



FOTO 2.10 MONORRIEL 7.5 TN

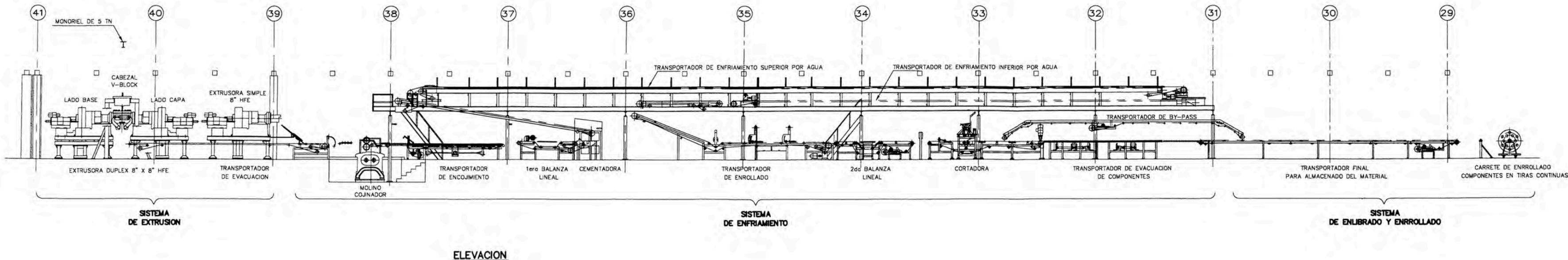
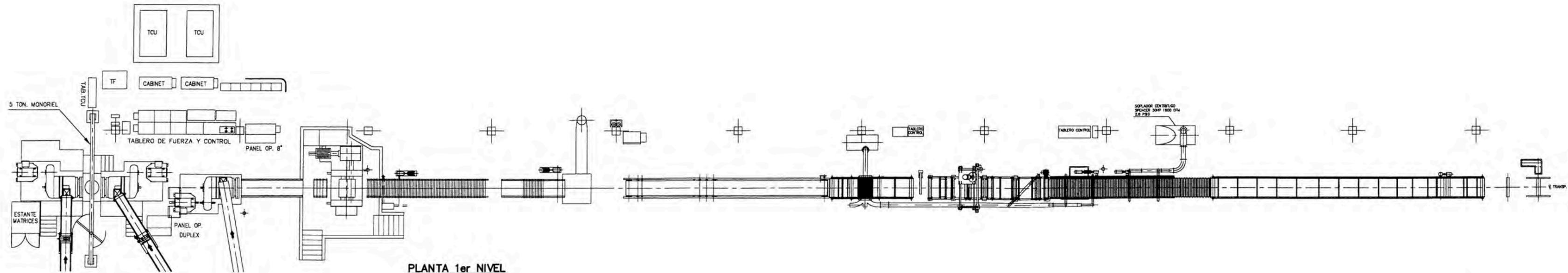
2.4.3.11 Equipo hidrotérmico de 6 estaciones, para mantener el cabezal y las dos extrusoras calientes, compuesto de intercambiadores de calor tipo de haces de tubos, calentados con vapor saturado como medio de calentamiento del agua que recircula en el sistema, por bombas centrífugas de 2 HP.



FOTO 2.11 HIDROTERMICO

#### 2.4.4 Layout del sistema

En el dibujo LE-002 se muestra el sistema de extrusión duplex propuesto.



Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha		Efraín Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha		1 : 250 Escala
Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX 8" x 8" HFE</b>				Plano: <b>LE-002</b>

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL PLAN DEL PROYECTO**

La gerencia de integración del proyecto, está compuesta por tres procesos los cuales serán presentados en forma resumida para dar los lineamientos generales o la línea base del proyecto.

#### **3.1 Desarrollo del plan del proyecto.**

##### **3.1.1 Objetivo y plazo de ejecución.**

El objetivo de este proyecto es la mejora del proceso de fabricación de la banda de rodamiento de los neumáticos a un menor costo que cualquier otro fabricante de la parte latinoamericana de la corporación de Goodyear, para tener la opción de exportar neumáticos al mercado norteamericano.

El plazo de ejecución es importante debido a que la fecha límite se fijó en abril del año 2001 (Fecha en que se da la propuesta por parte de la matriz, octubre del año 2,000) por la necesidad de cubrir el mercado norteamericano por una subsidiaria de Goodyear de la zona latinoamericana. La planta a escoger tendría que reunir estos 3 requisitos:

menor costo de fabricación, cumpla con los requerimientos de fabricación y tenga la capacidad instalada para su fabricación.

La planta de Perú fue elegida por presentar los menores costos de fabricación, además porque su imagen ante la Corporación estaba con el prestigio en alza, debido al cumplimiento de sus objetivos en los últimos años, esto hizo que el directorio de la matriz en Akron otorgara una partida de US\$ 1,142,000. Solicitada por la planta de Perú, para llevar a cabo el proyecto, por el planteamiento económico hecho por la Dirección de Producción de Perú, y estar listos para la fabricación a fines de marzo del 2001 y cumplir con la exportación de neumáticos al mercado norteamericano a partir de abril del mismo año. Cabe señalar que la planta de Perú fue declarada no invertible por la Corporación años atrás, debido al riesgo que implicaba invertir en el Perú por la cambiante política económica de sus gobernantes de turno. Por tanto éste hecho marcó un hito en la historia de Goodyear Perú, porque se le devolvía la confianza de la Corporación, para futuros planes de expansión y mejora de sus instalaciones.

### **3.1.2 Equipo de trabajo**

La Dirección de Producción eligió entre los miembros de la División de Producción al equipo que se encargaría de planificar, ejecutar y controlar las instalaciones, modificaciones de la maquinaria existente y la adquisición de equipos adicionales, para llevar a buen término el proyecto. En esta

elección el Director de Producción me da el reto y a la vez la oportunidad de liderar el proyecto y trabajar junto a los siguientes equipos conformados por:

#### 3.1.2.1 Equipo de Akron (Matriz de Goodyear):

<u>Cargo</u>	<u>Responsabilidad</u>
Gerente Regional de Ingeniería	Asesor principal
Ingeniero Staff área mecánica	Asesoramiento mecánico
Ingeniero Staff área eléctrica	Asesoramiento eléctrico
Ingeniero Staff área civil	Asesoramiento estructural
Ingeniero Qtech	Asesor procesos/matrices

#### 3.1.2.2 Equipo Planta Perú

<u>Cargo</u>	<u>Responsabilidad</u>
Director de Producción	Facilitador
Especialista de Ingeniería	Líder del proyecto
Ingeniero electrónico	Fuerza y control
Ingeniero de calidad y tecnología	Diseño de matrices
Dibujante	Elaboración de planos

### 3.1.3 Comunicaciones y riesgos

Para llevar a buen término el proyecto, se acordó tener durante la fase de planeación, reuniones interdiarias con el equipo de Perú y una semanal con el equipo de Akron. Las reuniones con el equipo de Akron se harían en

conferencia telefónica. Durante la fase de ejecución y control, las reuniones se realizarían semanalmente con el equipo de Perú y quincenalmente con el equipo de Akron. Las informaciones técnicas o consultas se harían mediante el correo electrónico o vía telefónica, según lo requerido. Un archivo con toda la información se almacenaría en el servidor central del Departamento de Sistemas, siendo responsable de las comunicaciones y actualizaciones del archivo el Gerente de Ingeniería.

Como todos los proyectos, existen riesgos en su implementación y se deben de tener planes de contingencia apropiados, aparte de los riesgos propios de cualquier instalación se identificó la dificultad de la pérdida del negocio por la demora en fabricación y envío de los tableros de control de la planta de Reliance en los Estados Unidos a la planta de Perú, en un lapso de tres meses. El plan de contingencia se estableció en acuerdo con la Dirección de Producción, en fabricar los neumáticos con el sistema antiguo implementando estrictos controles de calidad en los tres turnos de producción y realizando cortes de neumáticos por muestreo para verificar el correcto ensamble de los componentes, el costo adicional de estos controles serían asumidos por la planta hasta la conclusión de la instalación del equipo. No se identificó otro riesgo para este proyecto.

## **3.2 Ejecución y control del plan.**

### **3.2.1 Ejecución.**

La ejecución del proyecto se haría de acuerdo al cronograma elaborado para este efecto por el departamento de ingeniería de Goodyear Perú, el control estaría a cargo de los especialistas de la parte mecánica y la parte de control e instrumentación. Los trabajos serían realizados por empresas contratistas calificadas, seleccionadas a través del Departamento de Logística y aprobadas por el Departamento de Ingeniería, según los reglamentos internos de Goodyear.

### **3.2.2 Control.**

Las reuniones de revisión del status se realizarían semanalmente entre los integrantes del equipo de Perú, para el intercambio de información, avance de los trabajos y revisión de los costos incurridos.

Se utilizaría el correo electrónico para mantener informados a todos los involucrados (stakeholders).

Si en el transcurso de la elaboración de los layouts, o de las bases para las cotizaciones de ejecución de trabajos civiles, o estructurales, o mecánicos y eléctricos o igualmente durante la ejecución de los mismos, se presentaran cambios en el alcance del proyecto o se dieran modificaciones para mejorar la ubicación de equipos o mejorar el proceso de extrusión, éstas serán comunicadas a los integrantes, evaluándose las propuestas de los

contratistas para realizar las correcciones en el alcance de los mismos así como los costos asociados; tratándose de un proyecto de meses, es necesario las reuniones semanales para no perder el control y realizar las correcciones a tiempo con el fin de que los costos no se vean incrementados. El cronograma deberá en este caso ser reestructurado y comunicado a todos los integrantes del equipo así como a los involucrados (stakeholders).

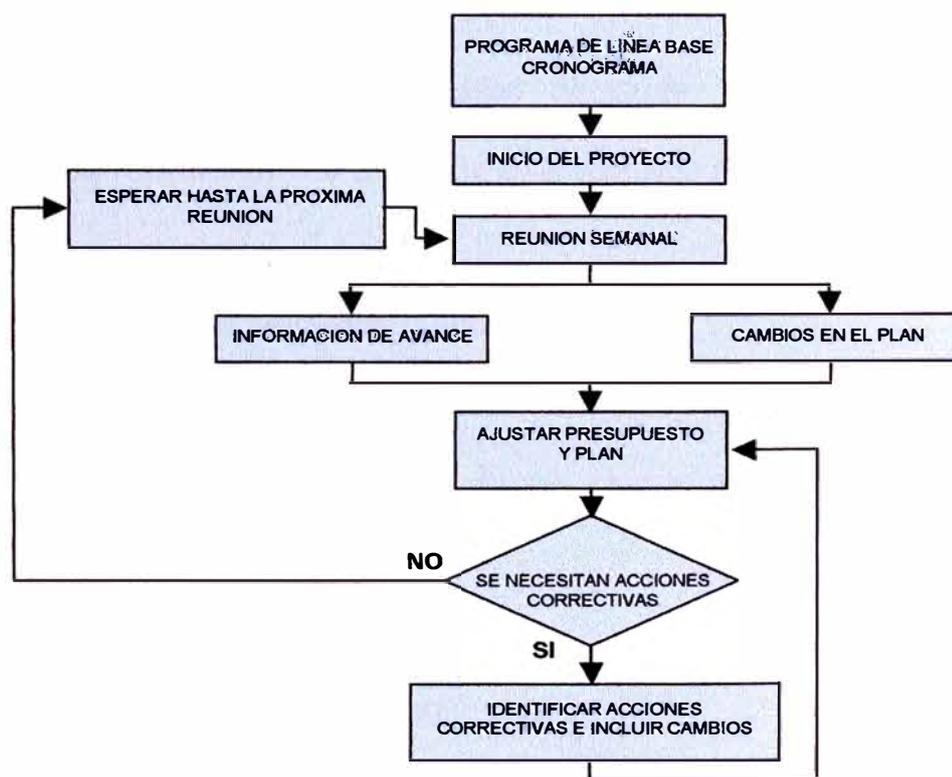


FIG. 3.1 PROCESO DE CONTROL

## **CAPITULO IV**

### **PROCESOS DE PLANIFICACIÓN**

Entrada a la planificación del alcance

Descripción del producto:

Neumático Movil-Home, aro 16”, capacidad de carga “D”, utilizado en los remolcadores y casa rodantes de uso frecuente en el mercado norteamericano.

#### **4.1 Documento de inicio del proyecto. (Charter).**

4.1.1 Mejora del proceso de fabricación de la banda de rodamiento de neumáticos, mediante el montaje de una extrusora duplex de 8” x 8” y modificaciones de equipos auxiliares.

4.1.2 Plazo de entrega: 6 meses.

4.1.3 Costo de inversión: US\$ 1,142,000.

4.1.4 Lugar de instalación: En la actual zona de extruido de componentes con la extrusora simple de 8”, de la Compañía Goodyear del Perú S. A.

4.1.5 Entregable: Maquinaria y equipo auxiliar para la fabricación de componentes extruidos, con dos compuestos diferentes en las bandas de rodamiento para neumáticos.

4.1.6 Financiamiento: Recursos propios de la Corporación Goodyear.

4.1.7 Responsable del proyecto: Especialista de Mantenimiento y Proyectos  
División B de Producción.

4.1.8 Restricciones: Presupuesto predefinido y tiempo de entrega.

## 4.2 Análisis de costo/beneficio:

### 4.2.1 Cálculo de los Ahorros

Los ahorros generados por la adquisición e instalación de una máquina extrusora en la planta Goodyear derivarán por conceptos combinados de menor utilización de materiales, mayor consumo de energía eléctrica, optimización del personal y reducción del “retrabajo”. A continuación se explicará cada uno de estos conceptos y el aporte que representa en el ahorro total estimado.

#### 4.2.1.1 Ahorros por Costo de Materiales

- Ahorros en la Fabricación de Neumáticos de Camión Ligero, por el uso de materiales más baratos.

NEUMATICOS DE CAMION LIGERO			
	TIPO DE EXTRUSORA		
	Simple	Duplex	
	Cap/Base	Capa 60%	Base 40%
<b>Compuesto</b>	KA623	KA623	NB400
<b>Lbs/Rodado</b>	21.00	12.60	8.40
<b>Costo/LB US\$</b>	0.456	0.456	0.276
	9.576	5.746	2.318
<b>Rodado Costo Total US\$</b>	9.576	8.064	

**TABLA 4.1 AHORRO POR COSTO DE MATERIALES  
EN NEUMATICOS DE CAMION LIGERO**

Ahorro/Neumático US\$ 1.512

Proyección Neumático Año 459,000

**El Ahorro Anual en Materiales de Neumáticos de Camión**

**Ligero será: US\$ 694,008**

- Ahorros en la Fabricación de Neumáticos de Camión Ultra Ligero, por el uso de materiales más baratos

NEUMATICOS DE CAMION ULTRA LIGERO			
	TIPO DE EXTRUSORA		
	Simple	Duplex	
	Cap/Base	Capa 60%	Base 40%
<b>Compuesto</b>	KA623	KA623	NB400
<b>Lbs/Rodado</b>	14.6570	8.7942	5.8628
<b>Costo/LB US\$</b>	0.456	0.456	0.276
	6.684	4.010	1.618
<b>Rodado Costo Total US\$</b>	6.684	5.628	

**TABLA 4.2 AHORRO POR COSTO DE MATERIALES EN NEUMATICOS DE CAMION ULTRA LIGERO**

Ahorro/Neumático US\$ 1.055

Proyección Neumático Año 129,300

**El Ahorro Anual en Materiales de Neumáticos de Camión**

**Ultra Ligero será: US\$ 136,451**

- Ahorros en la Fabricación de Neumáticos de Camión Mediano, por el uso de materiales más baratos

NEUMATICOS DE CAMION MEDIANO			
	TIPO DE EXTRUSORA		
	SIMPLE	DUPLEX	
	Cap/Base	Capa 60%	Base 40%
<b>Compuesto</b>	KA623	TA479	GC204
<b>Lbs/Rodado</b>	39.389	23.9034	15.9356
<b>Costo/LB US\$</b>	0.456	0.440	0.468
	18.167	10.517	7.455
<b>Rodado Costo Total US\$</b>	18.17	17.97	

**TABLA 4.3 AHORRO POR COSTO DE MATERIALES EN NEUMATICOS DE CAMION MEDIANO**

Ahorro/Neumático US\$ 0.200

Proyección Neumático Año 17,000

**El Ahorro Anual en Materiales de Neumáticos de Camión**

**Mediano será: US\$ 3,400**

**Ahorro Total de materiales de neumáticos por los 3 tipos de camión:**

**US\$ 694,008 + 136,451 + 3,400 = 833,859**

#### 4.2.1.2 Ahorros por Energía Eléctrica

Para determinar el ahorro por consumo de energía eléctrica se deberá observar el siguiente cuadro:

CONSUMO		EXTRUSORA	EXTRUSORA
		SIMPLE 8" HFE	DUPLEX 8" x 8"
MOTOR EXTRUSORA		120 HP	240 HP
MOLINOS DE CALENTAMIENTO		640 HP	1,280 HP
TOTAL		760 HP	1,520 HP
TOTAL KW		567	1,133
TIEMPO DE OPERACION EN HORAS/AÑO	ANTES	7,757 HRS/AÑO (*)	0 HRS/AÑO
	DESPUES	0 HRS/AÑO (**)	4,640 HRS/AÑO

\* 21.5 HRS/DIA x 360 DIAS

\*\* EXTRUSORA SIMPLE FUERA DE SERVICIO

**TABLA 4.4 CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA Y HORAS DE OPERACION**

Consumo por Año:

Antes del cambio  $567 \text{ KW} \times 7,757 \text{ Horas} = 4,395,970 \text{ KW-H}$

Después del cambio  $1,133 \text{ KW} \times 4,640 \text{ Horas} = 5,259,613 \text{ KW-H}$

**Diferencia proveniente del cambio = - 863,643 KW-H**

Costo de energía = 0.05 US\$ / KW-HR

**El des-ahorro será de 863,643 KW-H x 0.05 US\$/KW-H =**

**US\$ 43,180**

#### 4.2.1.3 Ahorros por Optimización de Personal

La optimización del personal se observa en el siguiente cuadro:

COMPONENTE	TICKET Piezas/ Día	SIMPLE		DUPLEX		AHORRO HORAS/DIA
		Piezas /Hora	Horas Req.	Piezas /Hora	Horas Req.	
CMT 1 BASE	115	125	0.92			
CMT 1 CAPA	115	170	0.68	187	0.61	0.98
CMT 2 BASE	214	125	1.71			
CMT 2 CAPA	214	190	1.13	140	1.53	1.31
Costados	658	365	1.80	572	1.15	0.65
Apex	329	1500	0.22	1500	0.22	0
Rodado Pasaj.	1048	430	2.44	600	1.75	0.69
Rodado ULT	371	300	1.24	400	0.93	0.31
Rodado LT	1316	300	4.39	400	3.29	1.10
Protectores	313	800	0.39	852	0.37	0.02
Material Reenc.	496	2755.75	0.92	5400	0.09	0.83
		Total	15.83		9.94	5.89
<b>Diferencia de Tiempos de Corridas</b>					5.89	
<b>Total Horas Diarias Ahorradas en la Extrusión</b>						6.00

**TABLA 4.5 AHORROS POR OPTIMIZACION DEL PERSONAL**

#### **Resumen de Optimización de Personal**

Operador de la cuadrilla de la línea de extrusión	1
Recuperador de polietileno	1
Horas diarias ahorradas en la extrusión	
6 Horas = Equivalente personal	3
Optimización Total de personal =	5
Costo de Compensación por unidad	= US\$ 24,000 por año
<b>Total ahorro por Compensación</b>	<b>= US\$ 120,000</b>

#### 4.2.1.4 Ahorros por retrabajo

##### Costo por Reducción de Retrabajo

Lbs / Diaria	Lbs/Año	Costo por Reproceso US\$/Lb
500	175,000	0.41

**Total Ahorro Anual por Retrabajo US\$ = 72,470**

<b>RESUMEN DE AHORROS EN US\$ AL AÑO</b>	
Costo de Material	833,859
Costo de Energía	(43,200)
Optimización del Personal	120,000
Ahorro por Retrabajo	72,500
<b>TOTAL AHORROS US\$</b>	<b>983,159</b>

**TABLA 4.6 RESUMEN DE AHORROS**

#### 4.2.2 Inversión

La inversión en el proyecto de la máquina extrusora asciende a US\$ 1'142,000 y se desagrega de la siguiente manera, mostrada en la tabla 4.7:

ITEM	DESCRIPCION	ESTIMADO US\$	%
1	Reacondicionamiento de molino dual de 84" N°8	111,500	9.76%
2	Suministro eléctrico de control y fuerza molino dual de 84" N°8	20,000	1.75%
3	Fabricación e instalación de fajas transportadoras entre molinos	120,000	10.51%
4	Instalación de molino dual de 84" N°8	16,500	1.44%
5	Reubicación de molino dual de 84" N°5	35,000	3.06%
6	Reubicación de molino dual de 84" N°4	16,500	1.44%
7	Reubicación de molino dual de 84" N°1	11,100	0.97%
8	Reubicar extrusora de 8" simple	10,500	0.92%
9	Instalación extrusora duplex 8" x 8"	125,000	10.95%
10	Reubicación de molino cojinador (Cushion mill)	20,500	1.80%
11	Preparación/Inst. de hardware y software extrusora duplex	123,000	10.77%
12	Requerimientos del sistema de control y fuerza extrusora duplex	60,000	5.25%
13	Instalación de paneles de fuerza y control extrusora duplex	10,000	0.88%
14	Servicios de diseño y planos eléctricos AKRON	45,000	3.94%
15	Supervisión, puesta en marcha sistema de control - ROCKWELL	30,000	2.63%
16	Accesorios y equipos complementarios	50,000	4.38%
	<b>Sub Total</b>	<b>804,600</b>	<b>70.46%</b>
	Contingencias 10%	80,000	7.01%
	<b>Sub Total del Inversión</b>	<b>884,600</b>	<b>77.46%</b>
	Costo de transferencia de equipos de plantas de Goodyear	257,400	22.54%
	<b>Costo Total de Inversión US\$</b>	<b>1,142,000</b>	<b>100.00%</b>

TABLA 4.7 INVERSION EN EL PROYECTO

### 4.2.3 Flujo de Caja Económico

Para medir la bondad del proyecto, en el flujo puro o económico se asume que los fondos necesarios para implementar dicho proyecto ya existen por lo que no importa de donde provengan estos fondos, no requiriéndose entonces evaluar financiamiento alguno. Para obtener el Valor Actual Neto de dicho flujo o Valor Actual Neto del Flujo Económico (VANE) se deberá descontar los fondos predeterminados con el Costo de Capital Promedio Ponderado CCPP, pero dado que, en este trabajo se asume que no se

solicitará financiamiento alguno, los fondos se descontarán por medio de la tasa de oportunidad del proyecto puro.

La tasa de oportunidad de los flujos puros o del accionista,  $K_e$ , será definida como la tasa libre de riesgo más una prima por riesgo relativa al sector ámbito del proyecto;

$$K_e = R_f + (R_m - R_f) * \beta$$

Donde:

$K_e$  = tasa de oportunidad del accionista o inversionista exclusivo del proyecto

$R_f$  (Risk Free) = Tasa libre de riesgo, estimada como el rendimiento de los bonos peruanos FLIRB (sobre los bonos del tesoro USA)

$R_m$  = Tasa (Activa) Promedio de Mercado, puede estimarse como la Tasa Activa en Moneda Extranjera. (TAMEX)

$\beta$  = Medida de riesgo en que se incurre, mide la sensibilidad del proyecto o de la industria con respecto a los movimientos del mercado, que en el caso específico puede considerarse como el Índice General de la Bolsa de Valores de Lima (IGBVL).

Se asumirá tres posiciones en lo que a la variabilidad de la rentabilidad o riesgo del proyecto se refiere:  $\beta = 1$ <sup>1</sup> Normal o igual a la variabilidad del IGBVL;  $\beta = 2$  el doble de la variabilidad del IGBVL; y exageradamente un  $\beta = 3$  que indica el triple de la variabilidad del IGBVL. Para cada uno de estos casos se determinará el costo de capital del proyecto de la siguiente manera:

$$K_e = R_f + (R_m - R_f) * \beta_i$$

$R_f$  será igual al rendimiento de los bonos FLIRB peruanos más el rendimiento de los Bonos del Tesoro Norteamericano. Si a la fecha, la tasa de los Bonos del Tesoro de Estados Unidos a 30 años es igual a 4.59% y el rendimiento del bono FLIRB sobre los bonos del tesoro es de = 299<sup>2</sup> sobre 10,000 puntos, entonces  $R_f = 7.58\%$

Por otro lado si  $R_m$  igual a la TAMEX, entonces a la fecha esta será de 9.63%

Entonces el Costo de oportunidad del Accionista:

$$K_{e_1} = 7.58\% + (9.63\% - 7.58\%)*1 = 9.63\% \text{ cuando } \beta = 1$$

$$K_{e_2} = 7.58\% + (9.63\% - 7.58\%)*2 = 11.68\% \text{ cuando } \beta = 2$$

$$K_{e_3} = 7.58\% + (9.63\% - 7.58\%)*3 = 13.73\% \text{ cuando } \beta = 3$$

---

<sup>1</sup> Con las tres posiciones cubiertas se asume cualquier nivel de riesgo  $\beta$ .

Estas serán las tasas con que se evaluará el flujo de caja económico presentado en la tabla 4.8:

**FLUJO DE CAJA ECONOMICO (EXPRESADO EN US\$)**

DESCRIPCION	AÑO	0	1	2	3	4	5
Incremento de Ingresos			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Incremento de Costos (ahorro de Costos)			-983.16	-983.16	-983.16	-983.16	-983.16
Incremento en Utilidad Bruta			983.16	983.16	983.16	983.16	983.16
Incremento en Depreciación (20% de Inversión)			228.40	228.40	228.40	228.40	228.40
Incremento en Utilidad Neta			754.76	754.76	754.76	754.76	754.76
Incremento en Impuesto a la Renta			226.43	226.43	226.43	226.43	226.43
Incremento en Utilidad Después de Impuestos			528.33	528.33	528.33	528.33	528.33
Corrección por Depreciación			228.40	228.40	228.40	228.40	228.40
Inversión		1,142.00					
<b>Flujo Económico Resultante</b>		<b>-1,142.00</b>	<b>756.73</b>	<b>756.73</b>	<b>756.73</b>	<b>756.73</b>	<b>756.73</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 4.8 FLUJO DE CAJA ECONOMICO**

A continuación se determinan los principales indicadores de la evaluación económica:

- **Valor Actual Neto del Flujo de Caja Económico (VANE)**

Descontando el flujo futuro de Caja al costo de oportunidad del capital representado por 9.63% anual cuando  $\beta = 1$ , se obtiene un Valor Actual Neto positivo de US\$ miles 1,753.93 Es decir se incrementa el valor o la riqueza de los inversionistas en más de 1.75 millones de dólares, después de haber pagado todos sus costos e inversión.

Por otro lado al descontarlo por costos de oportunidad del capital de 11.68% y 13.73% (para  $\beta$  de 2 y 3 respectivamente), se obtienen Valores Actuales Netos positivos de US\$ miles 1,607.61 y US\$ miles 1,472.87 los que confirman la conveniencia de ejecutar el proyecto.

- **Tasa Interna de Retorno del Flujo de Caja Económico (TIRE)**

La tasa que iguala el flujo futuro con el valor inicial de la Inversión (en el año pre-operativo) es de 59.93%, tasa muy atractiva frente a las oportunidades de esta empresa que exigen 9.63, 11.68 y 13.73% según sea el nivel de riesgo asumido.

- **Tasa Interna de Retorno Modificada del Flujo de Caja Económico (TIRME)**

La TIRME totaliza el valor futuro de los flujos de efectivo del proyecto en su último año de evaluación, para luego determinar el crecimiento de dichos flujos en comparación a la inversión en el período en donde esta se ejecuta.

Así la TIRME para el caso de que el costo de capital sea de 9.63% será de 32.05%, en comparación a la hallada en caso de que el costo de capital sea de 11.69%, la cual es de 33.14%. En el caso extremo de que el costo de capital sea de 13.73%, la TIRME será de 34.22%; es decir las tres tasas

halladas serán aún mayores a su costo de capital respectivo, lo que indica lo atractivo del proyecto.

- **Relación Beneficio / Costo del Flujo de Caja Económico**

Es el cociente, en valores absolutos, del valor del flujo futuro (Beneficio) entre el valor de la inversión (Costo), esto da como resultado una relación de 2.54, cuando el Costo de capital es de 9.63%; es decir, que por cada dólar invertido éste genera 2.54 dólares de beneficio.

Cuando el costo de capital es de 11.68% y 13.73% dicho índice será de 2.41 y 2.29 respectivamente.

- **Periodo de Recuperación del Capital Descontado del Flujo de Caja Económico**

Mide el tiempo que le tomará a la empresa pagar o cubrir la inversión. En el presente caso, la inversión se recuperará en 1.72 años, ó 1 año 8 meses, 19 días cuando el costo de capital es de 9.63%

Para los otros casos, es decir cuando el costo de capital sea de 11.68 y 13.73% el período de recuperación será de 1.77 y 1.81 años respectivamente.

A continuación, en la tabla 4.9 se presenta un resumen de los resultados de los índices obtenidos en la evaluación económica:

Asumiendo un Costo de Capital de:	<b>9.63%</b>	<b>11.68%</b>	<b>13.73%</b>
Valor Actual Neto (miles \$)	1,753.93	1,607.91	1,472.87
Tasa Interna de Retorno	59.93%		
Tasa Interna de Retorno Modificada	32.05%	33.14%	34.22%
Relación Beneficio / Costo	2.54	2.41	2.29
<b>Período de Recuperación del Capital</b>	<b>1.72</b>	<b>1.77</b>	<b>1.81</b>

**TABLA 4.9 PERIODO DE RECUPERACION DEL CAPITAL**

#### 4.2.4 Análisis de Sensibilidad

Para realizar un análisis de sensibilidad se partirá del hecho de que el proyecto no conseguirá el ahorro calculado, en vez de ello sólo podrá obtenerse un ahorro equivalente al 80% del estimado, es decir  $US\$ 983.16 * 80\% = US\$ 786.53$

El flujo resultante será entonces tal como se muestra:

**FLUJO DE CAJA ECONOMICO (EXPRESADO EN MILES US\$)**

DESCRIPCION	AÑO	0	1	2	3	4	5
Incremento de Ingresos			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Incremento de Costos (ahorro de Costos)			-786.53	-786.53	-786.53	-786.53	-786.53
Incremento en Utilidad Bruta			786.53	786.53	786.53	786.53	786.53
Incremento en Depreciación (20% de Inver.)			228.40	228.40	228.40	228.40	228.40
Incremento en Utilidad Neta			558.13	558.13	558.13	558.13	558.13
Incremento en Impuesto a la Renta			167.44	167.44	167.44	167.44	167.44
Incremento en Utilidad Después de Impuestos			390.69	390.69	390.69	390.69	390.69
Corrección por Depreciación			228.40	228.40	228.40	228.40	228.40
Inversión		1,142.00					
<b>Flujo Económico Resultante</b>		<b>-1,142.00</b>	<b>619.09</b>	<b>619.09</b>	<b>619.09</b>	<b>619.09</b>	<b>619.09</b>

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 4.10 FLUJO DE CAJA ECONOMICO EN US\$**

Y los índices de evaluación económica resultante a los costos de capital indicados serán:

<b>Asumiendo un Costo de Capital de: (y ahorros del orden del 80% de los originalmente estimados)</b>	<b>9.63%</b>	<b>11.68%</b>	<b>13.73%</b>
Valor Actual Neto (miles \$)	1,227.19	1,107.48	997.25
Tasa Interna de Retorno	46.05%		
Tasa Interna de Retorno Modificada	26.85%	27.89%	28.94%
Relación Beneficio / Costo	2.07	1.97	1.87
<b>Período de Recuperación del Capital</b>	<b>2.13</b>	<b>2.21</b>	<b>2.28</b>

**TABLA 4.11 PERIODO DE RECUPERACION DEL CAPITAL  
EQUIVALENTE AL 80% DEL ESTIMADO**

### **Conclusiones y Recomendaciones.**

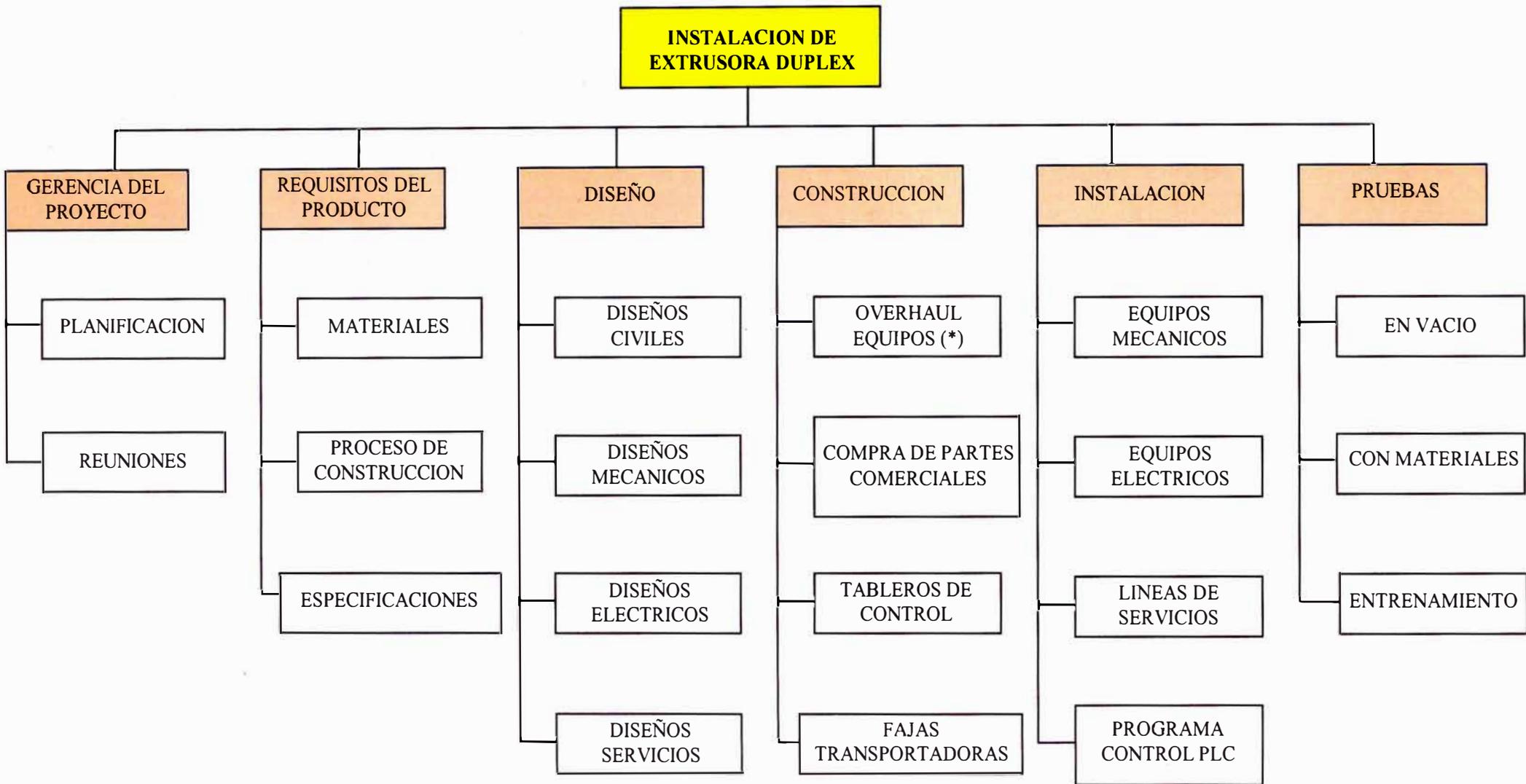
En ambos casos, sea con un ahorro al 100% del estimado o con un ahorro al 80% del estimado, se obtienen índices de evaluación económica positivos y atractivos, por lo que se recomienda llevar a cabo la ejecución del proyecto que otorgará un valor a la empresa que fluctuará entre US\$ miles 997 y US\$ miles 1,754.

## **4.3 Procesos esenciales**

### **4.3.1 Alcances**

Como ya se mencionó en la parte del charter del proyecto, el alcance es la entrega de los equipos necesarios para la fabricación de las bandas de rodamientos con dos tipos distintos de compuestos.

4.3.1.1 La estructura de descomposición del trabajo se muestra en la figura 4.1.



**FIGURA 4.1 ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICION DEL TRABAJO**

\* EL OVERHAUL DE EQUIPOS, ESTA DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN, PORQUE FUERON REALIZADOS EN MAQUINAS PROVENIENTES DE OTRAS PLANTAS DE GOODYEAR, CERRADAS POR SUS ELEVADOS COSTOS DE OPERACION.

## 4.3.2 Tiempos

### 4.3.2.1 Definición de actividades

LISTA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO			
ITEM	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	
1	<b>PLANIFICACION</b>	ESPECIALISTA DIV B	
	1.1 Recopilar información		
	1.2 Estudiar la factibilidad		
	1.3 Preparar informe y plan de implementación		
2	<b>REQUISITOS DEL PRODUCTO</b>	QTECH	
	2.1 Elaborar especificaciones		
	2.2 Elaborar proceso de fabricación		
	2.3 Requerimiento de materia prima		
3	<b>DISEÑO</b>	CONTRATISTA	
	3.1 Diseños civiles		
	3.1.1 Cálculo y planos de cimentaciones para los equipos		
	3.1.2 Cálculo y planos de bases de acero estructural		
	3.1.3 Cálculo y planos de monorriel de 7.5 toneladas		
	3.2 Diseños mecánicos		
	3.2.1 Layout de disposición de maquinaria		
	3.3 Diseños eléctricos		
	3.3.1 Diseño de sistema eléctrico		
	3.3.2 Diseño de programa de control		
	3.3.3 Planos de instalación		
	3.4 Servicios		
3.4.1 Líneas de agua, aire y vapor			
4	<b>CONSTRUCCION</b>	CONTRATISTA	
	4.1 Overhaul a equipos		
	4.1.1 Cabezal duplex		
		4.1.2 Molino dual de 84" N° 8	
		4.1.3 Extrusoras de 8", lado base y lado capa	
	4.2 Compra de accesorios comerciales	ESPECIALISTA DIV B	
	4.2.1 Mecánicos		
	4.2.2 Eléctricos		
	4.2.3 Neumáticos		
		4.2.4 Tuberías y ferretería	
	4.3 Tableros eléctricos y de control	ESP. ELECTRICO	
	4.3.1 Tableros de fuerza		
	4.3.2 Tableros de control		
4.3.3 Transformadores de aislamiento			
	4.3.4 Cables y accesorios eléctricos		
4.4 Fajas transportadoras	CONTRATISTA		

<b>5</b>	<b>INSTALACION</b> 5.1 Equipos 5.1.1 Suministro eléctrico de control y fuerza para molino N° 8	<b>CONTRATISTA</b>
	5.1.2 Fabricación e instalación de fajas transportadoras entre molinos 5.1.3 Instalación de molino dual N° 8 5.1.4 Reubicación de molino dual N° 5 5.1.5 Reubicación de molino dual N° 4 5.1.6 Reubicación de molino dual N° 1 5.1.7 Reubicación de extrusora simple de 8" 5.1.8 Instalación de extrusora duplex de 8" x 8" 5.1.9 Reubicación de molino cojinador 5.1.10 Instalar monorriel de 7.5 Tn. 5.2 Paneles y programa de control 5.2.1 Instalación de hardware y software de control para la duplex 5.2.2 Instalación de equipos de control y fuerza 5.3 Accesorios y servicios complementarios 5.3.1 Instalación de servicios de agua, aire y vapor 5.3.2 Techo sobre monorriel 5.3.3 Gabinete para matrices 5.3.4 Alumbrado	
<b>6</b>	<b>PRUEBAS</b> 6.1 Supervisión y puesta en marcha sistema de control Rockwell 6.1.1 Seteo de equipos verificación del programa de control 6.1.2 Pruebas individuales de equipos 6.1.3 Pruebas en línea 6.2 Entrenamiento	<b>CONTRATISTA</b> <b>ROCKWELL</b> <b>STAFF INGENIERIA</b>  <b>ENTRENAMIENTO</b>

TABLA 4.12

## 4.3.2.2 Secuencia de actividades

SECUENCIA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO		
ITEM	ACTIVIDAD	PREDECESORES
1	Recopilar información	
2	Estudiar la factibilidad	
3	Preparar informe y plan de implementación	1, 2
4	Elaborar especificaciones	1
5	Elaborar proceso de fabricación	4
6	Requerimiento de materia prima	4
7	Diseños civiles	3
8	Diseños mecánicos	3
9	Diseños eléctricos	3
10	Servicios: líneas de agua, aire y vapor Overhaul a equipos	3
11	Cabezal duplex	3
12	Molino dual de 84" N° 8	3
13	Extrusoras de 8", lado base y lado capa	3
14	Control de temperatura extrusora y cabezal (TCU)	3
15	Compra de accesorios comerciales	3, 8, 9
16	Fabricación de tableros eléctricos y de control	9
17	Elaboración de Software & Hardware	9
18	Fabricación de fajas transportadoras Instalación de equipos	8
19	Suministro eléctrico de control y fuerza molino N° 8	15, 16, 21
20	Instalación de fajas transportadoras entre molinos	18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
21	Instalación de molino dual N° 8	7, 8, 9, 12
22	Reubicación de molino dual N° 5	7, 8, 9
23	Reubicación de molino dual N° 4	7, 8, 9
24	Reubicación de molino dual N° 1	7, 8, 9
25	Reubicación de extrusora simple de 8"	7, 8, 9
26	Instalación de extrusora duplex de 8" x 8"	7, 8, 9, 11, 13
27	Reubicación de molino cojinador	7, 8, 9
28	Instalación de monorriel de 7.5 Tn.	26
29	Inst. de hardware y software de control duplex	17
30	Instalación de equipos de control y fuerza	16, 17, 26
31	Instalación de servicios de agua, aire y vapor	10
32	Compra de materiales para matrices	5
33	Diseño y fabricación de matrices	32
34	Instalación de techo sobre monorriel	28
35	Instalación de gabinete para matrices	26
36	Alumbrado	34
37	Seteo de equipos verificación del programa de control	14, 19, 20, 29, 30, 31
38	Pruebas individuales de equipos	35, 36, 37
39	Pruebas en línea	5, 6, 33, 38
40	Entrenamiento	39

TABLA 4.13

## 4.3.2.3 Estimación de duración de actividades

<b>DURACION DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO</b>			
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PREDEC.</b>	<b>DUR. SEM.</b>
1	Recopilar información		2
2	Estudiar la factibilidad		1
3	Preparar informe y plan de implementación	1, 2	1
4	Elaborar especificaciones	1	1
5	Elaborar proceso de fabricación	4	2
6	Requerimiento de materia prima	4	9
7	Diseños civiles	3	1
8	Diseños mecánicos	3	2
9	Diseños eléctricos	3	3
10	Servicios: líneas de agua, aire y vapor	3	1
	Overhaul a equipos		
11	Cabezal duplex	3	2
12	Molino dual de 84" N° 8	3	10
13	Extrusoras de 8", lado base y lado capa	3	3
14	Control de temperatura para extrusora y cabezal	3	4
15	Compra de accesorios comerciales	3, 8, 9	2
16	Fabricación de tableros eléctricos y de control	9	14
17	Elaboración de Software & Hardware	9	14
18	Fabricación de fajas transportadoras	8	11
	Instalación de equipos		
19	Suministro eléctrico de control y fuerza molino N° 8	15, 16, 21	0.5
20	Instalación de fajas transportadoras entre molinos	18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	4
21	Instalación de molino dual N° 8	7, 8, 9, 12	3
22	Reubicación de molino dual N° 5	7, 8, 9	2
23	Reubicación de molino dual N° 4	7, 8, 9	2
24	Reubicación de molino dual N° 1	7, 8, 9	2
25	Reubicación de extrusora simple de 8"	7, 8, 9	4
26	Instalación de extrusora duplex de 8" x 8"	7, 8, 9, 11, 13	8
27	Reubicación de molino cojinador	7, 8, 9	4
28	Instalación de monorriel de 5 Tn.	26	2
29	Instalación de hardware y software de control duplex	17	1.5
30	Instalación de equipos de control y fuerza	16, 17, 26	1
31	Instalación de servicios de agua, aire y vapor	10	11
32	Compra de materiales para matrices	5	3
33	Diseño y fabricación de matrices	32	7
34	Instalación de techo sobre monorriel	28	1
35	Instalación de gabinete para matrices	26	1
36	Alumbrado	34	1
37	Seteo de equipos verificación programa de control	14, 19, 20, 29, 30, 31	0.5
38	Pruebas individuales de equipos	35, 36, 37	0.5
39	Pruebas en línea	5, 6, 33, 38	0.5
40	Entrenamiento	39	1

TABLA 4.14

DIAGRAMA DE RED: DURACION ESTIMADA DEL PROYECTO DE INSTALACION EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8" HFE EN SEMANAS

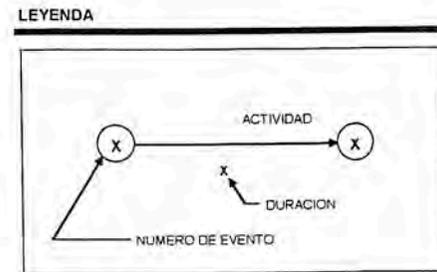
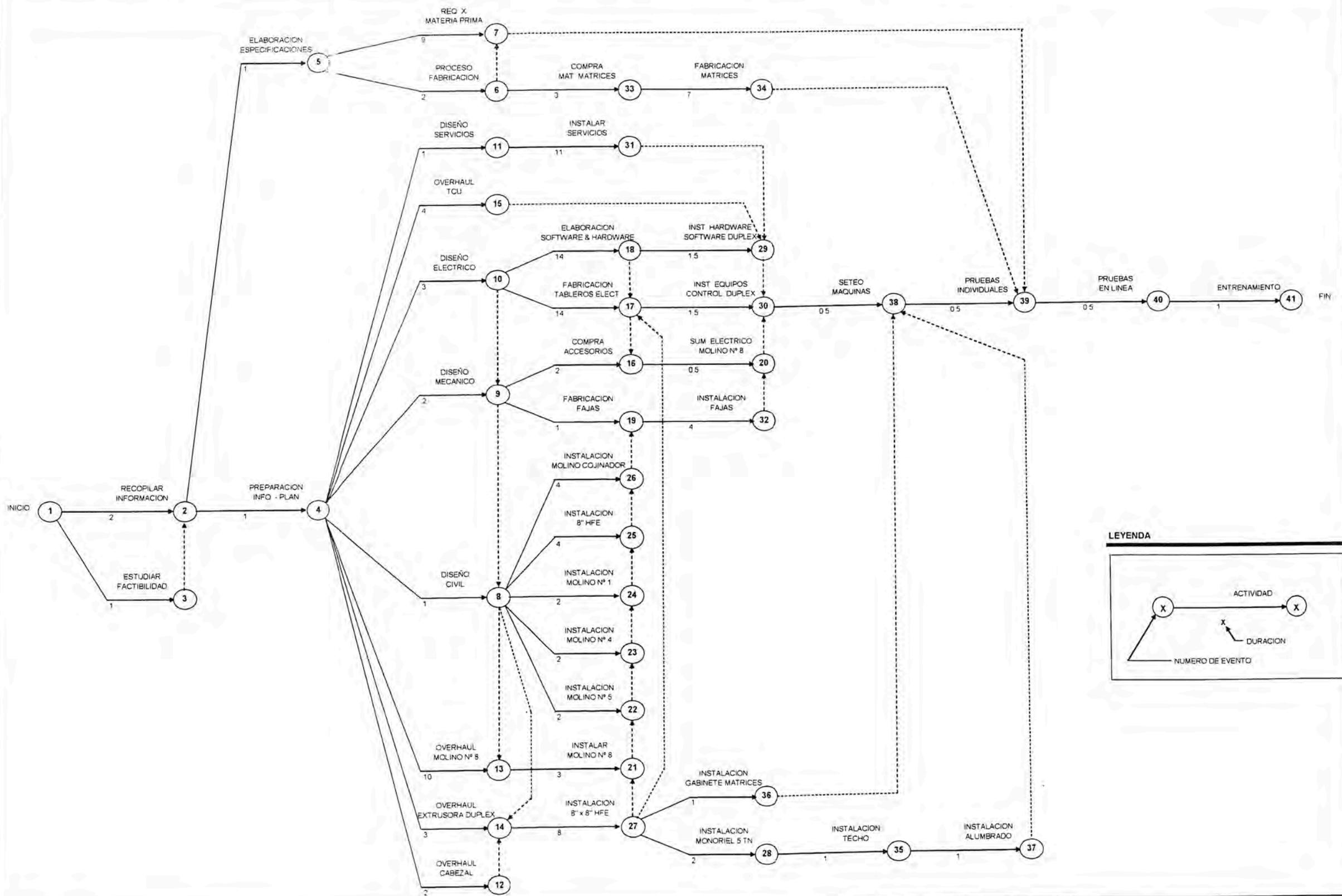


FIG. 4.2

PROGRAMA DEL PROYECTO MOSTRANDO LAS HOLGURAS							
ITEM	ACTIVIDAD	DURACION (SEMANAS)	FECHA MAS TEMPRANA		FECHA MAS TARDIA		HOLGURA TOTAL
			DE INICIO	DE TERMINO	DE INICIO	DE TERMINO	
1	Recopilar información	2	0	2	0	2	0
2	Estudiar la factibilidad	1	0	1	1	2	1
3	Preparar informe y plan de implementación	1	2	3	2	3	0
4	Elaborar especificaciones	1	2	3	9.5	10.5	7.5
5	Elaborar proceso de fabricación	2	3	5	10.5	12.5	7.5
6	Requerimiento de materia prima	9	3	12	13.5	22.5	10.5
7	Diseños civiles	1	3	4	8.5	9.5	5.5
8	Diseños mecánicos	2	3	5	4.5	6.5	1.5
9	Diseños eléctricos	3	3	6	3	6	0
10	Servicios: líneas de agua, aire y vapor	1	3	4	9.5	10.5	6.5
	Overhaul a equipos						
11	Cabezal duplex	2	3	5	7.5	9.5	4.5
12	Molino dual de 84" N° 8	10	3	13	4.5	14.5	1.5
13	Extrusoras de 8", lado base y lado capa	3	3	6	6.5	9.5	3.5
14	Control de temperatura para extrusora y cabezal (TCU)	4	3	7	17.5	21.5	14.5
15	Compra de accesorios comerciales	2	6	8	19	21	13
18	Fabricación de tableros eléctricos y de control	14	6	20	6.5	20.5	0.5
17	Elaboración de Software & Hardware	13	6	20	6	20	0
18	Fabricación de fajas transportadoras	11	6	17	6.5	17.5	0.5
	Instalación de equipos						
19	Suministro eléctrico de control y fuerza para molino N° 8	0.5	20	20.5	21	21.5	1
20	Instalación de fajas transportadoras entre molinos	4	17	21	17.5	21.5	0.5
21	Instalación de molino dual N° 8	3	13	16	14.5	17.5	1.5
22	Reubicación de molino dual N° 5	2	6	8	15.5	17.5	9.5
23	Reubicación de molino dual N° 4	2	6	8	15.5	17.5	9.5
24	Reubicación de molino dual N° 1	2	6	8	15.5	17.5	9.5
25	Reubicación de extrusora simple de 8"	4	6	10	13.5	17.5	7.5
28	Instalación de extrusora duplex de 8" x 8"	8	6	14	9.5	17.5	3.5
27	Reubicación de molino cojinador	4	6	10	13.5	17.5	7.5
28	Instalación de monoriel de 5 Tn.	2	14	16	18	20	4
29	Instalación de hardware y software de control para la duplex	1.5	20	21.5	20	21.5	0
30	Instalación de equipos de control y fuerza	1	20	21	20.5	21.5	0.5
31	Instalación de servicios de agua, aire y vapor	11	4	15	10.5	21.5	6.5
32	Compra de materiales para matrices	3	5	8	12.5	15.5	7.5
33	Diseño y fabricación de matrices	7	8	15	15.5	22.5	7.5
34	Instalación de techo sobre monoriel	1	16	17	20	21	4
35	Instalación de gabinete para matrices	1	14	15	21	22	7
38	Alumbrado	1	17	18	21	22	4
37	Seteo de equipos verificación del programa de control	0.5	21.5	22	21.5	22	0
38	Pruebas individuales de equipos	0.5	22	22.5	22	22.5	0
39	Pruebas en línea	0.5	22.5	23	22.5	23	0
40	Entrenamiento	1	23	24	23	24	0

TABLA 4.15

DIAGRAMA DE RED: TIEMPOS DE INICIO Y TERMINO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO DE INSTALACION EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8" HFE EN SEMANAS

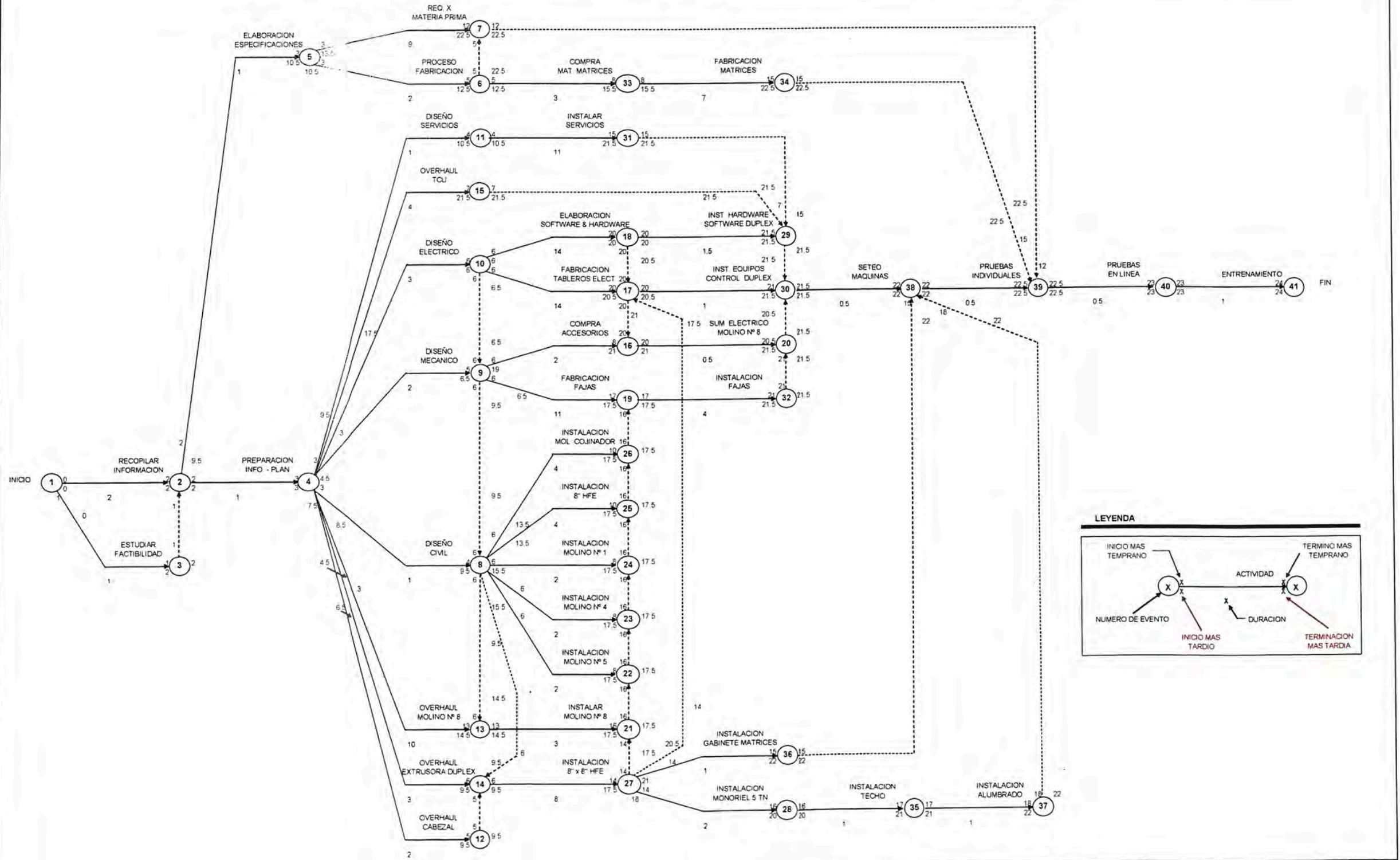


FIG. 4.3

## PROGRAMA DEL PROYECTO CON LA RUTA CRITICA

ITEM	ACTIVIDAD	DURACION (SEMANAS)	FECHA MAS TEMPRANA		FECHA MAS TARDIA		HOLGURA TOTAL
			DE INICIO	DE TERMINO	DE INICIO	DE TERMINO	
1	Recopilar información	2	0	2	0	2	0
2	Estudiar la factibilidad	1	0	1	1	2	1
3	Preparar informe y plan de implementación	1	2	3	2	3	0
4	Elaborar especificaciones	1	2	3	9.5	10.5	7.5
5	Elaborar proceso de fabricación	2	3	5	10.5	12.5	7.5
6	Requerimiento de materia prima	9	3	12	13.5	22.5	10.5
7	Diseños civiles	1	3	4	8.5	9.5	5.5
8	Diseños mecánicos	2	3	5	4.5	6.5	1.5
9	Diseños eléctricos	3	3	6	3	6	0
10	Servicios: líneas de agua, aire y vapor	1	3	4	9.5	10.5	6.5
	Overhaul a equipos						
11	Cabezal duplex	2	3	5	7.5	9.5	4.5
12	Molino dual de 84" N° 8	10	3	13	4.5	14.5	1.5
13	Extrusoras de 8", lado base y lado capa	3	3	6	6.5	9.5	3.5
14	Control de temperatura para extrusora y cabezal (TCU)	4	3	7	17.5	21.5	14.5
15	Compra de accesorios comerciales	2	6	8	19	21	13
16	Fabricación de tableros eléctricos y de control	14	6	20	6.5	20.5	0.5
17	Elaboración de Software & Hardware	13	6	20	6	20	0
18	Fabricación de fajas transportadoras	11	6	17	6.5	17.5	0.5
	Instalación de equipos						
19	Suministro eléctrico de control y fuerza para molino N° 8	0.5	20	20.5	21	21.5	1
20	Instalación de fajas transportadoras entre molinos	4	17	21	17.5	21.5	0.5
21	Instalación de molino dual N° 8	3	13	16	14.5	17.5	1.5
22	Reubicación de molino dual N° 5	2	6	8	15.5	17.5	9.5
23	Reubicación de molino dual N° 4	2	6	8	15.5	17.5	9.5
24	Reubicación de molino dual N° 1	2	6	8	15.5	17.5	9.5
25	Reubicación de extrusora simple de 8"	4	6	10	13.5	17.5	7.5
26	Instalación de extrusora duplex de 8" x 8"	8	6	14	9.5	17.5	3.5
27	Reubicación de molino cojinador	4	6	10	13.5	17.5	7.5
28	Instalación de monoriel de 5 Tn.	2	14	16	18	20	4
29	Instalación de hardware y software de control para la duplex	1.5	20	21.5	20	21.5	0
30	Instalación de equipos de control y fuerza	1	20	21	20.5	21.5	0.5
31	Instalación de servicios de agua, aire y vapor	11	4	15	10.5	21.5	6.5
32	Compra de materiales para matrices	3	5	8	12.5	15.5	7.5
33	Diseño y fabricación de matrices	7	8	15	15.5	22.5	7.5
34	Instalación de techo sobre monoriel	1	16	17	20	21	4
35	Instalación de gabinete para matrices	1	14	15	21	22	7
36	Alumbrado	1	17	18	21	22	4
37	Seteo de equipos verificación del programa de control	0.5	21.5	22	21.5	22	0
38	Pruebas individuales de equipos	0.5	22	22.5	22	22.5	0
39	Pruebas en línea	0.5	22.5	23	22.5	23	0
40	Entrenamiento	1	23	24	23	24	0

TABLA 4.16

DIAGRAMA DE RED: RUTA CRITICA DEL PROYECTO DE INSTALACION EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8" HFE EN SEMANAS

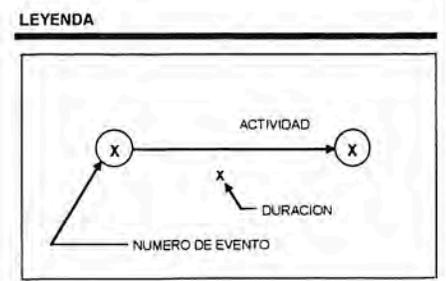
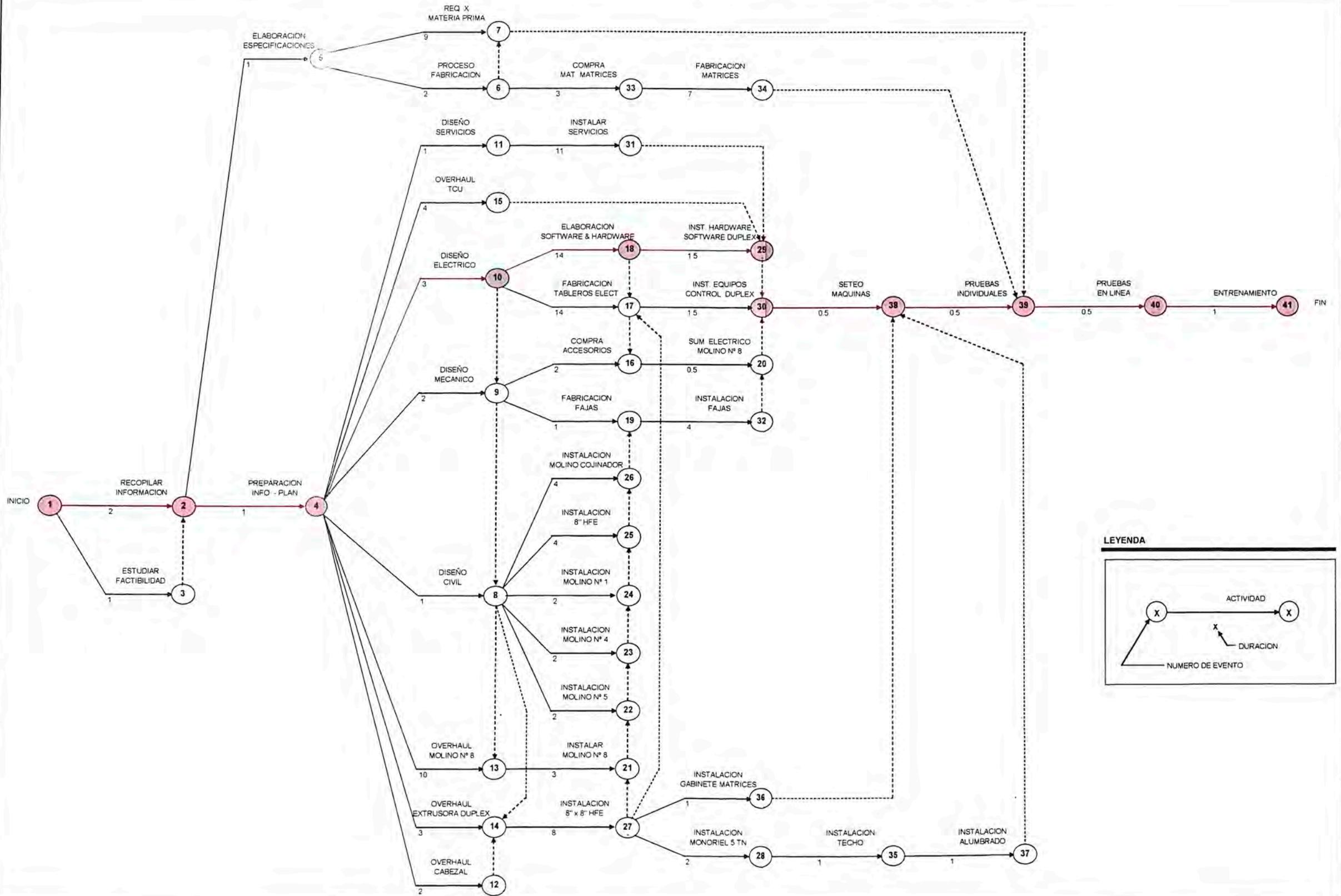


FIG. 4.4

### 4.3.2.4 Cronograma

#### CRONOGRAMA DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO SEM.	SEMANAS																							
			OCT - 2000				NOV - 2000				DIC - 2000				ENE - 2001				FEB - 2001				MAR - 2001			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	PLANIFICACION	4	■																							
1.1	RECOPILAR INFORMACION	2	■																							
1.2	ESTUDIAR FACTIBILIDAD	1	■																							
1.3	PREPARAR INFORME Y PLAN DE IMPLEMENTACION	1	■																							
2	REQUISITOS DEL PRODUCTO	10	■																							
2.1	ELABORAR ESPECIFICACIONES	1	■																							
2.2	ELABORAR PROCESO DE FABRICACION	2	■																							
2.3	REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA	9	■																							
3	DISEÑO	3	■																							
3.1	DISEÑOS CIVILES	1	■																							
3.2	DISEÑOS MECANICOS	2	■																							
3.3	DISEÑOS ELECTRICOS	3	■																							
3.4	SERVICIOS DE AGUA DE TORRE, VAPOR SATURADO A 100 # Y AIRE DE 100 PSI	1	■																							
4	OVERHAUL Y FABRICACION DE COMPONENTES	14	■																							
4.1	OVERHAUL CABEZAL DUPLEX Y "V-BLOCK" DE 30" X 13"	2	■																							
4.2	OVERHAUL EXTRUSORAS DE 8"	2	■																							
	RECUPERACION DE TORNILLOS DE ACERO MEDIANTE SOLDADURA	2	■																							
	MANTENIMIENTO DE 2 MOTORES DE 125 HP / 440 V / 1800 RPM	1	■																							
4.3	OVERHAUL DE MOLINO DUAL DE 84" N° 8	10	■																							
	OVERHAUL DE MOLINOS Y ENGRANAJES	8	■																							
	MANTENIMIENTO DEL REDUCTOR	10	■																							
	MANTENIMIENTO DE MOTOR DE 400 HP / 2300 V / 705 RPM	2	■																							
	BASES DE ACERO Y CUÑAS ANTIVIBRATORIAS DE 30 TN CADA UNA	1	■																							
	FABRICACION DE BRIDAS DE AMARRE	1	■																							
	MANTENIMIENTO A TABLERO DE ARRANQUE	3	■																							
4.4	COMPRA DE ACCESORIOS ELECTRICOS, NEUMATICOS, MECANICOS Y FERRETERIA	2	■																							
4.5	FABRICACION DE TABLEROS ELECTRICOS DE FUERZA Y CONTROL	14	■																							
	MOLINO N° 8	8	■																							
	EXTRUSORA DUPLEX	16	■																							

**CRONOGRAMA DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO SEMANAS	SEMANAS																							
			OCT - 2000				NOV - 2000				DIC - 2000				ENE - 2001				FEB - 2001				MAR - 2001			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
4.6	<b>FABRICACION DE FAJAS TRANSPORTADORAS</b>	12																								
	TRANSPORTADOR DE IDA Y RETORNO DE TIRA DE ENFRIAMIENTO MOLINO Nº 5 LADO BASE	9																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS Nº 5 Y Nº 7	5																								
	DOS TRANSPORTADORES ENTRE MOLINOS Nº 6 Y Nº 8	9																								
	MODIFICACION DE TRANSPORTADOR ENTRE MOLINO Nº 4 Y Nº 8	1																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE RODILLOS DEL MOLINO Nº 7	5																								
	MODIFICACION DE DOS TRANSPORTADORES ALIMENTADORES PARA EL TREN DE CALANDRIA	2																								
	DOS TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A LA EXTRUSORA DUPLEX	9																								
	MODIFICACION DEL TRANSPORTADOR DEL MOLINO Nº 1	1																								
	UN TRANSPORTADOR DE EVACUACION DE GOMA EXTRUSADA HACIA LA LINEA DE ENFRIAMIENTO	12																								
5	<b>INSTALACION</b>	17																								
5.1	<b>SUMINISTRO ELECTRICO DE CONTROL Y FUERZA PARA MOLINO Nº 8</b>	2.5																								
	ADQUISICION DE MATERIALES: CABLES, ACCESORIOS	2																								
	INSTALACION DE ACOMETIDA ELECTRICA DESDE SUB-ESTACION HASTA CAJA DE MOTOR Nº 8 (2300 V)	3 D																								
5.2	<b>INSTALACION DE FAJAS TRANSPORTADORAS ENTRE MOLINOS</b>	4																								
	TRANSPORTADOR DE IDA Y RETORNO DE ENFRIAMIENTO DE TIRA DE GOMA LADO CAPA (MOLINO Nº 5)	4 D																								
	TRANSPORTADOR DE IDA Y RETORNO DE ENFRIAMIENTO DE TIRA DE GOMA LADO BASE (MOLINO Nº 5)	2																								
	TRANSPORTADOR ENTRE RODILLOS MOLINO Nº 5	1 D																								
	DOS TRANSPORTADORES ALIMENTADORES PARA LA EXTRUSORA DUPLEX DESDE EL MOLINO Nº 5	4 D																								
	TRANSPORTADOR ALIMENTADOR PARA LA EXTRUSORA SIMPLE DESDE EL MOLINO Nº 5	2 D																								
	DOS TRANSPORTADORES ENTRE MOLINOS Nº 6 (CALENTADORES) Y Nº 8 (HOMOGENIZADOR)	3 D																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS Nº 8 (HOMOGENIZADOR) Y Nº 5 (ALIMENTADOR LADO CAPA)	2 D																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE RODILLOS MOLINO Nº 7 (CALENTADOR Y HOMOGENIZADOR LADO BASE)	2 D																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS Nº 7 (HOMOGENIZADOR) Y Nº 5 (ALIMENTADOR LADO BASE)	2 D																								
	UN TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS Nº 8 (CALENTADOR) Y Nº 4 (HOMOGENIZADOR)	2 D																								
	TRANSPORTADOR ENTRE RODILLOS DEL MOLINO Nº 4 (HOMOGENIZADOR Y ALIMENTADOR AL TREN DE CALANDRIA)	2 D																								
	DOS TRANSPORTADORES ALIMENTADORES PARA EL TREN DE CALANDRIA (Nº 1 Y Nº 2)	3 D																								
	MODIFICACION DEL TRANSPORTADOR DEL MOLINO Nº 1	4 D																								
5.3	<b>INSTALACION DE MOLINO DUAL DE 84" Nº 8</b>	3																								
	CONSTRUIR BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2	1																								
	ARMADO DE PARTES EN SUS RESPECTIVAS PLACAS BASES DE ACERO, RODILLOS, REDUCTOR, MOTOR	2																								
	TRASLADO Y ENSAMBLE ENTRE PLACAS SOBRE AMORTIGUADORES ANTI-VIBRATORIOS	2 D																								
	ALINEAMIENTO DE ACOPLAMIENTOS DE MOTOR-REDUCTOR Y REDUCTOR-EJES MOTRICES DE RODILLOS	1 D																								
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	1 D																								

**CRONOGRAMA DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO SEM.	SEMANAS																							
			OCT - 2000				NOV - 2000				DIC - 2000				ENE - 2001				FEB - 2001				MAR - 2001			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5.4	<b>REUBICACION DE MOLINO DUAL DE 84" N° 5</b>	2																								
	DESMONTAJE DE MOLINO DUAL	1 D																								
	RETIRO DE BASES DE CIMENTACION ANTIGUA Y CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2	1																								
	CONSTRUCCION DE BASE DE ACERO SOPORTE DE MOLINO DUAL	2																								
	ARMADO DE PARTES EN LA BASE DE ACERO, SOPORTES, RODILLOS, REDUCTOR, MOTOR	4 D																								
	ALINEAMIENTO DE ACOPLAMIENTOS DE MOTOR-REDUCTOR Y REDUCTOR-EJES MOTRICES DE RODILLOS	1 D																								
	REUBICACION DE FAJA TRANSPORTADORA DE ENFRIAMIENTO Y 2 ENTRE MOLINOS N° 7 Y N° 5	3 D																								
	INSTALACION DE SUMINISTRO ELECTRICO DE FUERZA Y CONTROL	1																								
5.5	<b>REUBICACION DE MOLINO DUAL DE 84" N° 4</b>	2																								
	PREPARACION Y CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2	1																								
	RETIRO DE FAJA TRANSPORTADORA ENTRE RODILLOS	1 D																								
	DESENSAMBLE, TRASLADO Y ENSAMBLE ENTRE PLACAS SOBRE AMORTIGUADORES ANTIVIBRACION	3 D																								
	ALINEAMIENTO DE ACOPLAMIENTOS DE MOTOR-REDUCTOR Y REDUCTOR-EJES MOTRICES DE RODILLOS	1 D																								
	INSTALACION DE SUMINISTRO ELECTRICO DE FUERZA Y CONTROL	1																								
5.6	<b>REUBICACION DE MOLINO SIMPLE DE 84" N° 1</b>	2																								
	PREPARACION Y CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2	1																								
	RETIRO DE FAJA TRANSPORTADORA ENTRE RODILLOS	1 D																								
	DESENSAMBLE, TRASLADO Y ENSAMBLE ENTRE PLACAS SOBRE AMORTIGUADORES ANTIVIBRACION	2 D																								
	ALINEAMIENTO DE ACOPLAMIENTOS DE MOTOR-REDUCTOR Y REDUCTOR-EJES MOTRICES DE RODILLOS	1 D																								
	INSTALACION DE SUMINISTRO ELECTRICO DE FUERZA Y CONTROL	1																								
5.7	<b>REUBICAR / ELEVAR EXTRUSORA SIMPLE DE 8"</b>	4																								
	FABRICACION DE BASE DE ACERO ESTRUCTURAL PARA ELEVAR EXTRUSORA	2																								
	RETIRO DE EXTRUSORA, REDUCTOR Y MOTOR	1 D																								
	CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2, CON PLACAS DE ANCLAJE DE CIMENTACION	1																								
	MONTAJE DE BASE, EXTRUSORA, REDUCTOR Y MOTOR, CON SU CORRESPONDIENTE ALINEAMIENTO	3 D																								
	MODIFICACION DE RIEL PARA TECLA DE IZAJE DE CABEZAL SIMPLE	1 D																								
	INSTALACION DE SUMINISTRO ELECTRICO Y DE FUERZA Y CONTROL	1																								
5.8	<b>INSTALAR EXTRUSORA DUPLEX DE 8" X 8"</b>	8																								
	FABRICACION DE BASES DE ACERO ESTRUCTURAL PARA AMBAS EXTRUSORAS, UNA DESPLAZABLE	4																								
	CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2, CON PLACAS DE ANCLAJE DE CIMENTACION	1																								
	INSTALACION DE EXTRUSORA DUPLEX CON SUS REDUCTORES Y MOTORES	3 D																								
	ALINEAMIENTO ENTRE SALIDAS DE EXTRUSORAS Y MONTAJE DE CABEZAL	1 D																								
	INSTALACION DE FAJA TRANSPORTADORA PARA EVACUACION DE MATERIAL EXTRUIDO	1																								
	INSTALACION DE CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA PARA CALENTAMIENTO DE EXTRUSORA Y CABEZAL (TCU)	4																								
	FABRICACION E INSTALACION DE MONORIEL DE 5 TN PARA CAMBIO DE MATRICES EN EL CABEZAL	2																								
	INSTALACION DE 2 FAJAS TRANSPORTADORAS DE ALIMENTACION DE TIRA DE GOMA PARA EXTRUSORAS	2																								
	INSTALACION DE GABINETE PARA ALMACENAMIENTO DE MATRICES CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO	1 D																								
	INSTALACION DE RODILLOS JALADORES DE TIRA DE GOMA EN AMBAS BOCAS DE LAS EXTRUSORAS	1 D																								

**CRONOGRAMA DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX**

ITEM	ACTIVIDAD	TIEMPO SEM.	SEMANAS																							
			OCT - 2000				NOV - 2000				DIC - 2000				ENE - 2001				FEB - 2001				MAR - 2001			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5.9	<b>REUBICACION DE MOLINO COJINADOR (CUSHION MILL)</b>	4																								
	FABRICACION DE CABINA PARA CEMENTADORA	2																								
	RETIRO DE BALANZA LINEAL N° 1, TRANSPORTADOR DE ENCOGIMIENTO E INCLINADO, CEMENTADORA	1 D																								
	CONSTRUCCION DE FOSO DE CONCRETO ARMADO PARA ALOJAR MOLINO COJINADOR	1																								
	REUBICACION DE MOLINO COJINADOR	2 D																								
	REUBICACION DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y MODIFICACION DE PROGRAMA DE CONTROL	1																								
	SUPERVISION Y PRUEBAS DEL PROGRAMA POR PERSONAL DE ROCKWELL	1																								
	REINSTALACION DE BALANZA LINEAL N° 1, TRANSPORTADORES Y CEMENTADORA E INSTALACION DE CABINA	5 D																								
5.10	<b>PREPARACION E INSTALACION DE HARDWARE - SOFTWARE PARA LA DUPLEX</b>	14																								
	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACION PARA LA EXTRUSORA DUPLEX	3																								
	PREPARACION DE HARDWARE	10																								
	INSTALACION DE HARDWARE & SOFTWARE	4 D																								
5.11	<b>INSTALACION DE PANELES DE CONTROL Y FUERZA PARA EXTRUSORA DUPLEX</b>	3																								
	INSTALACION DE PANEL REMOTO TCU	1																								
	INSTALACION DE PANEL DE CONTROL DE EXTRUSORA DUPLEX	1																								
	INSTALACION DE PANEL DE FUERZA MOTORES EXTRUSORA DUPLEX	1																								
	INSTALACION DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL	2																								
5.12	<b>ACCESORIOS Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS</b>	11																								
	INSTALACION DE SERVICIOS DE AIRE, AGUA, VAPOR	11																								
	COMPRA MATERIALES PARA FABRICACION DE MATRICES	3																								
	FABRICACION DE MATRICES	7																								
	CONSTRUCCION E INSTALACION DE TECHO SOBRE MONORIEL	1																								
	INSTALACION DE GABINETE PARA MATRICES	1																								
	INSTALACION DE ALUMBRADO	1																								
6	<b>PRUEBAS</b>	3																								
6.1	<b>SUPERVISION DE LA INSTALACION DEL SISTEMA DE CONTROL ROCKWELL</b>	2																								
	SETEO DE EQUIPOS VERIFICACION DE PROGRAMA DE CONTROL	3 D																								
	PRUEBAS INDIVIDUALES	3 D																								
	PRUEBAS EN LINEA	3 D																								
6.2	<b>ENTRENAMIENTO</b>	1																								

### 4.3.3 Costos

Como habíamos visto en el análisis costo/beneficio, la inversión del proyecto asciende a la suma de US\$ 1,142.000, los cuales han sido estimados en base a presupuestos y al conocimiento experto aprendidos en otros proyectos. Estos costos han sido asignados a las distintas partidas para llevar a buen término el proyecto.

En el gráfico siguiente se muestra el flujo de caja, para prever los pagos considerados dentro de cada semana, de este modo evitaremos contratiempos por no tener dinero para los pagos proyectados, comunicando oportunamente al departamento de contabilidad para su previsión.

Como se observa en el cuadro, hemos resaltado con color azul aquellas partidas que salieron fuera del presupuesto original, las cuales fueron cubiertas con el porcentaje asignado de las contingencias. Con esto el costo del proyecto hasta antes de las pruebas ascendió a US\$ 1,075,100, el dinero remanente se utilizó para cubrir los costos de las pruebas y el entrenamiento del personal que estuvo a cargo del Departamento de Entrenamiento.

**COSTOS DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX**

ITEM	ACTIVIDAD	US\$	SEMANAS																							
			OCT - 2000				NOV - 2000				DIC - 2000				ENE - 2001				FEB - 2001				MAR - 2001			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	PLANIFICACION		[Gantt chart for Planificación]																							
1.1	RECOPILAR INFORMACION		[Gantt chart for Recopilar información]																							
1.2	ESTUDIAR FACTIBILIDAD		[Gantt chart for Estudiar factibilidad]																							
1.3	PREPARAR INFORME Y PLAN DE IMPLEMENTACION		[Gantt chart for Preparar informe y plan de implementación]																							
2	REQUISITOS DEL PRODUCTO		[Gantt chart for Requisitos del producto]																							
2.1	ELABORAR ESPECIFICACIONES		[Gantt chart for Elaborar especificaciones]																							
2.2	ELABORAR PROCESO DE FABRICACION		[Gantt chart for Elaborar proceso de fabricación]																							
2.3	REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA		[Gantt chart for Requerimiento de materia prima]																							
3	DISEÑO	25,800	[Gantt chart for Diseño]																							
3.1	DISEÑOS CIVILES	800	[Gantt chart for Diseños civiles]																							
3.2	DISEÑOS MECANICOS		[Gantt chart for Diseños mecánicos]																							
3.3	DISEÑOS ELECTRICOS (AKRON)	25,000	[Gantt chart for Diseños eléctricos (Akron)]																							
3.4	SERVICIOS DE AGUA DE TORRE, VAPOR SATURADO A 100 # Y AIRE DE 100 PSI		[Gantt chart for Servicios de agua de torre, vapor saturado a 100 # y aire de 100 PSI]																							
4	OVERHAUL Y FABRICACION DE COMPONENTES	312,000	[Gantt chart for Overhaul y fabricación de componentes]																							
4.1	OVERHAUL CABEZAL DUPLEX Y "V-BLOCK" DE 30" X 13"	8,500	[Gantt chart for Overhaul cabezal duplex y "V-block" de 30" x 13"]																							
4.2	OVERHAUL EXTRUSORAS DE 8"	8,000	[Gantt chart for Overhaul extrusoras de 8"]																							
	RECUPERACION DE TORNILLOS DE ACERO MEDIANTE SOLDADURA	4,500	[Gantt chart for Recuperación de tornillos de acero mediante soldadura]																							
	MANTENIMIENTO DE 2 MOTORES DE 125 HP / 440 V / 1800 RPM	1,500	[Gantt chart for Mantenimiento de 2 motores de 125 HP / 440 V / 1800 RPM]																							
4.3	OVERHAUL DE MOLINO DUAL DE 84" N° 8	111,500	[Gantt chart for Overhaul de molino dual de 84" N° 8]																							
	OVERHAUL DE MOLINOS Y ENGRANAJES	25,000	[Gantt chart for Overhaul de molinos y engranajes]																							
	MANTENIMIENTO DEL REDUCTOR	25,000	[Gantt chart for Mantenimiento del reductor]																							
	MANTENIMIENTO DE MOTOR DE 400 HP / 2300 V / 705 RPM	22,000	[Gantt chart for Mantenimiento de motor de 400 HP / 2300 V / 705 RPM]																							
	BASES DE ACERO Y CUAJAS ANTIVIBRATORIAS DE 30 TN CADA UNA	8,000	[Gantt chart for Bases de acero y cuajas antivibratorias de 30 tn cada una]																							
	FABRICACION DE BRIDAS DE AMARRE	3,500	[Gantt chart for Fabricación de bridas de amarre]																							
	MANTENIMIENTO A TABLERO DE ARRANQUE	29,000	[Gantt chart for Mantenimiento a tablero de arranque]																							
4.4	COMPRA DE ACCESORIOS ELECTRICOS, NEUMATICOS, MECANICOS Y FERRETERIA	35,000	[Gantt chart for Compra de accesorios eléctricos, neumáticos, mecánicos y ferretería]																							
4.5	FABRICACION DE TABLEROS ELECTRICOS DE FUERZA Y CONTROL	50,000	[Gantt chart for Fabricación de tableros eléctricos de fuerza y control]																							
	MOLINO N° 8	15,000	[Gantt chart for Molino N° 8]																							
	EXTRUSORA DUPLEX	35,000	[Gantt chart for Extrusora duplex]																							
4.6	FABRICACION DE FAJAS TRANSPORTADORAS	101,000	[Gantt chart for Fabricación de fajas transportadoras]																							
	TRANSPORTADOR DE IDA Y RETORNO DE TIRA DE ENFRIAMIENTO MOLINO N° 5 LADO BASE	25,000	[Gantt chart for Transportador de ida y retorno de tira de enfriamiento molino N° 5 lado base]																							
	UN TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS N° 5 Y N° 7	12,000	[Gantt chart for Un transportador entre molinos N° 5 y N° 7]																							
	DOS TRANSPORTADORES ENTRE MOLINOS N° 6 Y N° 8	16,000	[Gantt chart for Dos transportadores entre molinos N° 6 y N° 8]																							
	MODIFICACION DE TRANSPORTADOR ENTRE MOLINO N° 4 Y N° 8	3,500	[Gantt chart for Modificación de transportador entre molino N° 4 y N° 8]																							
	UN TRANSPORTADOR ENTRE RODILLOS DEL MOLINO N° 7	6,000	[Gantt chart for Un transportador entre rodillos del molino N° 7]																							
	MODIFICACION DE DOS TRANSPORTADORES ALIMENTADORES PARA EL TREN DE CALANDRIA	5,000	[Gantt chart for Modificación de dos transportadores alimentadores para el tren de calandria]																							
	DOS TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A LA EXTRUSORA DUPLEX	20,000	[Gantt chart for Dos transportadores de alimentación a la extrusora duplex]																							
	MODIFICACION DEL TRANSPORTADOR DEL MOLINO N° 1	2,000	[Gantt chart for Modificación del transportador del molino N° 1]																							
	UN TRANSPORTADOR DE EVACUACION DE GOMA EXTRUSADA HACIA LA LINEA DE ENFRIAMIENTO	11,500	[Gantt chart for Un transportador de evacuación de goma extrusada hacia la línea de enfriamiento]																							



**COSTOS DE INSTALACION EQUIPO DUPLEX**

ITEM	ACTIVIDAD	US\$	SEMANAS																							
			OCT - 2000			NOV - 2000			DIC - 2000			ENE - 2001			FEB - 2001			MAR - 2001								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5.7	REUBICAR / ELEVAR EXTRUSORA SIMPLE DE 8"	13,800																								
	FABRICACION DE BASE DE ACERO ESTRUCTURAL PARA ELEVAR EXTRUSORA	6,000																								
	RETIRO DE EXTRUSORA, REDUCTOR Y MOTOR	600																								
	CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2 CON PLACAS DE ANCLAJE DE CIMENTACION	2,000																								
	MONTAJE DE BASE, EXTRUSORA, REDUCTOR Y MOTOR, CON SU CORRESPONDIENTE ALINEAMIENTO	2,000																								
	MODIFICACION DE RIEL PARA TECLE DE IZAJE DE CABEZAL SIMPLE	800																								
	INSTALACION DE SUMINISTRO ELECTRICO Y DE FUERZA Y CONTROL	7,500																								
5.8	INSTALAR EXTRUSORA DUPLEX DE 8" X 8"	87,000																								
	FABRICACION DE BASES DE ACERO ESTRUCTURAL PARA AMBAS EXTRUSORAS, UNA DESPLAZABLE	18,000																								
	CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO ARMADO 280 KG/CM2 CON PLACAS DE ANCLAJE DE CIMENTACION	12,000																								
	INSTALACION DE EXTRUSORA DUPLEX CON SUS REDUCTORES Y MOTORES	14,000																								
	ALINEAMIENTO ENTRE SALIDAS DE EXTRUSORAS Y MONTAJE DE CABEZAL	1,500																								
	INSTALACION DE FAJA TRANSPORTADORA PARA EVACUACION DE MATERIAL EXTRUIDO	3,500																								
	INSTALACION DE CONTROL DE TEMPERATURA DE AGUA PARA CALENTAMIENTO DE EXTRUSORA Y CABEZAL (TCU)	15,000																								
	FABRICACION E INSTALACION DE MONORIEL DE 5 Tn PARA CAMBIO DE MATRICES EN EL CABEZAL	8,000																								
	INSTALACION DE 2 FAJAS TRANSPORTADORAS DE ALIMENTACION DE TIRA DE GOMA PARA EXTRUSORAS	3,500																								
	INSTALACION DE GABINETE PARA ALMACENAMIENTO DE MATRICES CON SISTEMA DE CALENTAMIENTO	1,500																								
	INSTALACION DE RODILLOS JALADORES DE TIRA DE GOMA EN AMBAS BOCAS DE LAS EXTRUSORAS	5,000																								
	CORRECCION DE BOCA DE DESCARGA EN LA UNION DEL "V-BLOCK" (PRUEBA DE MATRICES)	5,000																								
5.9	REUBICACION DE MOLINO COJINADOR (CUSHION MILL)	31,500																								
	FABRICACION DE CABINA PARA CEMENTADORA	1,000																								
	RETIRO DE BALANZA LINEAL N° 1, TRANSPORTADOR DE ENCOGIMIENTO E INCLINADO, CEMENTADORA	1,000																								
	CONSTRUCCION DE FOSO DE CONCRETO ARMADO PARA ALOJAR MOLINO COJINADOR	10,000																								
	REUBICACION DE MOLINO COJINADOR	5,500																								
	REUBICACION DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y MODIFICACION DE PROGRAMA DE CONTROL	3,000																								
	SUPERVISION Y PRUEBAS DEL PROGRAMA POR PERSONAL DE ROCKWELL	5,000																								
	REINSTALACION DE BALANZA LINEAL N° 1, TRANSPORTADORES Y CEMENTADORA E INSTALACION DE CABINA	6,000																								
5.10	PREPARACION E INSTALACION DE HARDWARE - SOFTWARE PARA LA DUPLEX	105,000																								
	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE COMUNICACION PARA LA EXTRUSORA DUPLEX	25,000																								
	PREPARACION DE HARDWARE	65,000																								
	INSTALACION DE HARDWARE & SOFTWARE	15,000																								
5.11	INSTALACION DE PANELES DE CONTROL Y FUERZA PARA EXTRUSORA DUPLEX	25,000																								
	INSTALACION DE PANEL REMOTO TCU	7,000																								
	INSTALACION DE PANEL DE CONTROL DE EXTRUSORA DUPLEX	2,500																								
	INSTALACION DE PANEL DE FUERZA MOTORES EXTRUSORA DUPLEX	5,500																								
	INSTALACION DE CABLES DE FUERZA Y CONTROL	15,000																								
5.12	ACCESORIOS Y EQUIPOS COMPLEMENTARIOS	51,000																								
	INSTALACION DE SERVICIOS DE AIRE, AGUA, VAPOR	20,000																								
	COMPRA MATERIALES PARA FABRICACION DE MATRICES	10,000																								
	FABRICACION DE MATRICES	10,000																								
	CONSTRUCCION E INSTALACION DE TECHO SOBRE MONORIEL	4,500																								
	INSTALACION DE GABINETE PARA MATRICES	5,000																								
	INSTALACION DE ALUMBRADO	1,500																								



# CURVA DEL COSTO INVERTIDO ACUMULADO

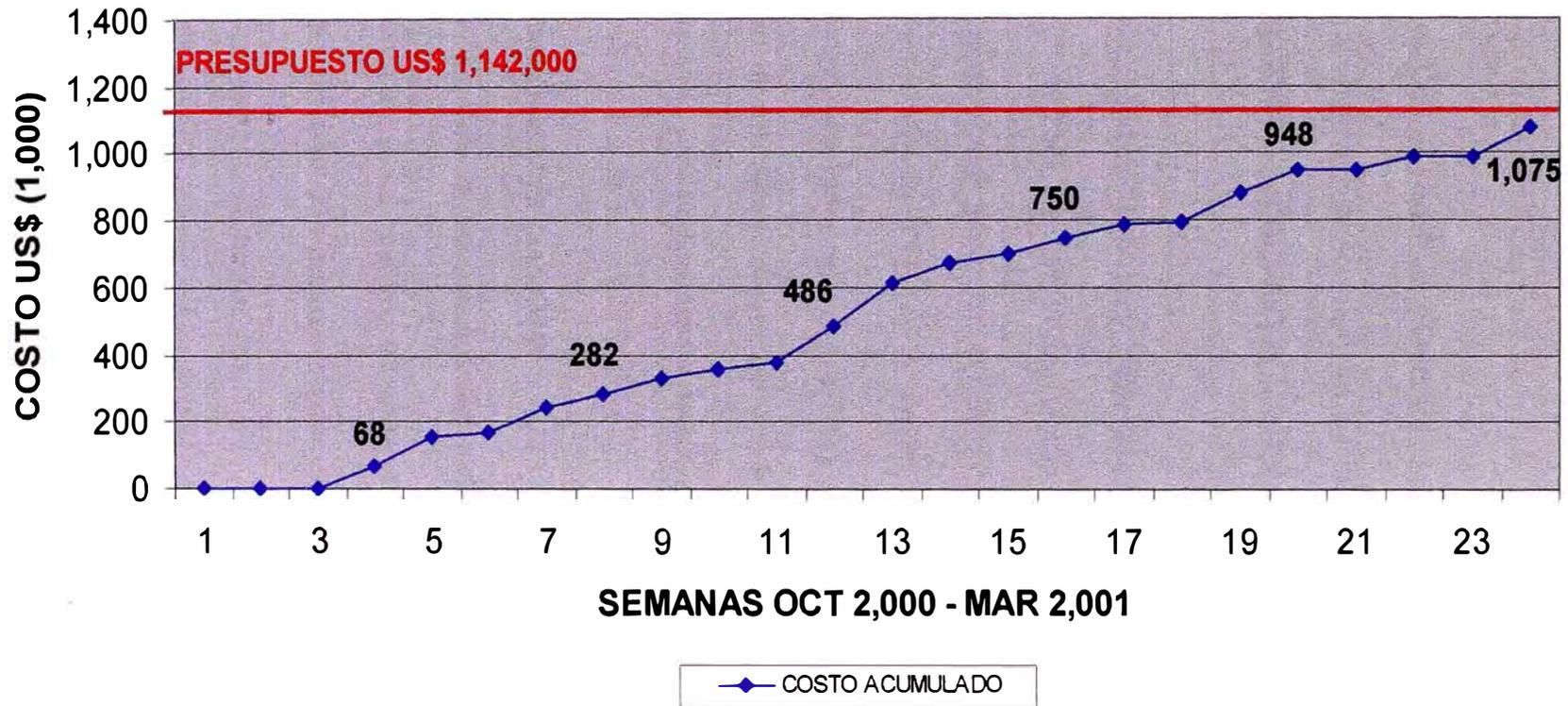


FIG. 4.5

## **4.4 Procesos facilitadores**

### **4.4.1 Plan de Calidad**

Como mencionamos en la introducción, la Compañía Goodyear del Perú cuenta con un Sistema de Gestión de Calidad, y tiene en la actualidad el certificado ISO 9001, certificada por la empresa Lloyd Register Ltd.

El plan de calidad del Proyecto, debe de estar alineado con la Política de Calidad de la empresa, ya que la implementación del proyecto es realizada por su propio personal y no por empresas proyectistas externas. Estando dentro de la Política de Calidad la satisfacción del cliente tanto interno como externo, deben incluirse los procesos requeridos para asegurar que el producto esté dentro de las especificaciones exigidas por el cliente, dentro del costo y tiempo pre-establecidos antes de su ejecución.

#### **4.4.1.1 Planificación de la Calidad**

De acuerdo al documento del alcance, las especificaciones del producto y el juicio experto en el proceso de extrusión, identificamos los puntos críticos a verificar durante la ejecución del proyecto, estos son:

- Las tolerancias dimensionales de las extrusoras y el cabezal con el “V-Block”
- El control de temperatura
- La velocidad de extrusión

#### 4.4.1.1.1 Dimensiones de equipos de extrusión

Durante la ejecución del overhaul de las extrusoras y del cabezal con su "V-Block", es necesario verificar las tolerancias especificadas en los requerimientos de ingeniería solicitadas a los contratistas por intermedio del Dpto. de Compras, para la recuperación de los equipos.

Tolerancias exigidas entre el tornillo y el barril de la extrusora.

<b>LUZ RECOMENDADA TORNILLOS HFE</b>		
<b>TAMAÑO EXTRUSORA</b>	<b>MAQUINA NUEVA</b>	<b>MAQ. USADA (MAX)</b>
1 1/2"	.005" to .008" (.127 - .203 mm)	.018" (.457 mm)
2 1/2"	.007" to .010" (.178 - .254 mm)	.025" (.635 mm)
3 1/2"	.010" to .012" (.254 - .305 mm)	.028" (.711 mm)
4 1/2"	.010" to .013" (.254 - .330 mm)	.030" (.762 mm)
6"	.013" to .016" (.330 - .406 mm)	.036" (.914 mm)
8"	.016" to .019" (.406 - .483 mm)	.048" (1.219 mm)
10"	.018" to .021" (.457 - .533 mm)	.060" (1.524 mm)
12"	.020" to .025" (.508 - .635 mm)	.072" (1.829 mm)

TABLA 4.17

#### ECUACION PARA MEDIDA DEL DESGASTE DEL TORNILLO

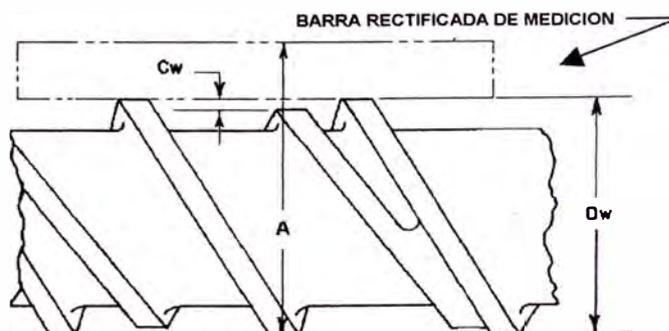


FIG. 4.6

$D_o$  = DIAMETRO ORIGINAL = DIAMETRO NOMINAL  $\begin{matrix} +.000 \\ -.001 \end{matrix}$

$D_w$  = DIAMETRO DESGASTADO = A - ESPESOR DE LA BARRA

$C_o$  = LUZ ORIGINAL

$C_w$  = DESGASTE

$$\text{DESGASTE} = \frac{D_o - D_w}{2} + C_w - C_o$$

Tolerancias del cabezal con el "V-Block"

En el dibujo PE-001 se muestran las tolerancias con las que debe de trabajar el cabezal con el portainsero y el "V-Block".

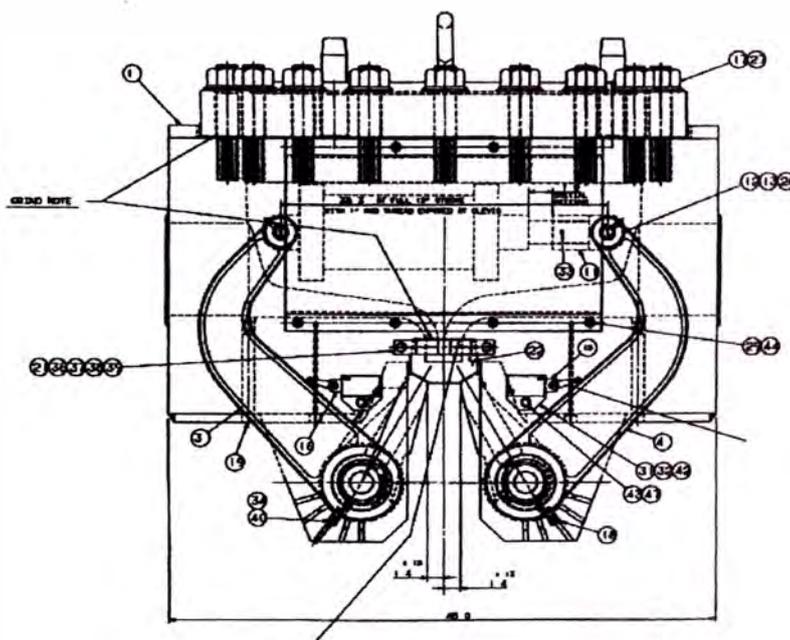
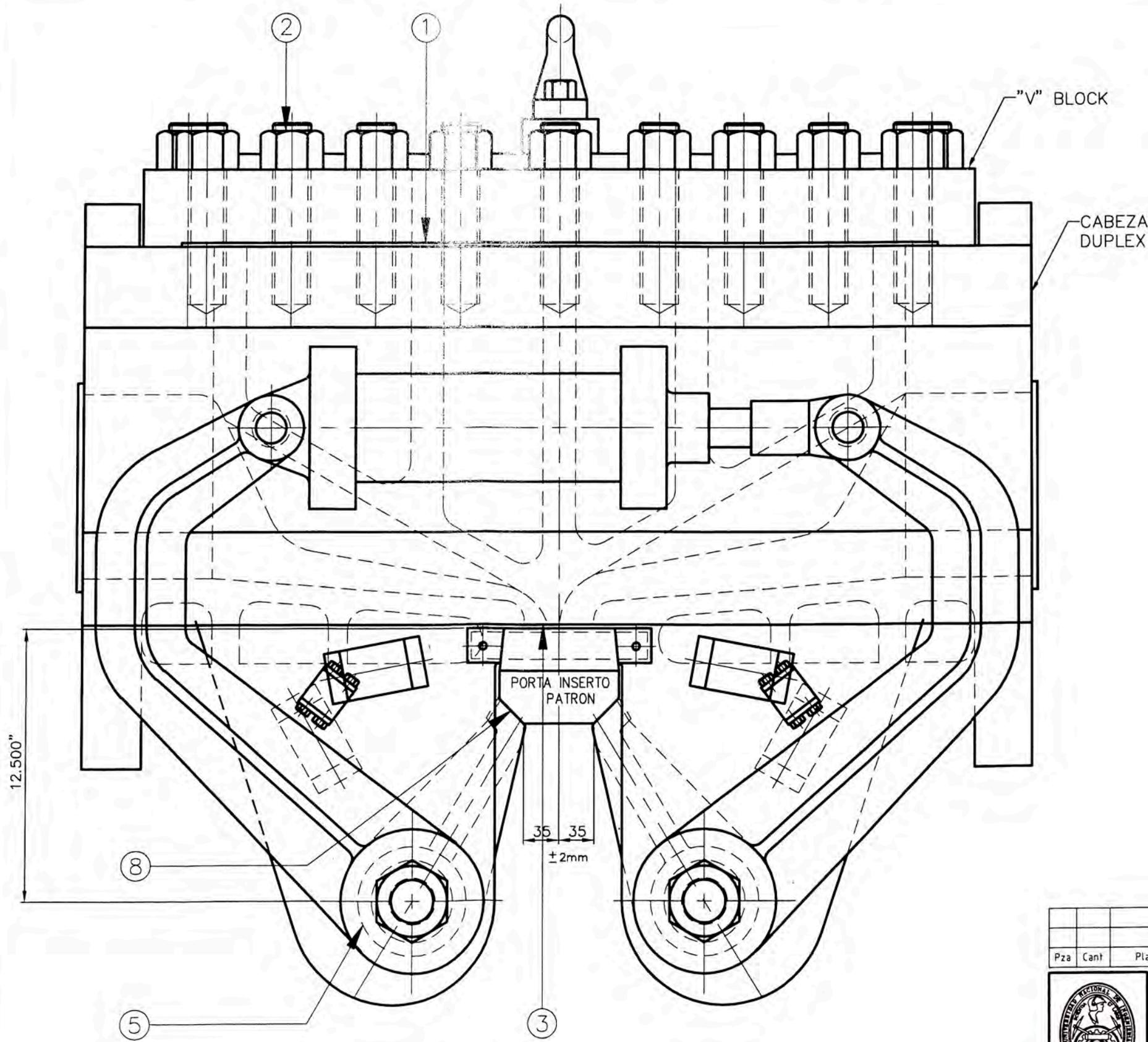


FIG. 4.7



- 1.- COLOCAR LAINAS DE 0.005" ENTRE LA BRIDA DEL "V" BLOCK Y LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA
- 2.- AJUSTAR LAS TUERCAS DE LOS ESPARRAGOS A 200LB-PIE DE TORQUE
- 3.- RELLENAR CON SOLDADURA SUPERCITO Y RECTIFICAR A 12.500" TODA LA SUPERFICIE DEL "V" BLOCK Y LA PARTE INFERIOR DE LA CABEZA DUPLEX
- 4.- RETIRAR LAS LAINAS DE 0.005" Y REARMAR DANDO UN TORQUE DE 200LB-PIE
- 5.- RETIRAR LAS CUATRO BOCINAS EXCENTRICAS
- 6.- LIMPIAR CANALES DE LUBRICACION (PASAR BROCA SI FUERA NECESARIO)
- 7.- INSTALAR BOCINAS NUEVAS SUMINISTRADAS
- 8.- RECTIFICAR CARA SUPERIOR DE QUIJADAS DE AJUSTE DE AMBOS LADOS
- 9.- GIRAR LAS CUATRO BOCINAS HASTA SU PUNTO INFERIOR
- 10.- COLOCAR EL PORTA-INSERTO PATRON SUMINISTRADO
- 11.- ACCIONAR EL CILINDRO NEUMATICO, MEDIR LA DISTANCIA ENTRE QUIJADAS, REALIZAR ESTE PROCEDIMIENTO HASTA CONSEGUIR 35mm MAS MENOS 2 Y UNA LUZ 0.001" ENTRE PORTA-INSERTO Y CABEZA
- 12.- INSTALAR GRASERAS NUEVAS

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha		Efraim Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha		S/E Escala
Título: <b>RESTAURACION DE BASE DE LA CABEZA DE EXTRUSORA DUPLEX</b>			Plano: <b>PE-001</b>	

#### 4.4.1.1.2 Control de temperatura

Durante el overhaul del equipo de control de temperatura (TCU) se deben realizar pruebas para asegurar que el equipo pueda mantener las siguientes temperaturas durante el proceso de extrusión

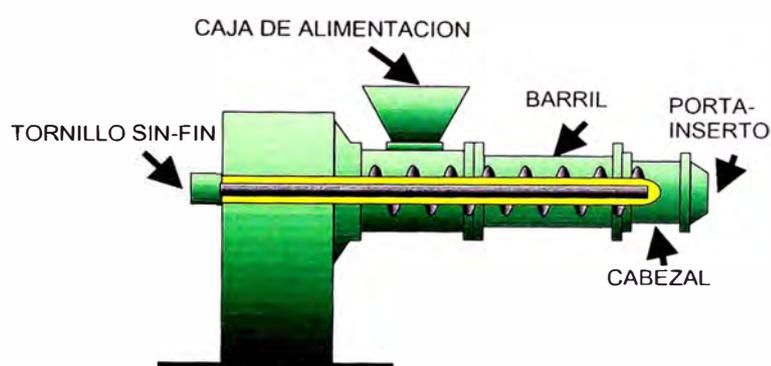
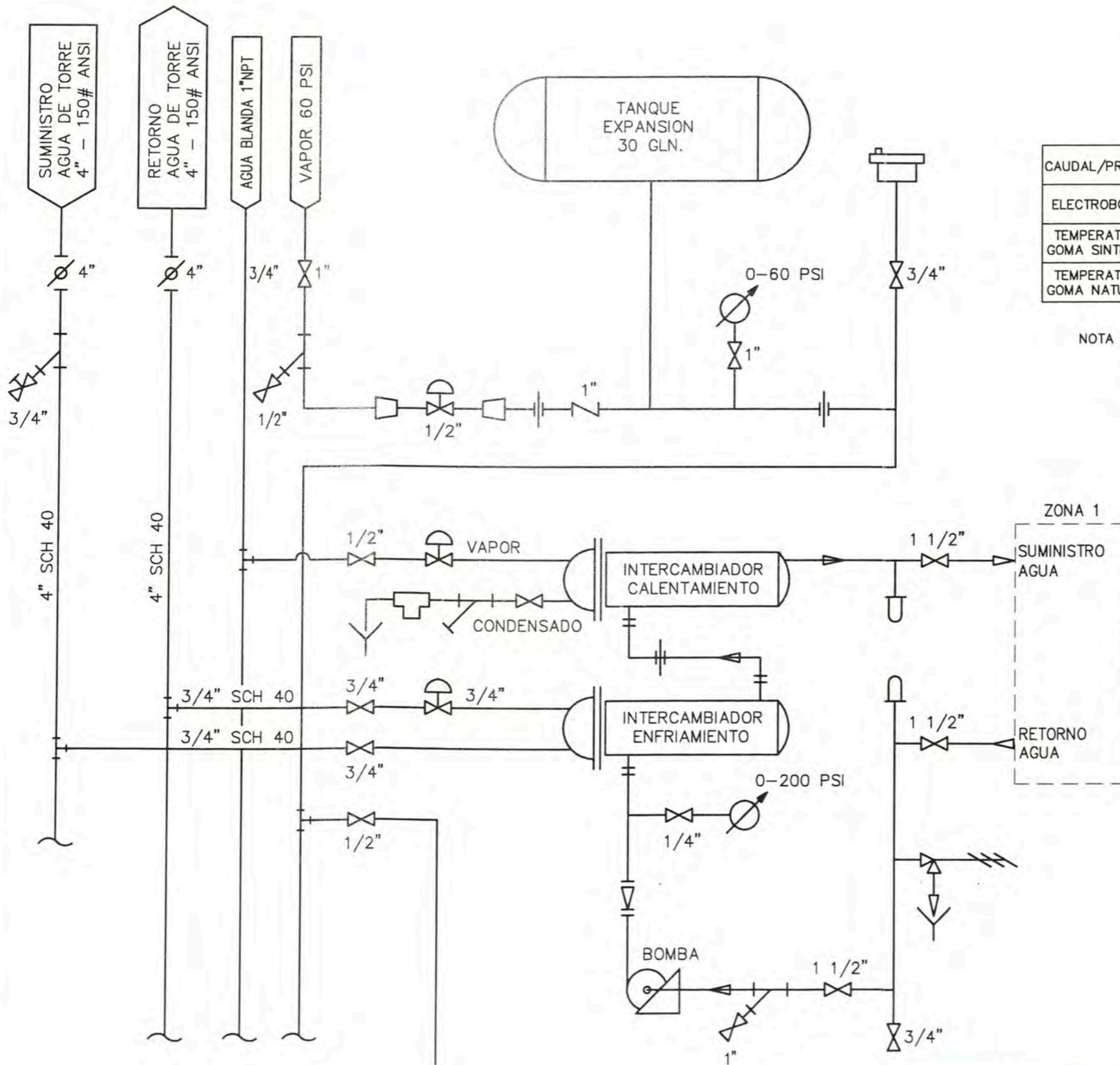


FIG. 4.8 EXTRUSORA DE 8" HFE

ZONA	RANGO TIPICO TEMPERATURAS	
	GRADOS FARENHEIT	GRADOS CENTIGRADOS
CAJA DE ALIMENTACION	80°-95°	27°-35°
BARRIL	125°	52°
TORNILLO SIN-FIN	77°-95°	25°-35°
CABEZAL	165°-185°	75°-85°
PORTAININSERTO	200°-235°	93°-113°

TABLA 4.18

En el plano PE-002 se muestra el esquema típico del sistema de calentamiento del hidrotérmico de 6 estaciones.



NOTA : ESTE MISMO ESQUEMA SE REPITE PARA LAS 6 ZONAS DEL HIDROTERMICO

	LADO BASE			LADO CAPA		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6
CAJAL/PRESION	CAJA DE ALIMENT.	BARRIL	CABEZAL V-BLOCK	CAJA DE ALIMENT.	BARRIL	CABEZAL V-BLOCK
ELECTROBOMBA	30 GPM @ 35 PSI	30 GPM @ 35 PSI	30 GPM @ 35 PSI	30 GPM @ 35 PSI	30 GPM @ 35 PSI	30 GPM @ 35 PSI
TEMPERATURA GOMA SINTETICA	2 HP 3,600 RPM	2 HP 3,600 RPM	2 HP 3,600 RPM	2 HP 3,600 RPM	2 HP 3,600 RPM	2 HP 3,600 RPM
TEMPERATURA GOMA NATURAL	35 °C	50 °C	75 °C	35 °C	50 °C	75 °C
	35 °C	50 °C	85 °C	35 °C	50 °C	85 °C

NOTA : LOS TORNILLO DE AMBAS EXTRUSORAS SON REFRIGERADOS DIRECTAMENTE CON AGUA DE TORRE A 25°C PROMEDIO. EL PORTA-INSERTO, SE CALIENTA DIRECTAMENTE CON VAPOR SATURADO.

### LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	VALVULA DESAEREADORA
	VALVULA CHECK
	MANOMETRO DE PRESION
	VALVULA DE BOLA, CIERRE RAPIDO
	UNION UNIVERSAL
	VALVULA DE DIAFRAGMA
	REDUCCION CAMPANA DE ACERO SCH 40
	FILTRO TIPO "Y"
	BOMBA CENTRIFUGA
	TRAMPA DE VAPOR TIPO BALDE INVERTIDO
	VALVULA TIPO COMPUERTA
	VALVULA DE ALIVIO
	RETORNO A LINEA DE AGUA DE TORRE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efrain Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	S / E Escala
----------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------	-----------------

Título: **DIAGRAMA TIPICO HIDROTERMICO EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8"** Plano: **PE-002**

#### 4.4.1.1.3 Velocidad/Peso de extrusión

Durante las corridas de prueba, se deberá ajustar el control de la velocidad de extrusión, la que hace variar el peso, siendo el peso una

variable crítica en el proceso de extrusión, esta deberá de monitorearse permanentemente mediante una balanza de peso lineal, instalada en el sistema de la línea de enfriamiento, si el peso estuviera fuera de lo especificado así como el contorno del material extrusado, entonces se procederá a corregir la matriz hasta conseguir el perfil y peso especificados.

#### 4.4.1.2 Aseguramiento de la Calidad

El aseguramiento de la calidad es realizado por el Dpto. Técnico, con soporte del Dpto. de Ingeniería para la corrección de los equipos a fin de evitar desviaciones en las especificaciones y el reproceso.

Durante la etapa del overhaul el Dpto. de Ingeniería hará auditorías al contratista para asegurar que las reparaciones realizadas estén dentro de lo especificado.

- Durante la etapa de pruebas el Dpto. Técnico monitoreará las corridas y realizará muestreos para corregir las matrices hasta llegar al perfil peso de material especificados.

#### 4.4.1.3 Control de Calidad

El control de calidad involucra el monitoreo específico de los resultados del proyecto, para determinar si se cumple con los requerimientos de calidad solicitados por el cliente, e identifica las causas de resultados no satisfactorios para hacer los ajustes pertinentes. Este control es realizado por el Dpto. Técnico e incluye:

- Muestreo de producto extrusado, llantas terminadas y pruebas de resiliómetro.
- Causas especiales que produzcan variaciones anormales en el proceso.
- Tolerancias del producto y límites de control

Para el control de calidad se utilizará:

- El control estadístico de proceso mediante gráficos de control para monitorear las dimensiones del material extruido.

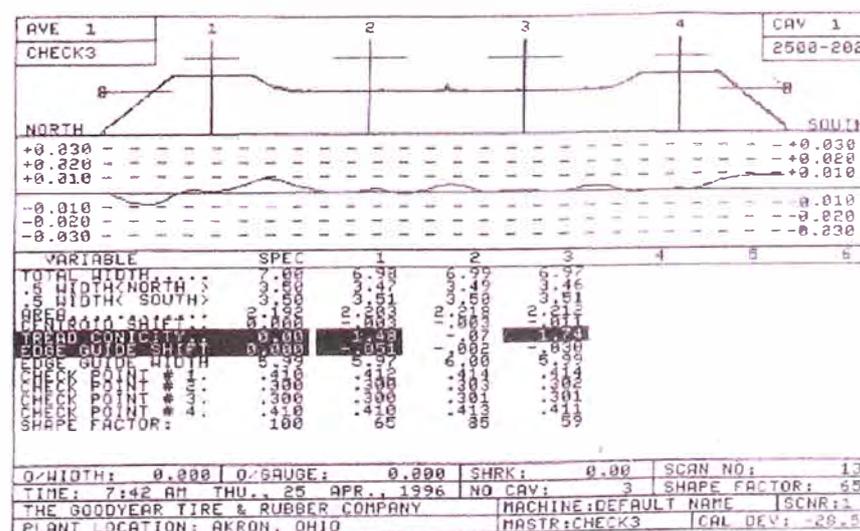


FIG. 4.9 CARTA DE CONTROL DIMENSIONAL DE LA BANDA DE RODAMIENTO

- Corte de llantas, para verificar el ensamblado correcto de los distintos componentes de la llanta.
- Pruebas de resistencia utilizando el resiliómetro.

El sistema de Gestión que mantiene Goodyear está basada en enfoque a los procesos, por lo tanto es necesario incorporar dentro de los procesos de fabricación de la planta, esta mejora hecha en el proceso de extrusión de materia prima.

Proceso de extrusión:



FIG. 4.10

Diagrama de bloques del proceso de extrusión.

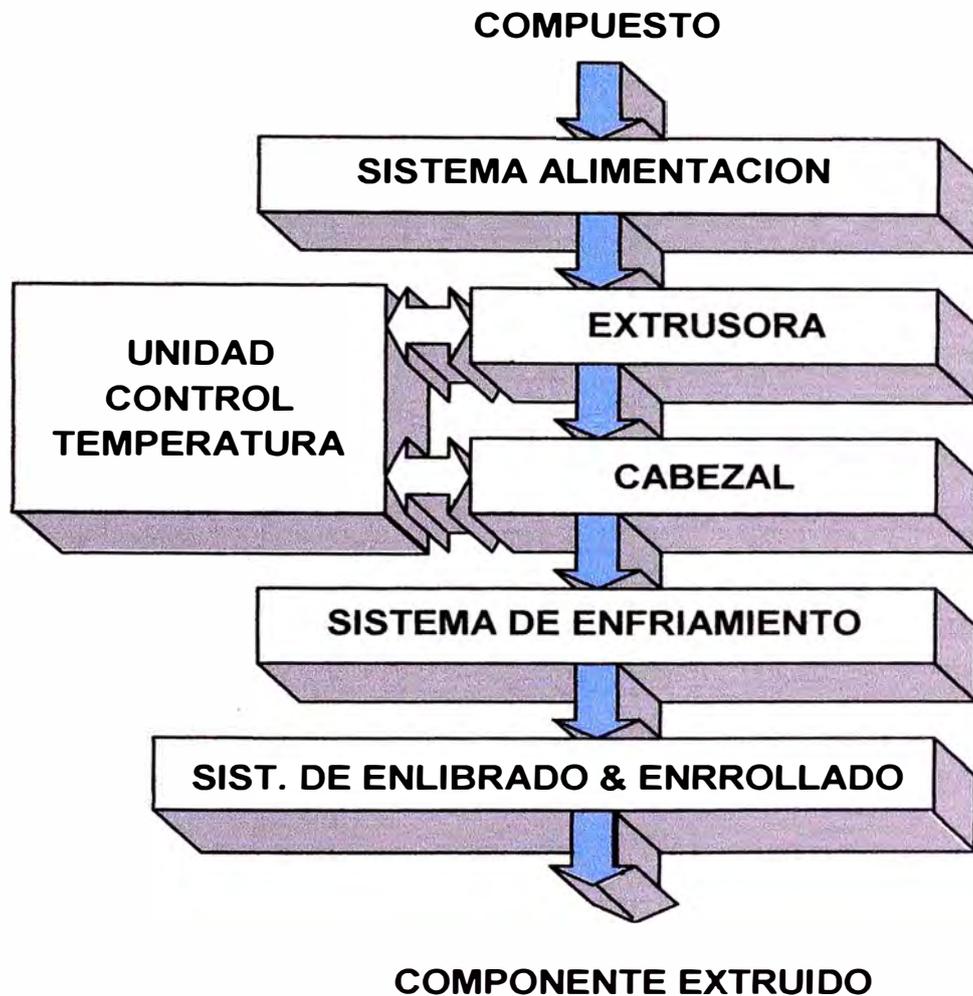


FIG. 4.11

#### 4.4.2 Plan de Recursos Humanos

El plan incluye los procesos requeridos para hacer más efectivo el uso de personas de la organización y personas externas involucradas en el proyecto.

#### 4.4.2.1 Planificación organizacional.

Siendo un proyecto gerenciado a nivel interno de la empresa, se seleccionó al personal más idóneo dentro de la organización, asignándoles roles y responsabilidades con carácter temporal, mientras dure la ejecución del proyecto, los roles y personas asignadas al proyecto pueden cambiar durante su ejecución de acuerdo a las necesidades del mismo.

En la tabla 4.19 se muestra el equipo que participó en el proyecto, así como sus responsabilidades y roles.

<b>EQUIPO DE PROYECTO</b>
---------------------------

<b>CARGO</b>	<b>RESPONSABILIDAD</b>	<b>ROL</b>
GTE. REGIONAL INGENIERIA	ASESOR PRINCIPAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COORDINADOR DEL PROYECTO</li> <li>- APROBACION DE PRESUPUESTOS</li> <li>- REPORTA AVANCES AL DIRECTORIO DE GOODYEAR</li> </ul>
ING. MECANICO STAFF AKRON	ASESOR MECANICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASESOR EN DISEÑO, CALCULOS, PLANOS MECANICOS</li> <li>- ASESOR PARA LA ELABORACION DEL LAYOUT DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS</li> </ul>
ING. ELECTRICO STAFF AKRON	ASESOR ELECTRICO Y DE CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONTRATAR CONSULTOR EXTERNO PARA DISEÑO ELECTRICO DE FUERZA Y CONTROL</li> <li>- CONTRATAR ELABORACION DEL PROGRAMA DEL SOFTWARE</li> <li>- CONTRATAR LA FABRICACION DE TABLEROS DE CONTROL Y HARDWARE</li> </ul>
ING. QTECH. AKRON	ASESOR PROCESO Y MATRICES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASESORAR DISEÑO DE MATRICES</li> <li>- ASESORAR ELABORACION DE PROCESO DE EXTRUSION</li> </ul>
DIRECTOR DE PRODUCCION PLANTA PERU	FACILITADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- RESPONSABLE DE PRODUCIR Y EXPORTAR LLANTAS AL MERCADO NORTE-AMERICANO</li> <li>- REPORTA AVANCES A DIRECTOR REGIONAL DE PRODUCCION DE LATINO-AMERICA</li> </ul>
ESP. MANTENIMIENTO DIV. B PLANTA PERU	LIDER Y RESPONSABLE DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ELABORACION DEL LAYOUT DE DISPOSICION DE MAQUINAS</li> <li>- PLANEAMIENTO DEL PROYECTO</li> <li>- COORDINADOR DEL EQUIPO DE PROYECTO</li> <li>- ELABORAR ESPECIFICACIONES MECANICAS PARA OVERHAUL, COMPRA DE MATERIALES E INSTALACION DE EQUIPOS</li> <li>- SUPERVISIÓN DE LA EJECUCION DE TRABAJOS, CIVILES, ESTRUCTURALES Y MECANICOS</li> <li>- PRUEBA DE EQUIPOS Y PUESTA EN MARCHA</li> <li>- COORDINAR AVANCES DE ELABORACION DE HARDWARE Y SOFTWARE DE CONTROL</li> </ul>

<p>ING. ELECTRONICO PLANTA PERU</p>	<p>INSTALACION DE EQUIPOS DE FUERZA Y CONTROL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COORDINAR AVANCES DE MANUFACTURA DE EQUIPOS ELECTRICOS</li> <li>- ELABORAR ESPECIFICACIONES ELECTRICAS PARA LA COMPRA E INSTALACION DE HARDWARE, SOFTWARE Y EQUIPOS ELECTRICOS DE CONTROL Y FUERZA</li> <li>- SUPERVISION DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS ELECTRICOS</li> <li>- PRUEBA DE EQUIPOS Y PUESTA EN MARCHA</li> </ul>
<p>ING. CALIDAD PLANTA PERU</p>	<p>DISEÑO DE MATRICES Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COORDINAR LA ELABORACION DE PROCESO DE EXTRUSION</li> <li>- DISEÑAR MATRICES PARA EXTRUSORA DUPLEX</li> <li>- REALIZAR PRUEBAS DE EXTRUSION</li> <li>- REALIZAR AUDITORIAS DE CONTROL DE CALIDAD</li> <li>- REALIZAR ANALISIS DE LLANTAS CON NUEVO PROCESO</li> </ul>
<p>DIBUJANTE</p>	<p>ELABORAR PLANOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIBUJAR PLANOS</li> <li>- MANTENER EL ARCHIVO DE DIBUJOS ACTUALIZADO</li> </ul>
<p>CONSULTOR EXTERNO</p>	<p>CALCULOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CALCULOS Y PLANOS DE CIMENTACION DE MAQUINAS</li> <li>- CALCULOS Y PLANOS DE ESTRUCTURAS METALICAS</li> </ul>
<p>TECNICO RELIANCE</p>	<p>SOFTWARE DE CONTROL</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- INSTALACION DE SOFTWARE DE CONTROL</li> <li>- PRUEBA DE EQUIPOS INDIVIDUAL</li> <li>- PRUEBA DE EQUIPOS EN LINEA</li> <li>- PUESTA EN MARCHA</li> </ul>

**TABLA 4.19**

#### 4.4.2.2 Incorporación de personal.

No se necesita incorporar personal adicional para el proyecto, se reasignó responsabilidades a los especialistas de mantenimiento de Div. A y mantenimiento eléctrico, en las labores del especialista de mantenimiento de Div. B y del Ing. Electrónico, temporalmente mientras duré la ejecución del proyecto, así se les encargaría el mantenimiento total de la planta.

#### 4.4.2.3 Desarrollo de equipo

No se necesitó actividades para formación de equipos, este tipo de entrenamientos se dan normalmente en Goodyear, como parte de la mejora continua en la formación de su personal. Lo que si está dentro del programa del proyecto es el entrenamiento en el uso del software, manejo de equipos, y mantenimiento al personal de operadores de la línea de extrusión

### **4.4.3 Plan de comunicaciones**

Por ser un proyecto de plazo corto, se optó con el equipo realizar las siguientes acciones para garantizar la generación, recolección, distribución, archivo y disposición final de toda la información del proyecto en forma apropiada y oportuna. Para este efecto se tomaron las siguientes decisiones:

- 4.4.3.1 Utilizar las PC's interconectadas por Intranet de Goodyear como medio de comunicación, por la ubicación de los integrantes del equipo.
- 4.4.3.2 Abrir un archivo para el proyecto en el servidor central de la empresa, en el cual se incluirán todos los acuerdos tomados en las reuniones, envío de información técnica, dibujos, planos y otras informaciones pertinentes al proyecto.
- 4.4.3.3 El Gte. de Ingeniería de Goodyear Perú sería el responsable de mantener el archivo actualizado, de acuerdo a las minutas de las reuniones y avances del proyecto con los costos incurridos a la fecha y la actualización del cronograma si es que hubieran desviaciones de acuerdo al programa..
- 4.4.3.4 Las reuniones serían diarias con el equipo de Perú y semanales con el equipo de Akron vía conferencia telefónica.
- 4.4.3.5 El Gte. de Ingeniería será el responsable de la preparación de la agenda de las reuniones semanales incluyendo el reporte de performance
- 4.4.3.6 La documentación final, procedimientos, especificaciones, planos, manuales de operación y mantenimiento serán distribuidos a los distintos departamentos para su archivamiento y uso para consultas futuras y entrenamiento del personal nuevo.

#### 4.4.4 Plan de Logística

El plan de logística incluye los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios externos para llevar a buen término el proyecto.

##### 4.4.4.1 Planificación.

Se involucrará al Dpto. de Compras como parte del equipo, para realizar las adquisiciones de acuerdo al programa y cronograma del proyecto. Los miembros del equipo de proyectos son los responsables de emitir las requisiciones teniendo en cuenta los tiempos que tomará obtener las propuestas económicas de los proveedores locales o extranjeros, para emitir la respectiva orden de compra (O/C), según el reglamento interno de adquisición de bienes y servicios de Goodyear:

- Materiales locales comerciales: 3 días
- Servicios de consultoría: 2 días
- Servicios de fabricación y montaje: 10 días
- Materiales importados: 15 días

Posteriormente a la emisión de la O/C, debe de realizarse el seguimiento con el proveedor local o extranjero para tener los bienes y servicios en el momento oportuno según el cronograma del proyecto.

Las propuestas económicas serán enviadas al Dpto. de Compras de acuerdo al reglamento interno y dependiendo de los montos se necesitarán 1 o 3 propuestas, siendo las superiores a US\$ 5,000 en sobre cerrado. Posteriormente conjuntamente con un representante de contabilidad y de ingeniería se procede a la apertura de sobres y se evaluarán las propuestas teniendo en cuenta los criterios de costo, tiempo de entrega, calificación del proveedor según el trabajo ofertado, ponderando estos factores se seleccionará al mejor.

De ser necesario se redactará un contrato para asegurar que la performance del proveedor se adecua a los requerimientos contractuales o simplemente se emite un documento (Orden de Compra), estipulando si fuera el caso penalidades por retrasos en la ejecución de trabajos o entrega de equipos, según la negociación entre proveedor y comprador, así mismo los términos de pago serán negociados entre ambas partes.

## **CAPITULO V**

### **EJECUCION**

En este capítulo presentaremos el layout final y la secuencia de trabajos para evitar una parada mayor a los 15 días solicitados a la Dirección de Producción, para llevar a efecto el proyecto de mejora, en su primera fase, y posteriormente continuar los trabajos con la planta en operación, esta parada de 15 días se hacen necesarias porque por el layout elaborado para la mejor disposición de los equipos, las líneas de molinos deberán ser reubicadas.

La parada de planta se proyectó para las dos últimas semanas del mes de diciembre, debiendo reiniciar sus operaciones el 2 de enero del año 2001, cualquier contratiempo generaría una pérdida por la falta de producción, por este motivo el control del proyecto en esta fase se hacía crítico.

#### **5.1 Layout final**

De acuerdo a las consideraciones de operatividad, seguridad y mejor disposición del equipo para una optimización del personal a trabajar en el nuevo arreglo, mostramos el layout de planta aprobado por los representantes de la

Dirección de Producción, Gerencia de Seguridad, Gerencia de Ingeniería, Gerencia del Departamento Técnico.

Antes de firmar el layout, cada representante hará las respectivas observaciones al proyecto, debiendo el equipo de proyectos levantar sus observaciones antes de iniciar los trabajos de acuerdo al cronograma establecido, hasta su entera satisfacción. Así mismo si durante la ejecución del proyecto hubiera alguna disconformidad, esta será corregida e informada a todos los interesados.

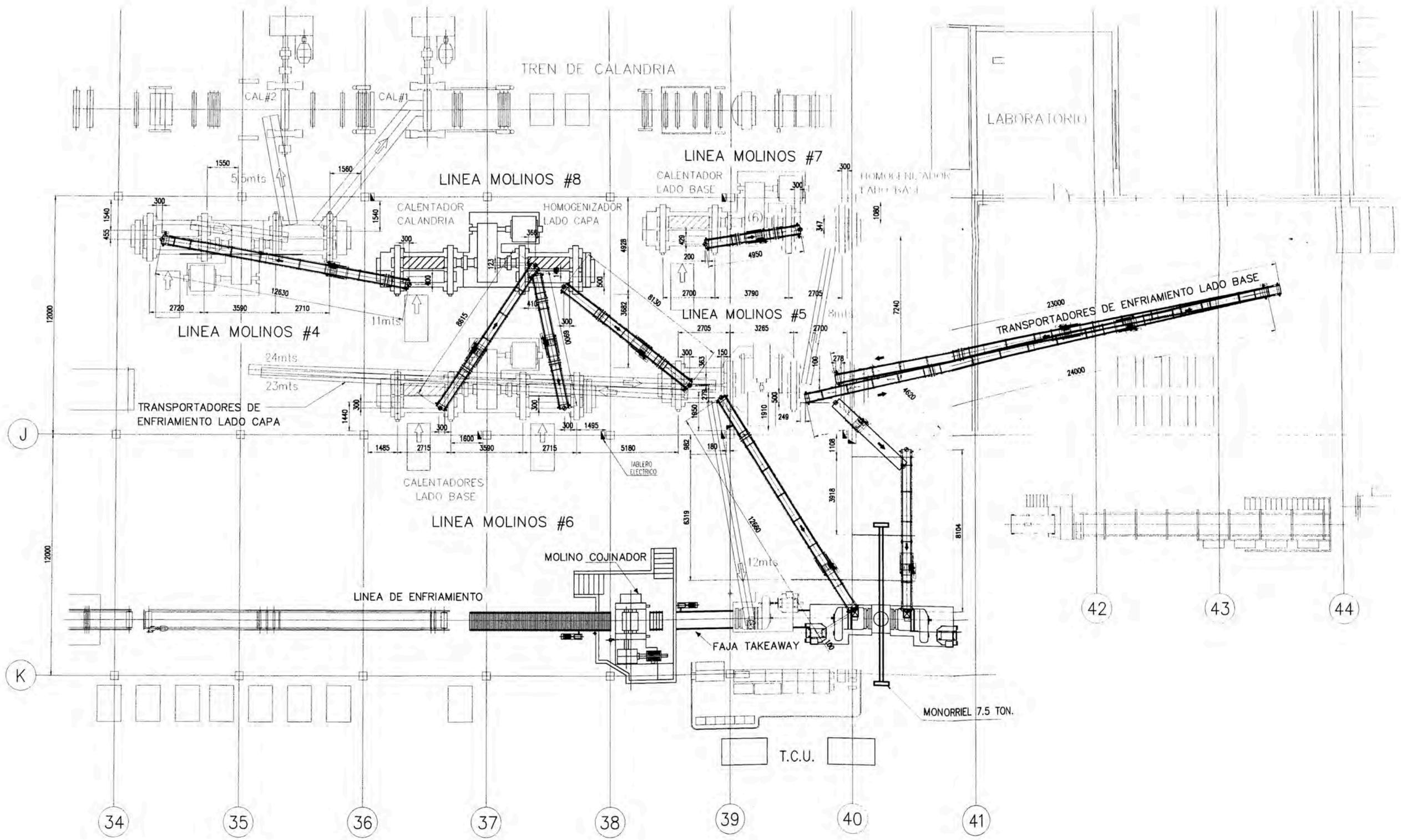
Ver Lay Out final Plano LE-003

## **5.2 Secuencia de ejecución**

Para facilidad y mejor ilustración de las distintas fases de la ejecución, estas se presentarán con dibujos y fotos de los trabajos realizados. La ejecución la hemos subdividido en 7 pasos.

### **5.2.1 Paso 1:**

En este primer paso, se necesitó parar la producción de la planta durante 15 días, para poder mover las líneas de molinos, romper las bases de concreto, construir nuevas bases de concreto armado, retirar y colocar sobre una base de acero la extrusora simple, mover el molino cojinador, mover e instalar fajas transportadoras y estar listos para el arranque de planta para el 2 de enero del 2001. Ver plano L-002.



**PLANTA**

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>		
	Pedro Castillo	Feb. 2005	Efrain Galarza	Feb. 2005	S/E	
	Dibujado	Fecha	Revisado	Fecha	Escala	
Titulo:					Plano:	
LAYOUT FINAL DEL PROYECTO-EXTRUSORA DUPLEX					LE-003	

**DESMONTAJE DE MOLINOS:**



**FOTO 5.1 LINEA DE MOLINOS #4**



**FOTO 5.2 LINEA DE MOLINOS #5**

**ROTURA DE PISOS DE CONCRETO**



**FOTO 5.3 LINEA DE MOLINOS #4**



**FOTO 5.4 LINEA DE MOLINOS #4**



**FOTO 5.5 CIMENTACION ANTIGUA (MOL #5)**



**FOTO 5.6 BASE DE ACERO NUEVA (MOL #5)**



**FOTO 5.7 ROTURA PISO CIMENTACION EXTRUSORAS**



**FOTO 5.8 ROTURA PISO EXTRUSORA DUPLEX**

**REUBICACION DE EQUIPOS**

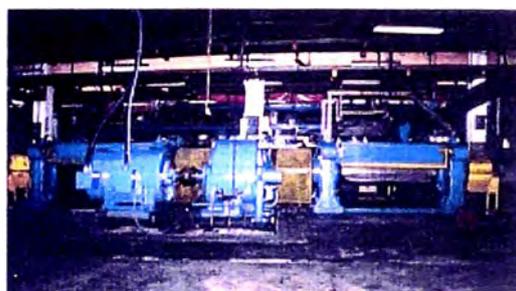
**FOTO 5.9 ELEVACION DE EXTRUSORA SIMPLE  
SOBRE BASE DE ACERO**



**FOTO 5.10 VISTA LATERAL EXTRUSORA  
SIMPLE**



**FOTO 5.11 REUBICACION MOLINO #5**



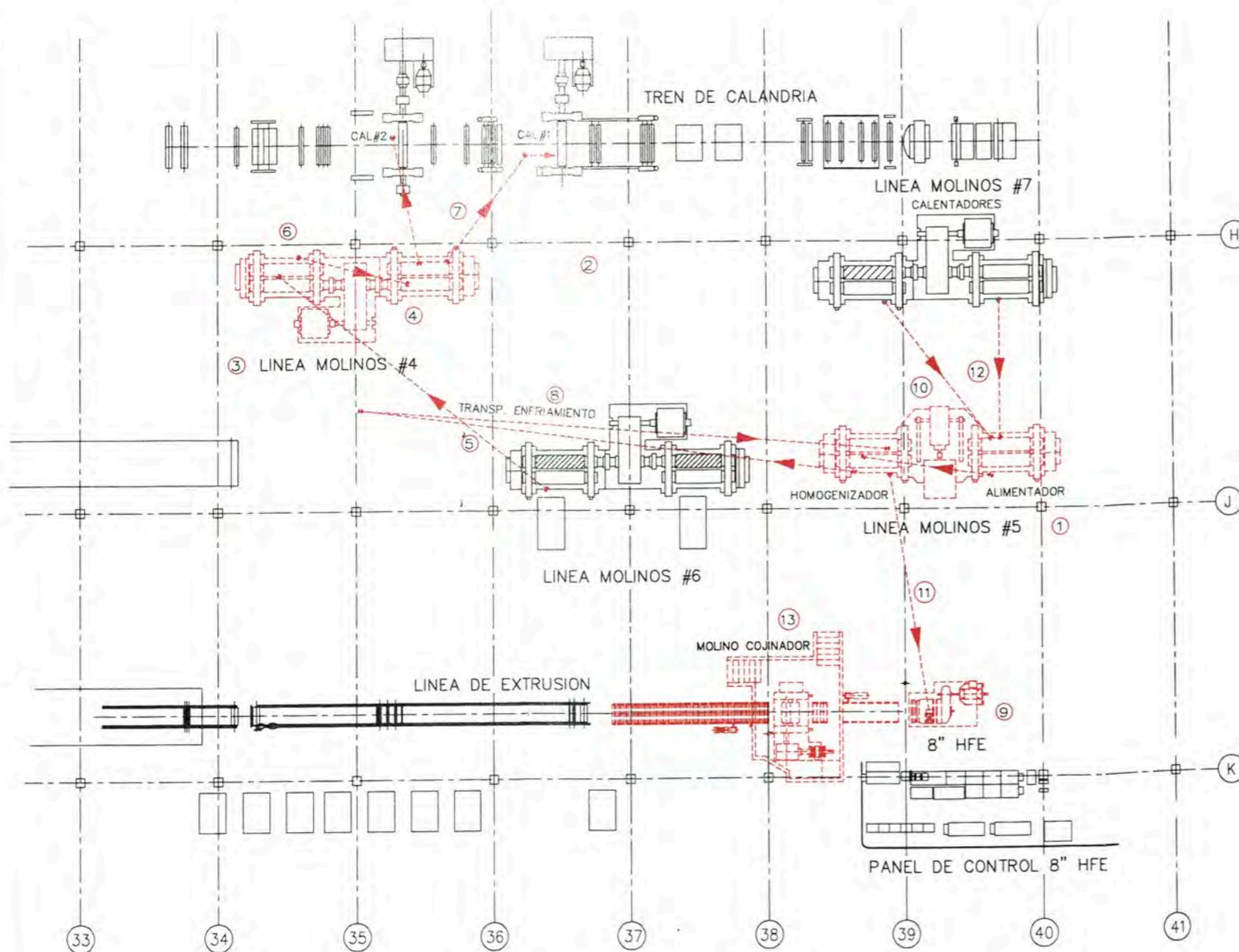
**FOTO 5.12 REUBICACION MOLINO #4**



**FOTO 5.13 REUBICACION FAJAS  
TRANSPORTADORAS ENTRE  
ENTRE MOLINOS #7 Y #5**



**FOTO 5.14 REUBICACION FAJA DE  
ALIMENTACION A EXTRUSORA  
SIMPLE**



PASO 1: PARADA DE PLANTA 15 DIAS MEDIADOS DIC. 2000  
 HASTA 2 ENERO 2001 ARRANQUE DE PLANTA

- 1.-REUBICAR LINEA DE MOLINO #5
- 2.-RETIRAR LINEA DE MOLINO #1
- 3.-REUBICAR Y ACONDICIONAR LINEA DE MOLINO #4
- 4.-REEMPLAZAR RODILLO CORRUGADO X RODILLO LISO  
MOLINO #4 ALIMENTADOR
- 5.-INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #4 Y #6
- 6.-INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS DE LA LINEA #4
- 7.-REUBICAR TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A CALANDRIA #1 Y #2
- 8.-REUBICAR TRANSPORTADORES DE ENFRIAMIENTO SOBRE LINEA DE MOLINOS #5
- 9.-ELEVAR EXTRUSORA 8" SIMPLE
- 10.-REUBICAR TRANSPORTADORES ENTRE MOLINOS LINEA #5
- 11.-REUBICAR TRANSPORTADOR DE ALIMENTACION ENTUBADORA 8" SIMPLE
- 12.-REUBICAR TRANSPORTADORES ENTRE LINEA DE MOLINOS #7 Y #5
- 13.-REUBICAR CUSHION MILL

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>			
Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efrain Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha
Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 1</b>		Escala 1:250	
Plano <b>L-002</b>			

### 5.2.2 Paso 2:

En esta fase del proyecto se inicia la instalación de la extrusora duplex, Molino N°8 y monorriel de 7.5 Tn. Ver plano L-003.



FOTO 5.15 BASES DE ACERO PARA EXTRUSORAS LADO BASE Y CAPA

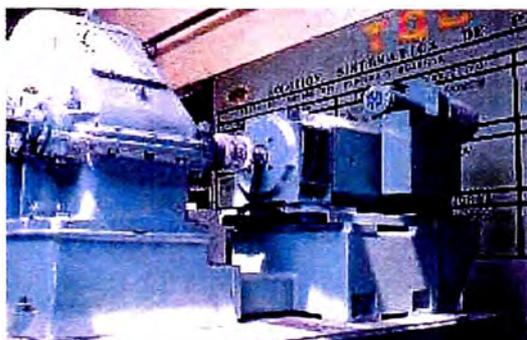


FOTO 5.16 MOTOR - REDUCTOR EXTRUSORA



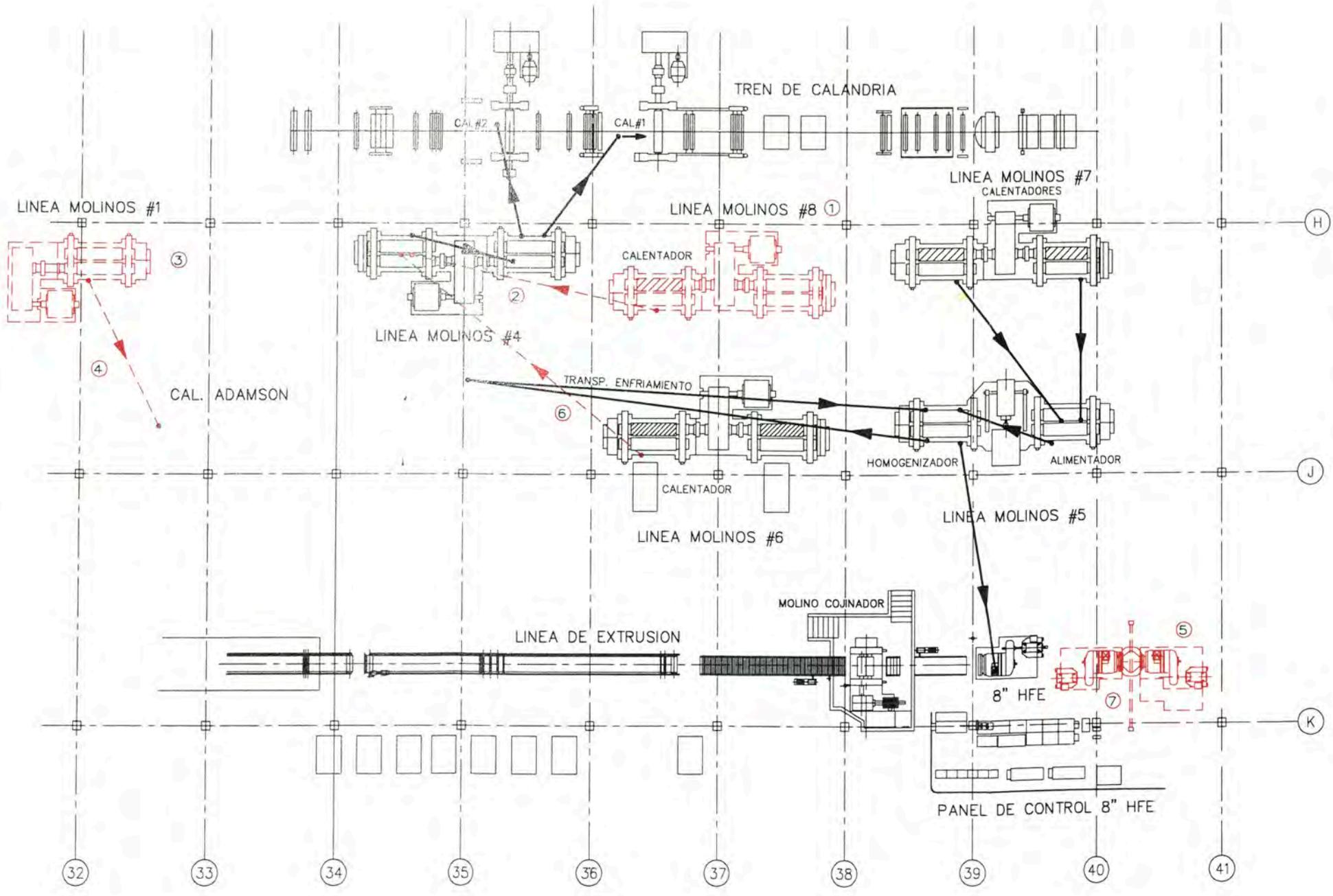
FOTO 5.17 EXTRUSORAS BASE Y CAPA



FOTO 5.18 EXTRUSORAS BASE Y CAPA LADO POSTERIOR



FOTO 5.19 MONORRIEL CON POLIPASTO 7.5 TN



PASO 2: ENERO 2001 PLANTA OPERANDO

1. INSTALAR LINEA DE MOLINOS #8
2. INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #8 Y #4
3. REINSTALAR LINEA DE MOLINOS #1
4. INSTALAR TRANSPORTADOR DE ALIMENTACION LINEA DE MOLINO #1 A CALANDRIA
5. INSTALAR EXTRUSORA DUPLEX 8" HFE X 8" HFE
6. DESMONTAJE TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #4 Y #6
7. INSTALAR MONORIEL 7.5 TN/1 TN PARA MONTAJE/DESMONTAJE CABEZAL Y MATRICES EXTRUSORA DUPLEX

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha	Efrain Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha	1:250 Escala
--	--	-----------------

Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 2</b>	Plano: <b>L-003</b>
--	------------------------

### 5.2.3 Paso 3:

Continuar con la instalación de transportadores de faja entre molinos y de alimentación a las extrusoras, e instalación de cabezal con V-Block. Ver plano L-004.

#### FAJAS TRANSPORTADORAS

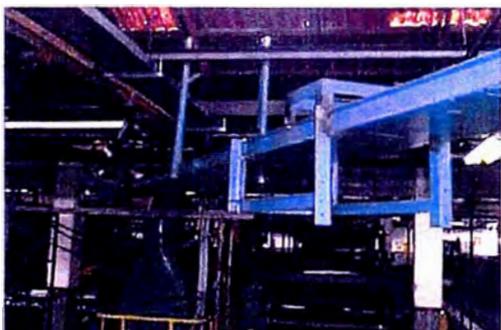


FOTO 5.20 FAJA ALIMENTACION EXTRUSORA



FOTO 5.21 FAJA ENTRE MOLINOS

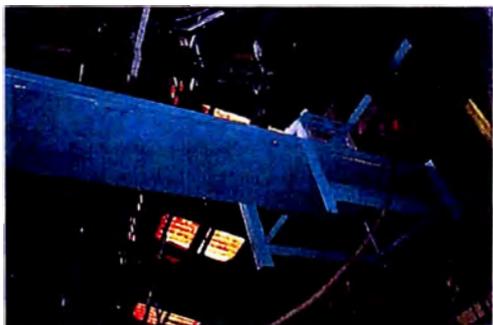


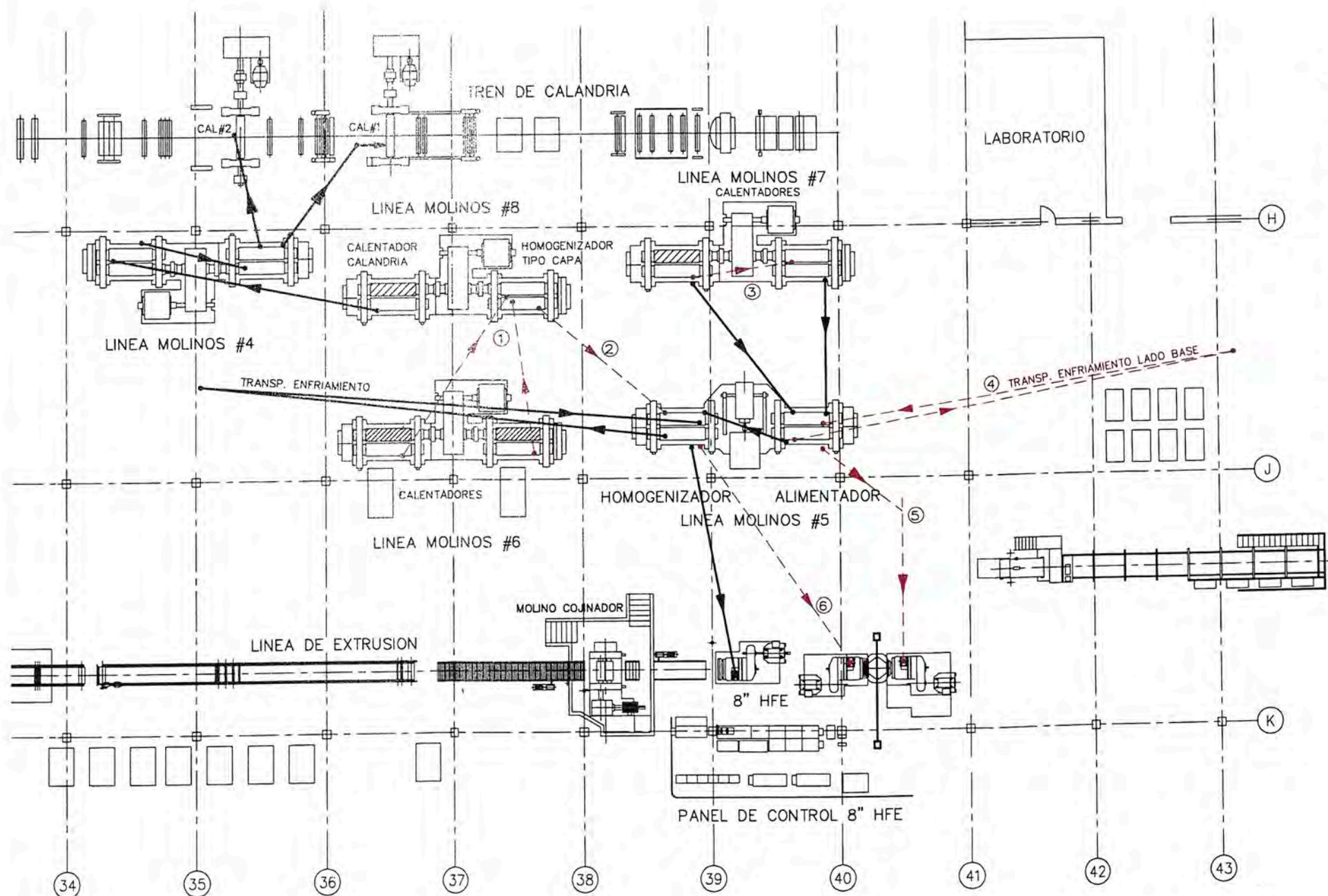
FOTO 5.22 FAJA ALIMENT. EXTRUSORA BASE



FOTO 5.23 FAJA ENTRE RODILLO MOLINO #7



FOTO 5.24 MONTAJE DE CABEZAL CON V-BLOCK EN EXTRUSORA DUPLEX



PASO 3: ENERO/FEBRERO 2001 PLANTA OPERANDO

1. INSTALAR TRANSPORTADORES DE LINEA DE MOLINOS #8 A LINEA DE MOLINOS #6
2. INSTALAR TRANSPORTADOR DE LINEA DE MOLINOS #7 A LINEA DE MOLINOS #8
3. INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS 7
4. TRANSPORTADOR DE ENFRIAMIENTO LINEA MOLINOS #5 LADO BASE
5. INSTALAR TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A EXTRUSORA DUPLEX LADO BASE
6. INSTALAR DE ALIMENTACION A EXTRUSORA DUPLEX LADO CAPA

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado	Efrain Galarza Feb. 2005 Revisado	Fecha	Escala
Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 3</b>			Plano: <b>L-004</b>

#### 5.2.4 Paso 4:

Instalación de equipo hidrotérmico y retiro de fajas transportadoras excedentes y montaje de pasadizos y escaleras de acceso. Ver plano L-005.



FOTO 5.26 HIDROTERMICO EN MONTAJE

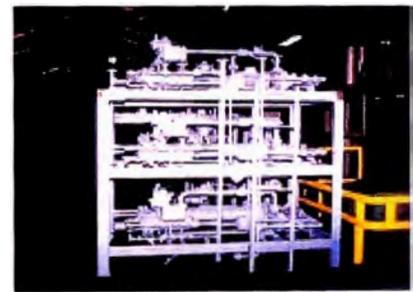


FOTO 5.27 VISTA LATERAL



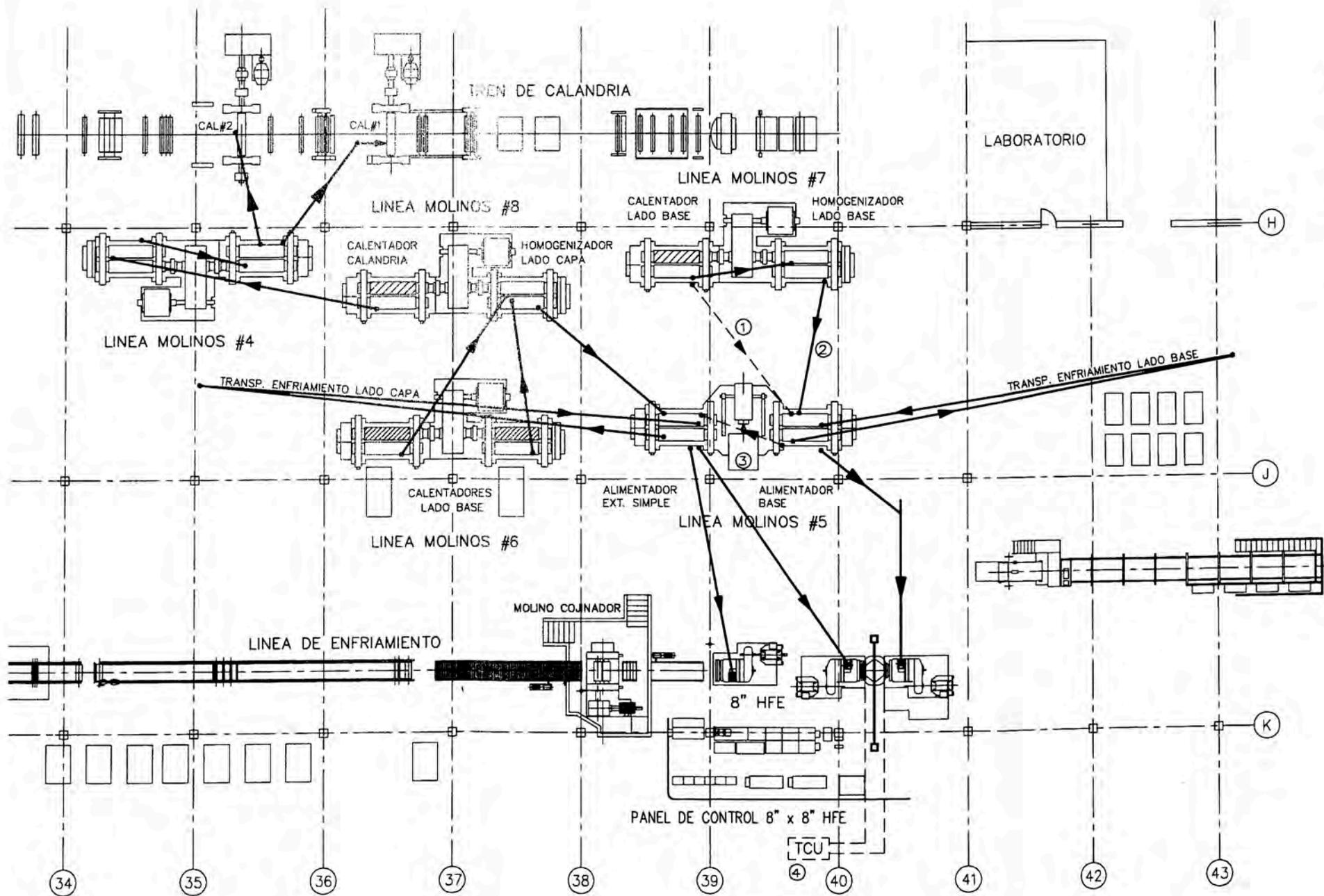
FOTO 5.28 EQUIPO  
HIDROTERMICO



FOTO 5.29 CONEXIÓN A  
EXTRUSORA



FOTO 5.30 ESCALERA DE ACCESO A "V-BLOCK"



PASO 4: FEBRERO 2001

1. RETIRAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #7 Y LINEA DE MOLINOS #5
2. REUBICAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINO LINEA #7 Y LINEA #5
3. RETIRAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS LINEA #5
4. INSTALAR CONTROL DE TEMPERATURA (TCU) EXTRUSORA DUPLEX

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>				
<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo	Feb. 2005	Efrain Galarza	Feb. 2005	1:250
Dibujado	Fecha	Revisado	Fecha	Escala
Titulo: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 4</b>				Plano: <b>L-005</b>

### 5.2.5 Paso 5:

Instalación faja de evacuación (Take Away), instalación de gabinete de matrices e instalación eléctrica. Ver plano L-006.



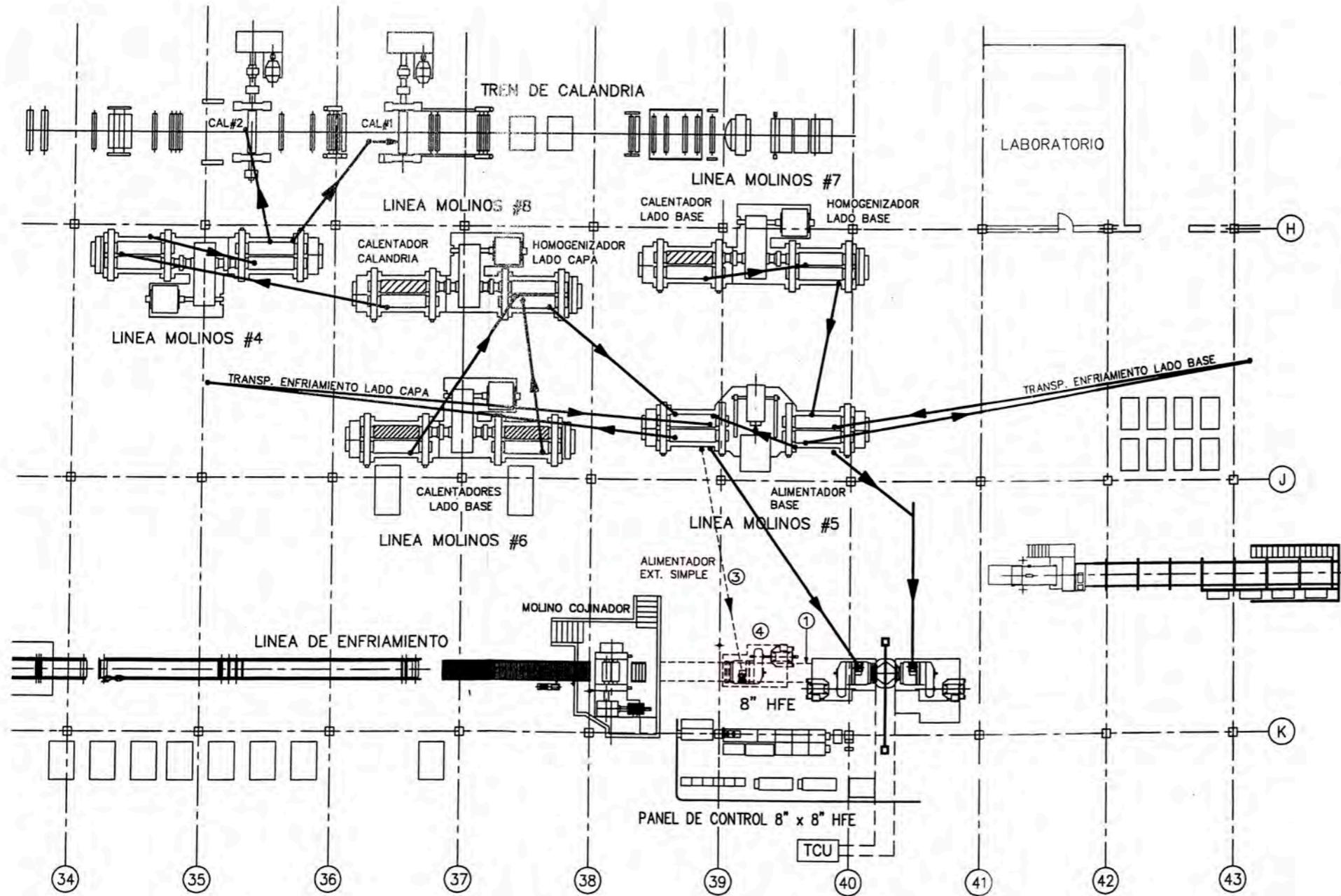
FOTO 5.31 INSTALACION FAJA DE EVACUACION



FOTO 5.32 GABINETE DE MATRICES Y SOPORTES V-BLOCK



FOTO 5.33 TABLEROS ELECTRICOS DE CONTROL



PASO 5: MARZO / ABRIL 2001

1. INSTALACION DE FAJA TAKE AWAY EXTRUSORA DUPLEX
2. PRUEBAS CON MATRICES DUPLEX
3. DESMONTAJE TRANSPORTADOR ALIMENTACION EXTRUSORA SIMPLE
4. DESMONTAJE EXTRUSORA SIMPLE

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado	Efraín Galarza Feb. 2005 Revisado	1:250 Escala
--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------

Título: Plano:

LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 5

L-006

### 5.2.6 Paso 6:

Pruebas finales con matrices en extrusora duplex, desmontaje de extrusora simple. Ver plano L-007.



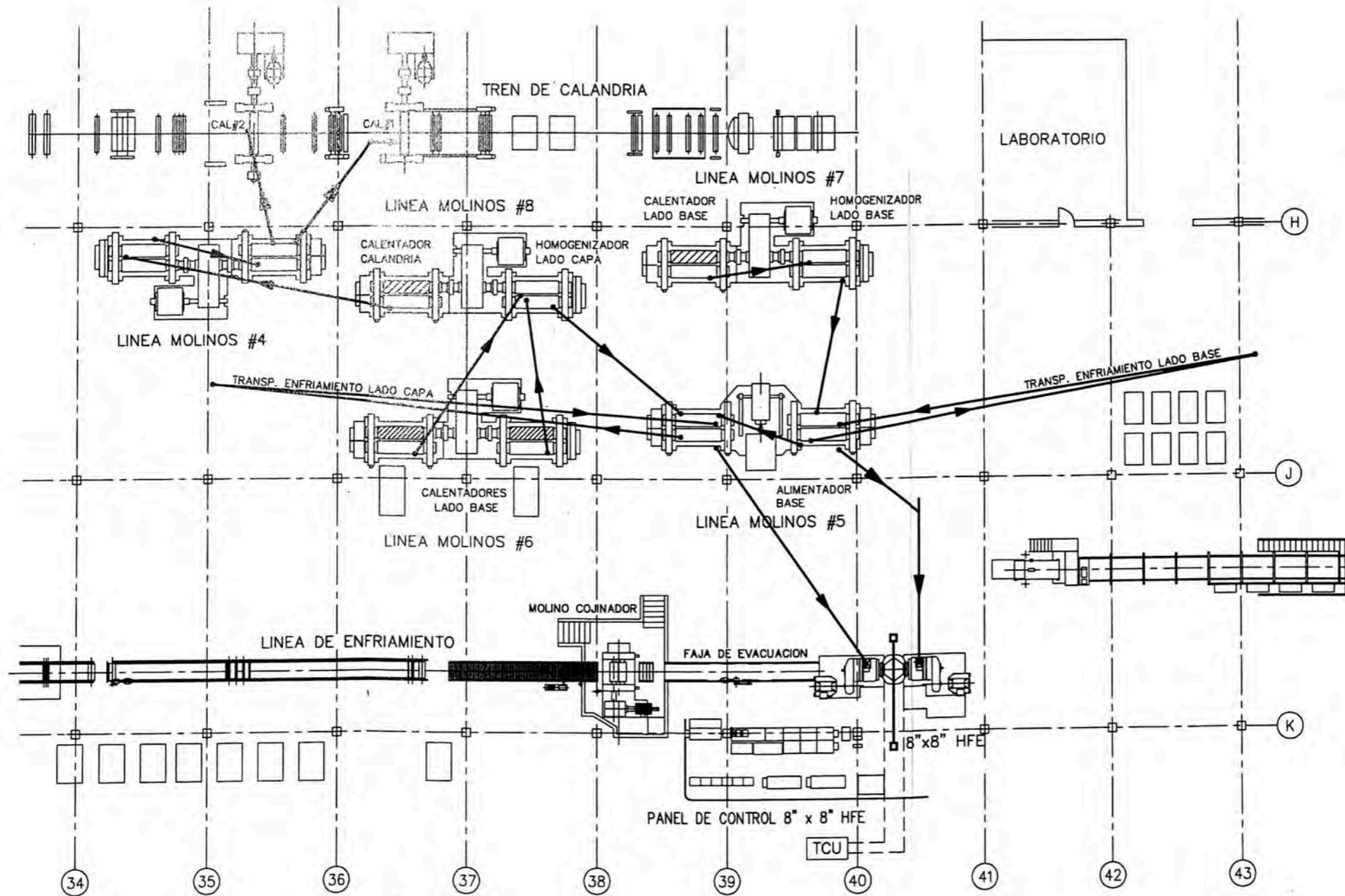
FOTO 5.34 INSTALACION FINAL VISTA LADO OPERADOR



FOTO 5.35 INSTALACION FINAL VISTA POSTERIOR

PASO 6: ABRIL 2001

1. LAYOUT FINAL



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha	Efraín Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha	1:250 Escala
--	--	-----------------

Título: LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 6	Plano: L-007
---	-----------------

## CONCLUSIONES

1. Cuando el objetivo es claro, esta bien definida la meta, entonces si el planeamiento es bueno se asegura un 90 % de éxito en el proyecto, en esta fase, y el 100% en la ejecución.
2. Es importante tener el control del proyecto, para hacer las correcciones necesarias si hubieran desviaciones.
3. Cuando se trabaja en equipo se suman los esfuerzos creándose una sinergia positiva, este equipo fue un grupo altamente efectivo, ya que se entregó el proyecto en el tiempo establecido a un menor costo de inversión.
4. Siempre hay formas de hacer las cosas mejor y más eficientemente.
5. La creatividad para resolver problemas se puso de manifiesto al enfrentarlos y resolverlos a satisfacción. Durante las fases de desarrollo del layout más adecuado, hubieron muchas discrepancias antes de llegar a un acuerdo del mejor arreglo, tanto para la operatividad así como también para el montaje, y mantenibilidad de los equipos.
6. Este trabajo ayudó al crecimiento de la planta así como a la unión de sus trabajadores, posteriormente esto le valió a Goodyear Perú para que sea visto por la Corporación como una planta invertible, es así que la Corporación decidió

invertir en la planta para transformarla en una planta de producción de llantas radiales de acero, tecnología de punta en la fabricación de neumáticos.

7. Con este proyecto se mejoró la tecnología en la fabricación de neumáticos, al contar con una extrusora duplex, se mejoró la calidad del producto y se incrementó la productividad en la fabricación de bandas de rodamiento.
8. Goodyear del Perú, exportó al mercado norteamericano entre los meses de abril a diciembre del 2,001, 8,000 neumáticos por mes a un monto de US\$ 480,000 mensuales.
9. Se aumentó la capacidad instalada de 3,600 a 3,800 neumáticos diarios.
10. Se redujo el desperdicio de material y reproceso de 0.1% a 0.05% del total de neumáticos almacenados.
11. La inversión se recuperó en 1.7 años.
12. Se redujo un turno de trabajo (8 horas) diario, con un ahorro por costo de compensación de US\$ 120,000 anuales.
13. La comunicación clara y oportuna es fundamental para no perder el control del proyecto, es importante mantener a todos los involucrados siempre bien informados.
14. Se puso en práctica lo aprendido en el curso “Gerencia de Proyectos”, adecuando el trabajo realizado, en un informe de una forma lógica.
15. Gracias a está y a las continuas mejoras realizadas en sus instalaciones y procesos, actualmente la producción alcanza los 4,200 neumáticos diarios, trabajando 7 días a la semana, 360 días al año. Con costos competitivos a nivel internacional, exportándose el 50% de la producción.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Global Master**

Manual de Procesos  
Goodyear Rubber & Tire Company

### **Gestión Integral de la Calidad (UNI)**

Curso del Programa de Titulación Profesional en el VI Ciclo de Actualización de Conocimientos 2004  
Profesor: Ing. Jorge Cuadros Blas

### **PMBOK GUIDE**

PMI Standards Committee  
Edición 2000

### **Gerencia de Proyectos (UNI)**

Curso del Programa de Titulación Profesional en el VI Ciclo de Actualización de Conocimientos 2004  
Profesor: Ing. Eduardo Morales Carrillo

### **Gestión de Proyectos (UPC)**

Curso de la Escuela de Post-Grado UPC – 2003  
Profesor: Ing. Gustavo Guerrero

### **Administración Exitosa de Proyectos**

Jack Gido y James P. Clements  
International Thomson Editores  
Edición 1999

### **Fundamentos de Administración Financiera**

J. Fred Weston & Eugene F. Brigham  
Mc Graw Hill  
1era edición

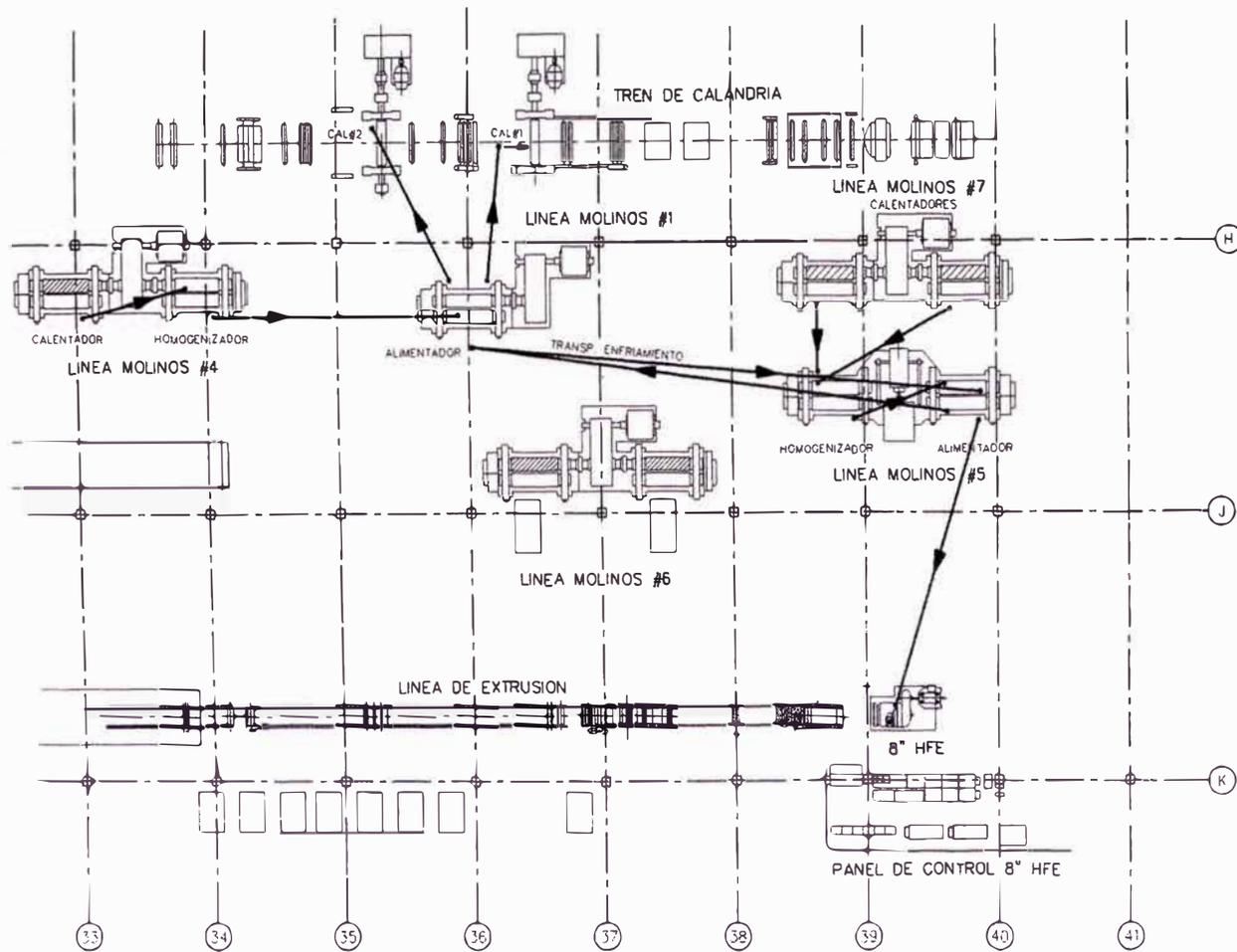
### **Principios de Finanzas Corporativas**

Richard A. Brealey & Stewart C. Myers  
Mc Graw Hill  
5ta edición

## PLANOS

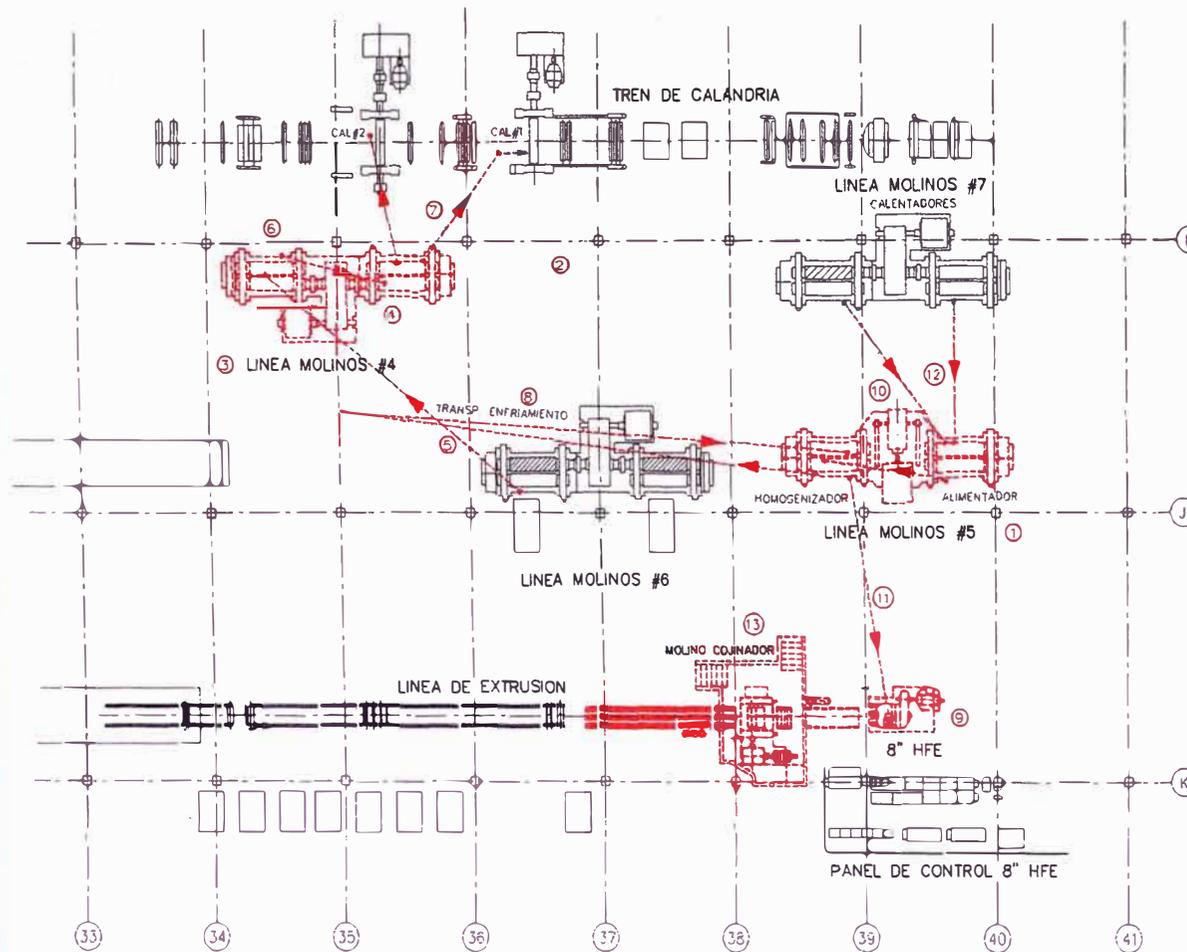
L-001	Extrusora simple 8" HFE con molinos
L-002	Línea de extrusión duplex. Paso 1
L-003	Línea de extrusión duplex. Paso 2
L-004	Línea de extrusión duplex. Paso 3
L-005	Línea de extrusión duplex. Paso 4
L-006	Línea de extrusión duplex. Paso 5
L-007	Línea de extrusión duplex. Paso 6
PE-001	Restauración de base de la cabeza de extrusora duplex
PE-002	Diagrama típico hidrotérmico extrusora duplex 8" x 8"
PE-003	Base de acero desplazable para extrusora lado base
PE-004	Conjunto de deslizamiento horizontal extrusora 8"
PE-005	Rodillo de deslizamiento horizontal extrusora 8"
PE-006	Bloque para deslizamiento horizontal extrusora 8"
PE-007	Guía para desplazamiento horizontal extrusora 8"
PE-008	Detalle de zapata extrusora duplex
PE-009	Zapata para base de acero extrusora duplex- Corte A-A
PE-010	Faja transportadora Típica

- PE-011      Ubicación de placas de apoyo de molino dual de 84”
- PE-012      Cimentación molino dual de 84” – Estructuras
- PE-013      Cimentación molino dual de 84” – Estructuras/Cortes
- PE-014      Cimentación molino dual de 84” – Estructuras/Cortes



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha		Efraim Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha		1:250 Escala
Título: <b>EXTRUSORA SIMPLE 8° HFE CON MOLINOS</b>			Plano <b>L-001</b>	

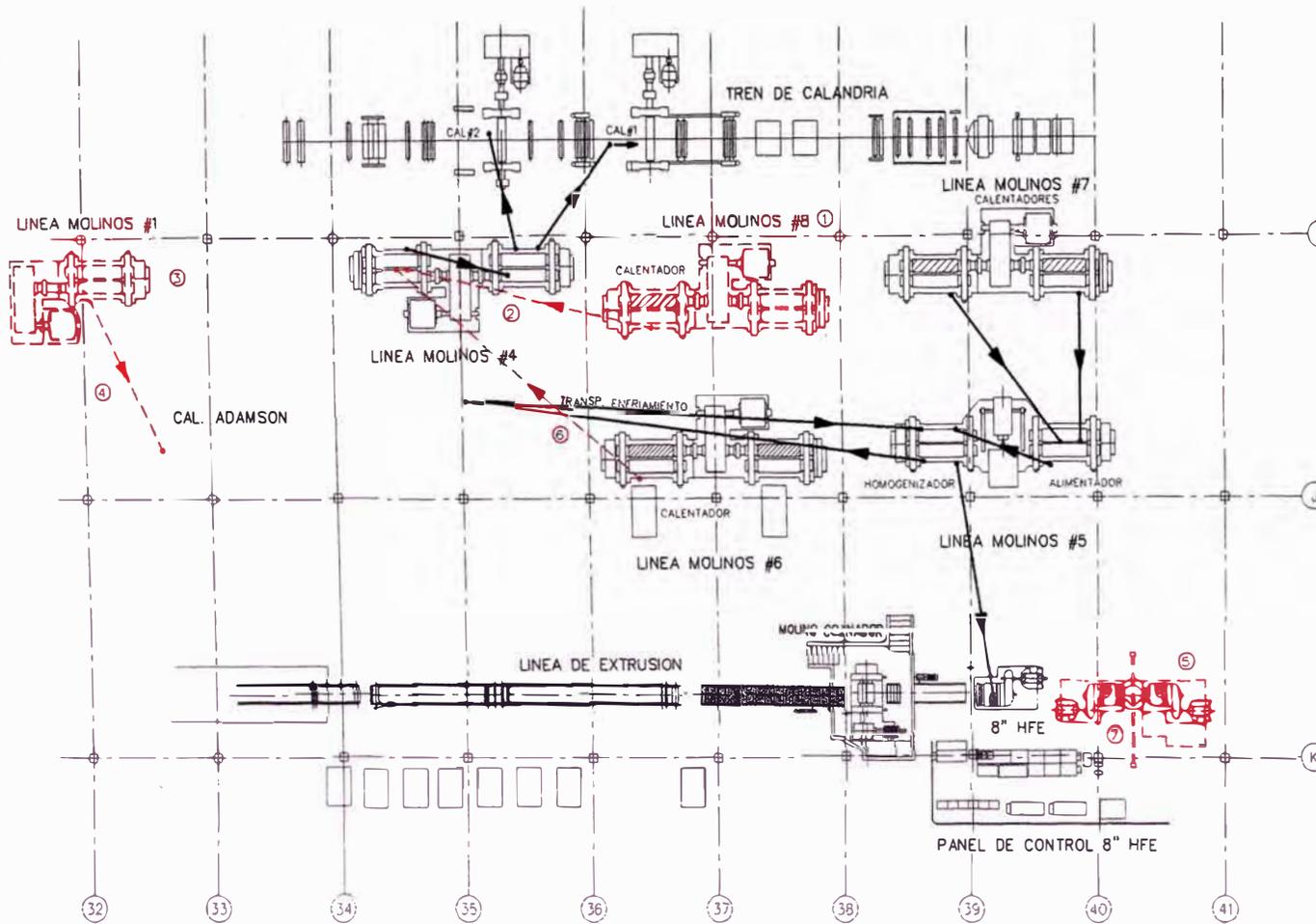


PASO 1: PARADA DE PLANTA 15 DIAS MEDIADOS DIC. 2000  
HASTA 2 ENERO 2001 ARRANQUE DE PLANTA

- 1.-REUBICAR LINEA DE MOLINO #5
- 2.-RETIRAR LINEA DE MOLINO #1
- 3.-REUBICAR Y ACONDICIONAR LINEA DE MOLINO #4
- 4.-REEMPLAZAR RODILLO CORRUGADO X RODILLO LISO  
MOLINO #4 ALIMENTADOR
- 5.-INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #4 Y #6
- 6.-INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS DE LA LINEA #4
- 7.-REUBICAR TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A CALANDRIA #1 Y #2
- 8.-REUBICAR TRANSPORTADORES DE ENFRIAMIENTO SOBRE LINEA DE MOLINOS #5
- 9.-ELEVAR EXTRUSORA 8" SIMPLE
- 10.-REUBICAR TRANSPORTADORES ENTRE MOLINOS LINEA #5
- 11.-REUBICAR TRANSPORTADOR DE ALIMENTACION ENTUBADORA 8" SIMPLE
- 12.-REUBICAR TRANSPORTADORES ENTRE LINEA DE MOLINOS #7 Y #5
- 13.-REUBICAR CUSHION MILL

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Costillo Dibujado		Feb. 2005 Fecha	Efraín Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha
Título: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 1</b>				Escala: 1:250
Plano: <b>L-002</b>				



PASO 2: ENERO 2001 PLANTA OPERANDO

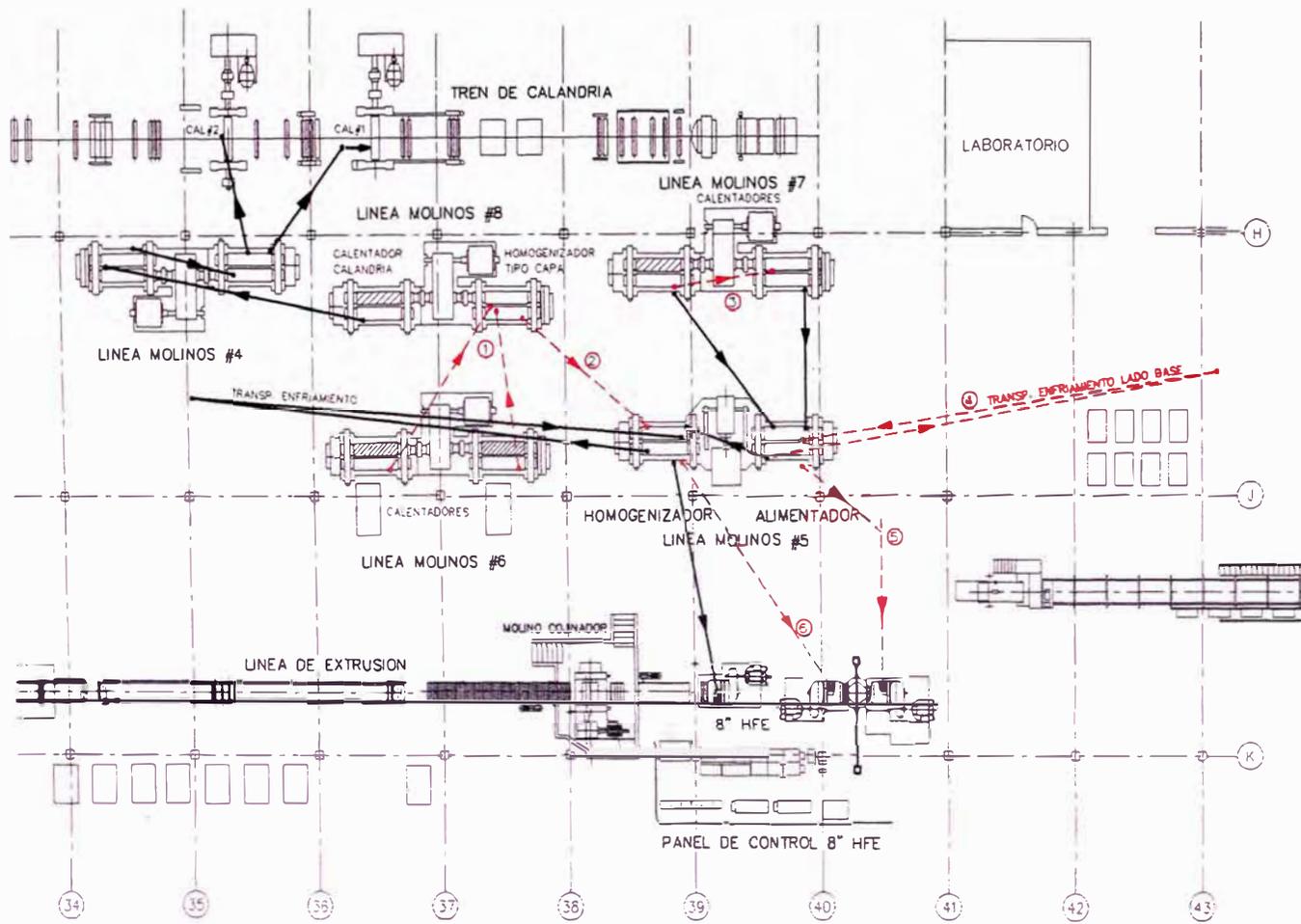
1. INSTALAR LINEA DE MOLINOS #8
2. INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #8 Y #4
3. REINSTALAR LINEA DE MOLINOS #1
4. INSTALAR TRANSPORTADOR DE ALIMENTACION LINEA DE MOLINO #1 A CALANDRIA
5. INSTALAR EXTRUSORA DUPLEX 8" HFE X 8" HFE
6. DESMONTAJE TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #4 Y #6
7. INSTALAR MONORIEL 7.5 TN/1 TN PARA MONTAJE/DESMONTAJE CABEZAL Y MATRICES EXTRUSORA DUPLEX

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>			
Pedro Caetllo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efraín Golarza Revisado	Feb. 2005 Fecha
Escala: 1:250		Plano: L-003	
Título: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 2</b>			Plano: <b>L-003</b>

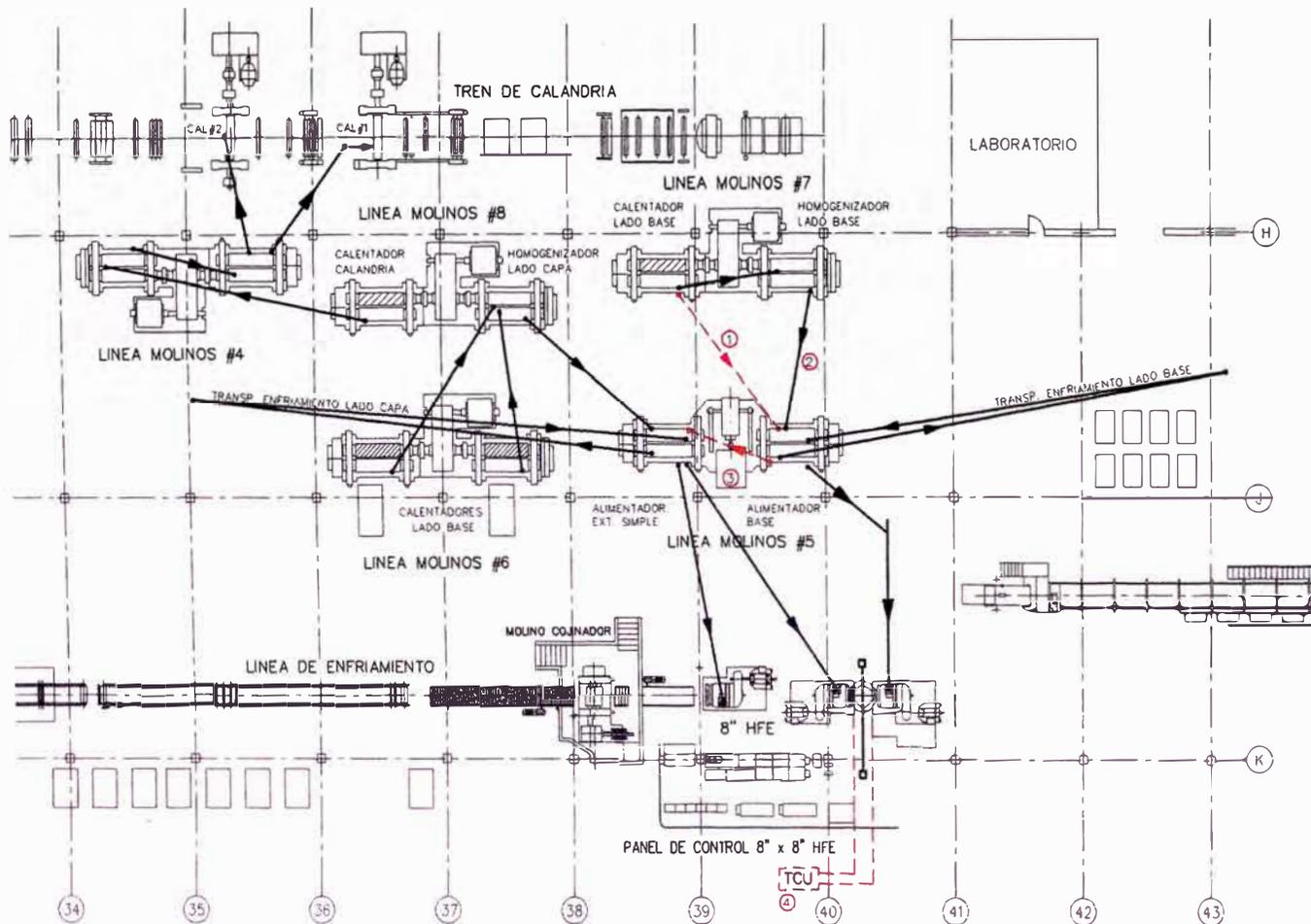


PASO 3: ENERO/FEBRERO 2001 PLANTA OPERANDO

1. INSTALAR TRANSPORTADORES DE LINEA DE MOLINOS #8 A LINEA DE MOLINOS #6
2. INSTALAR TRANSPORTADOR DE LINEA DE MOLINOS #7 A LINEA DE MOLINOS #8
3. INSTALAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS 7
4. TRANSPORTADOR DE ENFRIAMIENTO LINEA MOLINOS #5 LADO BASE
5. INSTALAR TRANSPORTADORES DE ALIMENTACION A EXTRUSORA DUPLEX LADO BASE
6. INSTALAR DE ALIMENTACION A EXTRUSORA DUPLEX LADO CAPA

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Eirraín Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	1:250 Escala
Título: LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 3				Plano: L-004

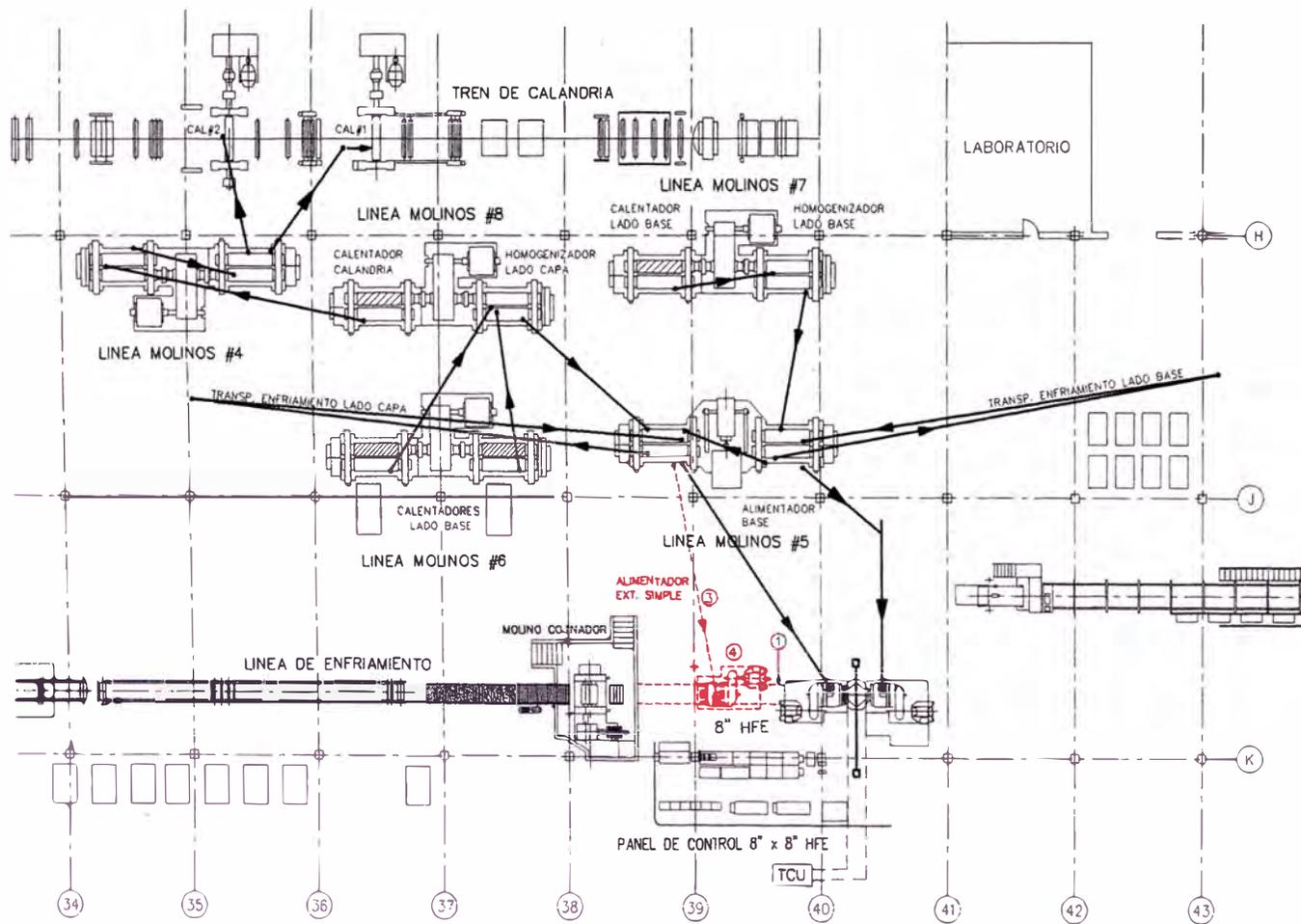


PASO 4: FEBRERO 2001

1. RETIRAR TRANSPORTADOR ENTRE LINEA DE MOLINOS #7 Y LINEA DE MOLINOS #5
2. REUBICAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINO LINEA #7 Y LINEA #5
3. RETIRAR TRANSPORTADOR ENTRE MOLINOS LINEA #5
4. INSTALAR CONTROL DE TEMPERATURA (TCU) EXTRUSORA DUPLEX

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Coastillo	Feb. 2005	Efraim Galarza	Feb. 2005	1:250
Dibujado	Fecha	Revisado	Fecha	Escala
Título: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 4</b>				Plano: <b>L-005</b>

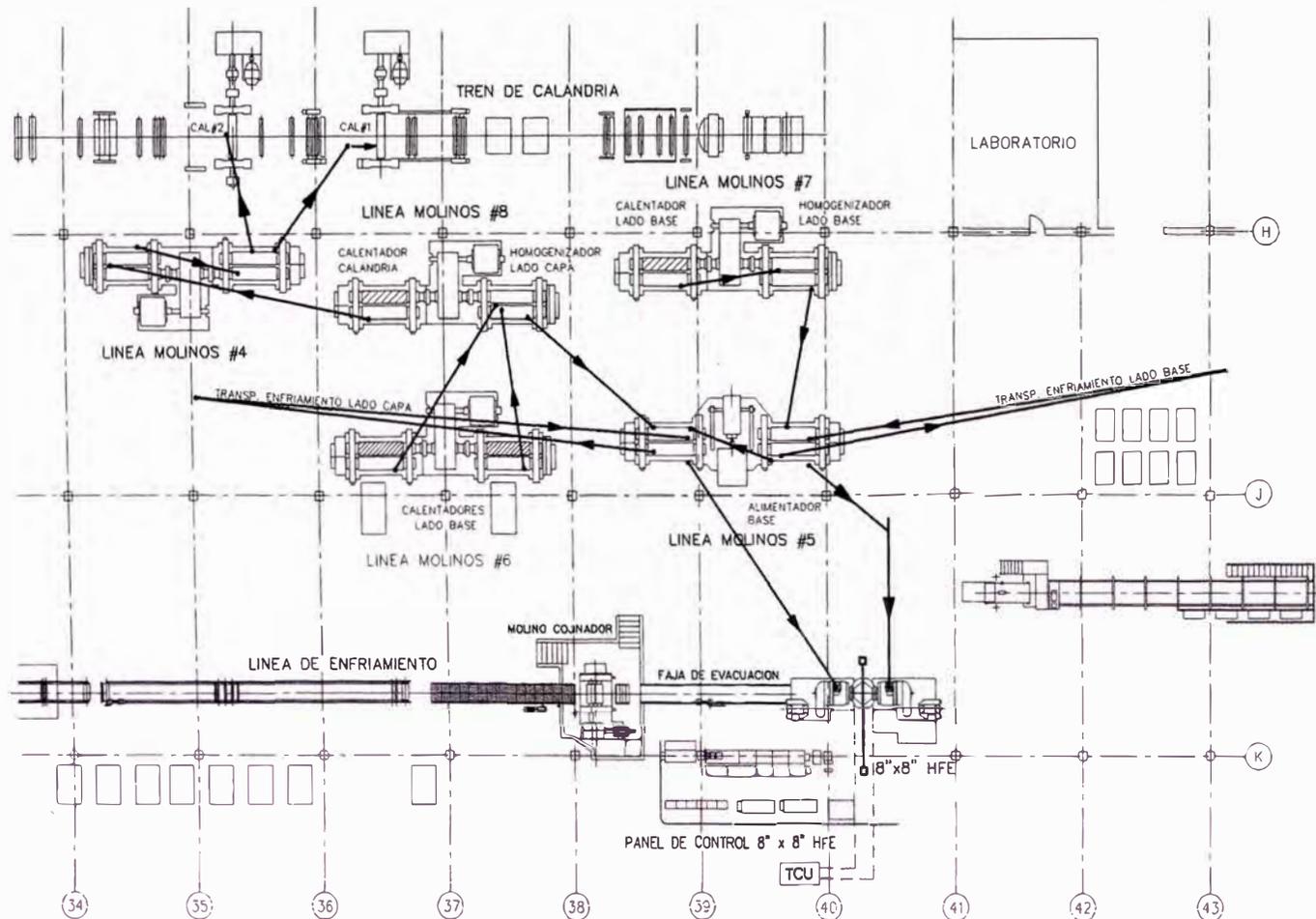


PASO 5: MARZO / ABRIL 2001

1. INSTALACION DE FAJA TAKE AWAY EXTRUSORA DUPLEX
2. PRUEBAS CON MATRICES DUPLEX
3. DESMONTAJE TRANSPORTADOR ALIMENTACION EXTRUSORA SIMPLE
4. DESMONTAJE EXTRUSORA SIMPLE

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	→

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Coetillo Feb. 2005 Dibujado		Efraim Galarza Feb. 2005 Revisado		1:250 Escala
Título: <b>LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 5</b>				Plano: <b>L-006</b>

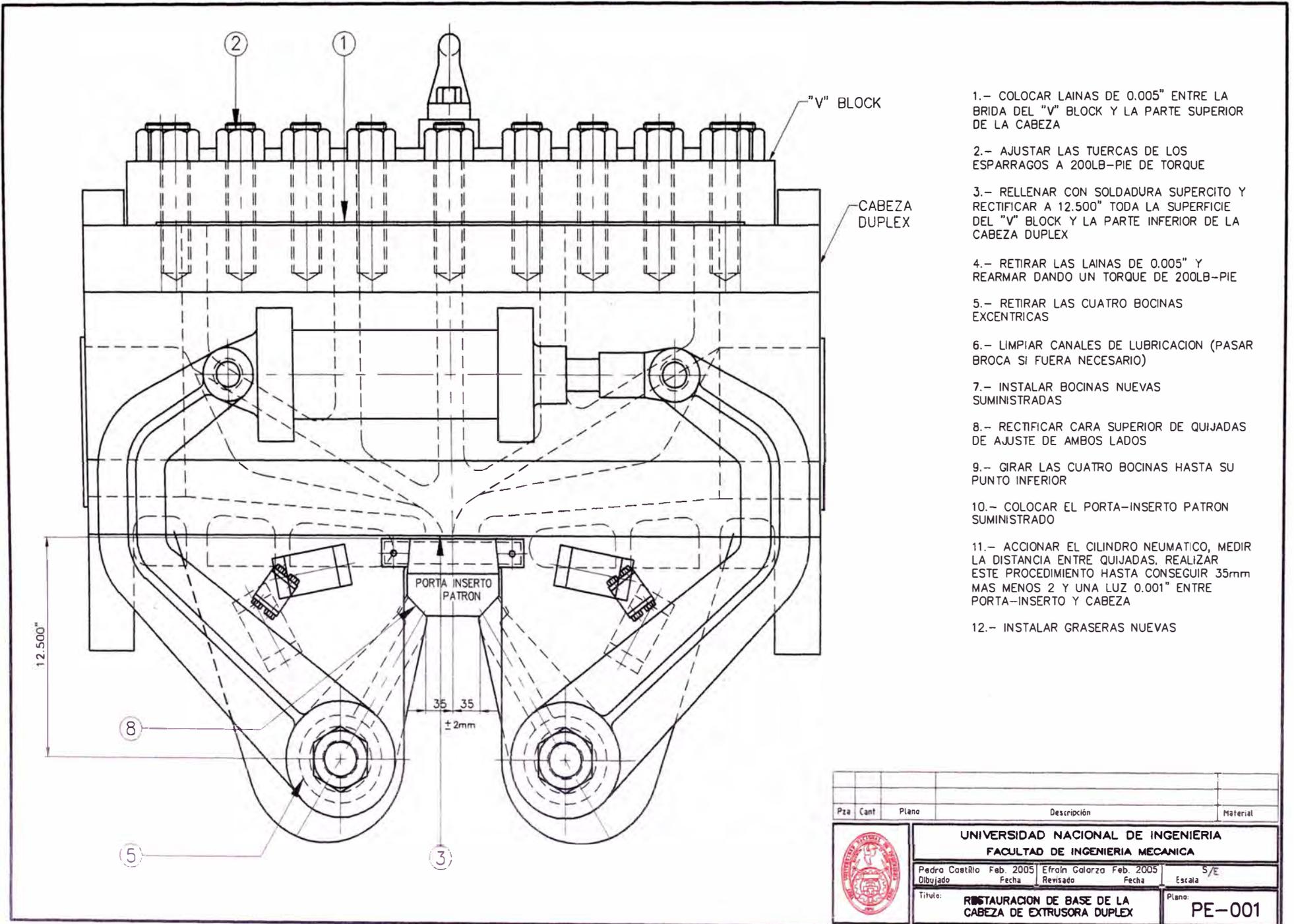


PASO 6: ABRIL 2001

1. LAYOUT FINAL

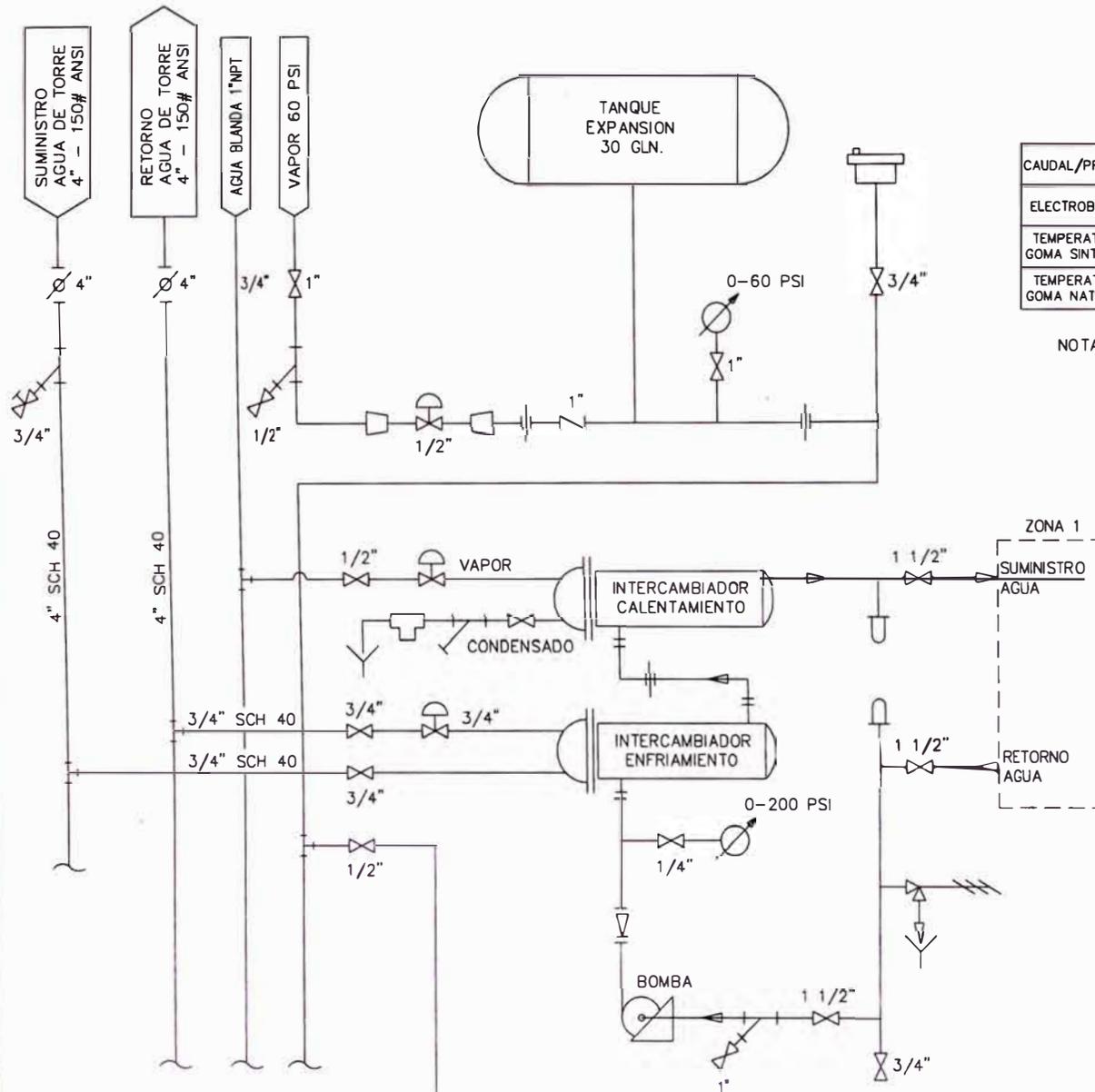
LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
FAJA TRANSPORTADORA	

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Castillo Feb. 2005 Dibujado Fecha		Efraín Galarza Feb. 2005 Revisado Fecha		1:250 Escala
Titulo: LINEA DE EXTRUSION DUPLEX PASO 6				Plano: L-007



- 1.- COLOCAR LAINAS DE 0.005" ENTRE LA BRIDA DEL "V" BLOCK Y LA PARTE SUPERIOR DE LA CABEZA
- 2.- AJUSTAR LAS TUERCAS DE LOS ESPARRAGOS A 200LB-PIE DE TORQUE
- 3.- RELLENAR CON SOLDADURA SUPERCITO Y RECTIFICAR A 12.500" TODA LA SUPERFICIE DEL "V" BLOCK Y LA PARTE INFERIOR DE LA CABEZA DUPLEX
- 4.- RETIRAR LAS LAINAS DE 0.005" Y REARMAR DANDO UN TORQUE DE 200LB-PIE
- 5.- RETIRAR LAS CUATRO BOCINAS EXCENTRICAS
- 6.- LIMPIAR CANALES DE LUBRICACION (PASAR BROCA SI FUERA NECESARIO)
- 7.- INSTALAR BOCINAS NUEVAS SUMINISTRADAS
- 8.- RECTIFICAR CARA SUPERIOR DE QUIJADAS DE AJUSTE DE AMBOS LADOS
- 9.- GIRAR LAS CUATRO BOCINAS HASTA SU PUNTO INFERIOR
- 10.- COLOCAR EL PORTA-INSERTO PATRON SUMINISTRADO
- 11.- ACCIONAR EL CILINDRO NEUMATICO, MEDIR LA DISTANCIA ENTRE QUIJADAS. REALIZAR ESTE PROCEDIMIENTO HASTA CONSEGUIR 35mm MAS MENOS 2 Y UNA LUZ 0.001" ENTRE PORTA-INSERTO Y CABEZA
- 12.- INSTALAR GRASERAS NUEVAS

Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>				
Pedro Costillo Feb. 2005		Efraín Galarza Feb. 2005		5/E
Dibujado		Revisado		Escala
Titulo: <b>RESTAURACION DE BASE DE LA CABEZA DE EXTRUSORA DUPLEX</b>				Plano: <b>PE-001</b>



CAUDAL/PRESION	LADO BASE			LADO CAPA		
	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6
	CAJA DE ALIMENT.	BARRIL	CABEZAL V-BLOCK	CAJA DE ALIMENT.	BARRIL	CABEZAL V-BLOCK
ELECTROBOMBA	30 GPM ⊕ 35 PSI					
TEMPERATURA GOMA SINTETICA	35 °C	50 °C	75 °C	35 °C	50 °C	75 °C
TEMPERATURA GOMA NATURAL	35 °C	50 °C	85 °C	35 °C	50 °C	85 °C

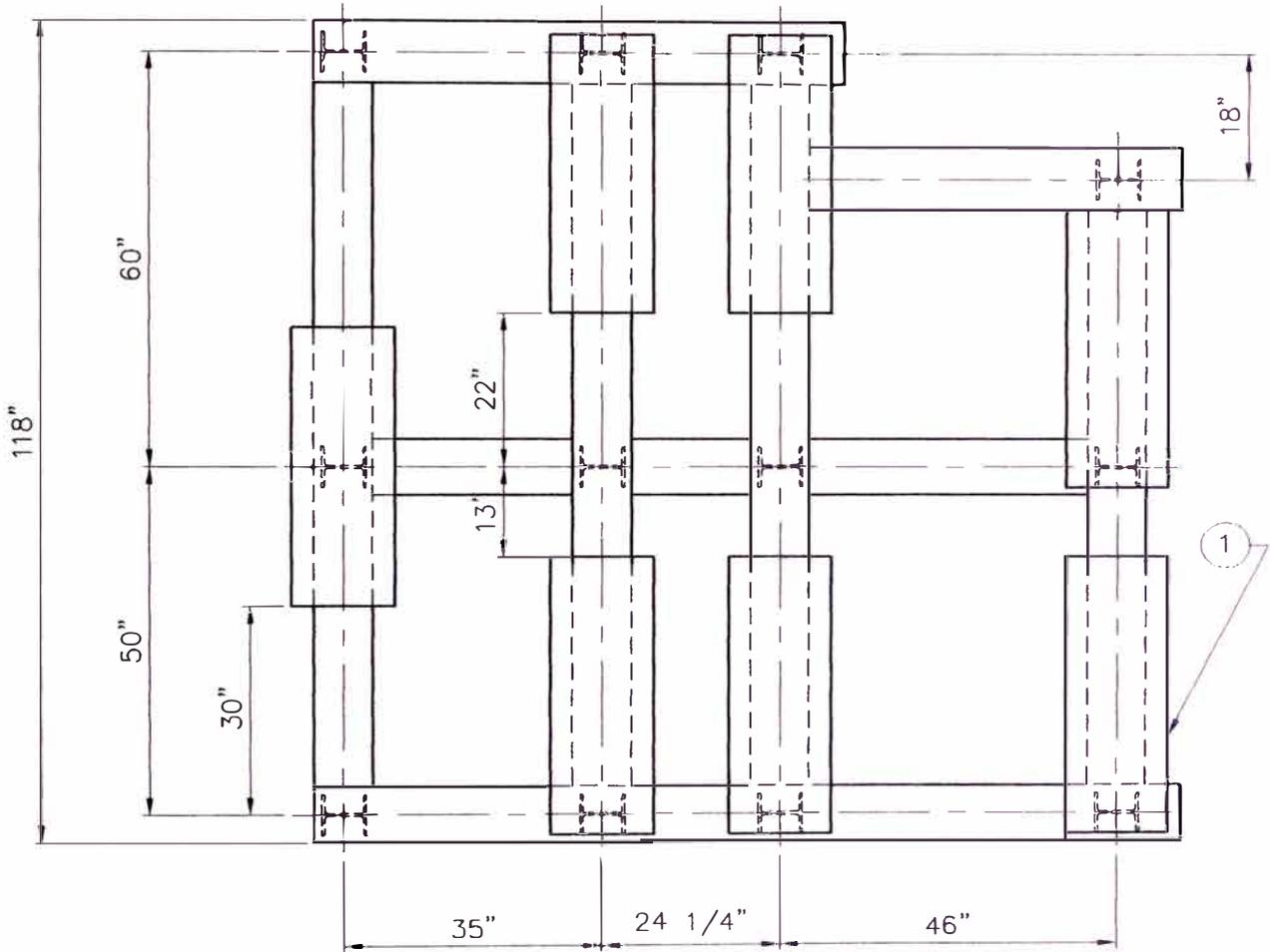
NOTA : LOS TORNILLO DE AMBAS EXTRUSORAS SON REFRIGERADOS DIRECTAMENTE CON AGUA DE TORRE A 25°C PROMEDIO. EL PORTA-INSERTO, SE CALIENTA DIRECTAMENTE CON VAPOR SATURADO.

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	VALVULA DESAERADORA
	VALVULA CHECK
	MANOMETRO DE PRESION
	VALVULA DE BOLA . CIERRE RAPIDO
	UNION UNIVERSAL
	VALVULA DE DIAFRAGMA
	REDUCCION CAMPANA DE ACERO SCH 40
	FILTRO TIPO "Y"
	BOMBA CENTRIFUGA
	TRAMPA DE VAPOR TIPO BALDE INVERTIDO
	VALVULA TIPO COMPUERTA
	VALVULA DE ALIVIO
	RETORNO A LINEA DE AGUA DE TORRE

NOTA : ESTE MISMO ESQUEMA SE REPITE PARA LAS 6 ZONAS DEL HIDROTHERMICO

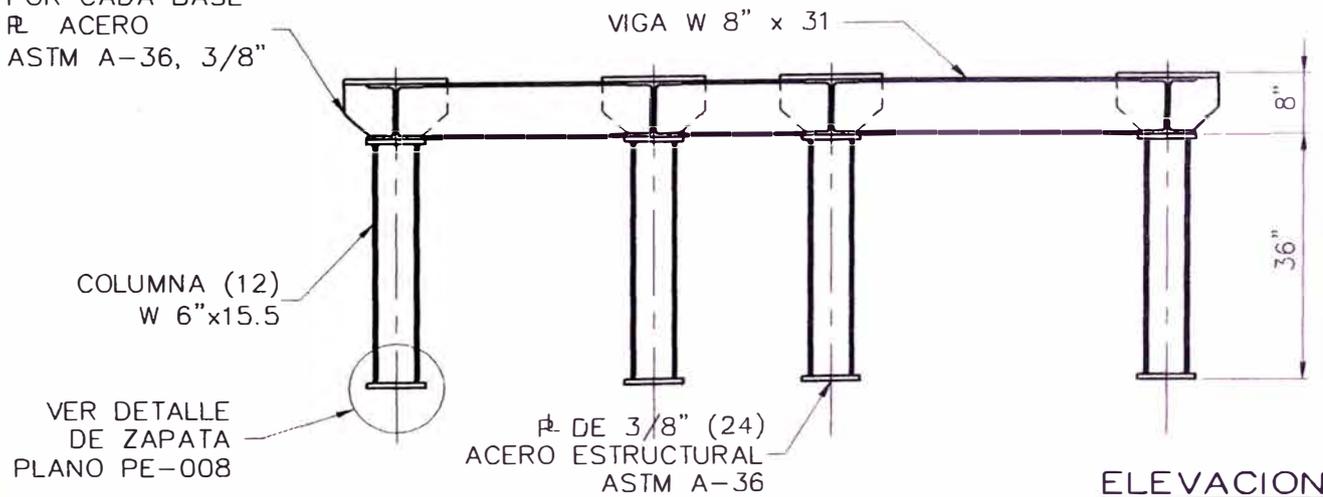


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>				
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				
Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efram Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	S / E Escala
Titulo: <b>DIAGRAMA TIPICO HIDROTHERMICO EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8"</b>				Plano: <b>PE-002</b>



PLANTA

CARTELA (10)  
 POR CADA BASE  
 R ACERO  
 ASTM A-36, 3/8"



ELEVACION

1	7	PE-004	CONJUNTO DE DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8"	SEGUN PLANO
Pza	Cant	Plano	Descripción	Material

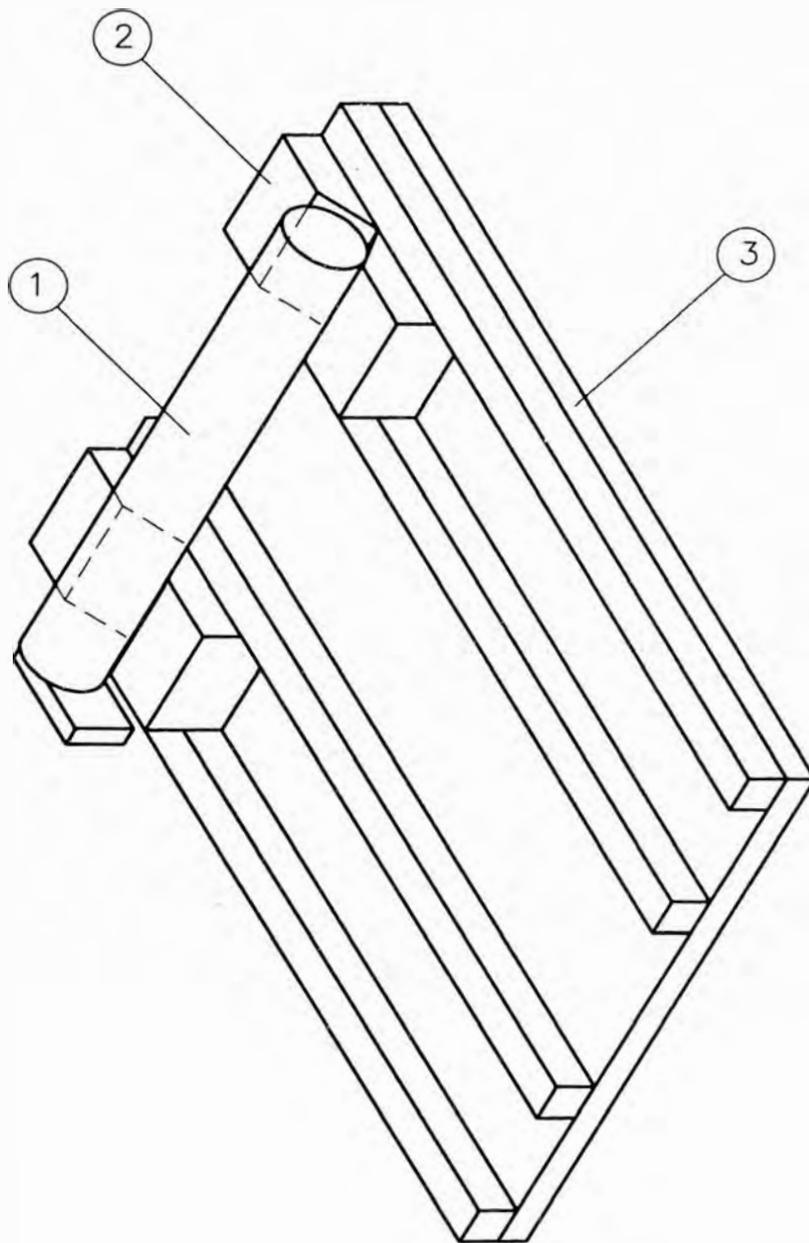


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efraim Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	S / E Escala
----------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------	-----------------

Título:  
**BASE DE ACERO DESPLAZABLE PARA EXTRUSORA LADO BASE**

Plano:  
**PE-003**



3	1	PE-007	GUIA PARA DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)	ACERO ASTM A-36
2	2	PE-006	BLOQUE PARA DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)	ACERO SAE 1045
1	1	PE-005	RODILLO DE DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)	ACERO ASTM A-36
Pza	Cant	Plano	Descripción	Material



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo  
Dibujado

Feb. 2005  
Fecha

Efraín Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

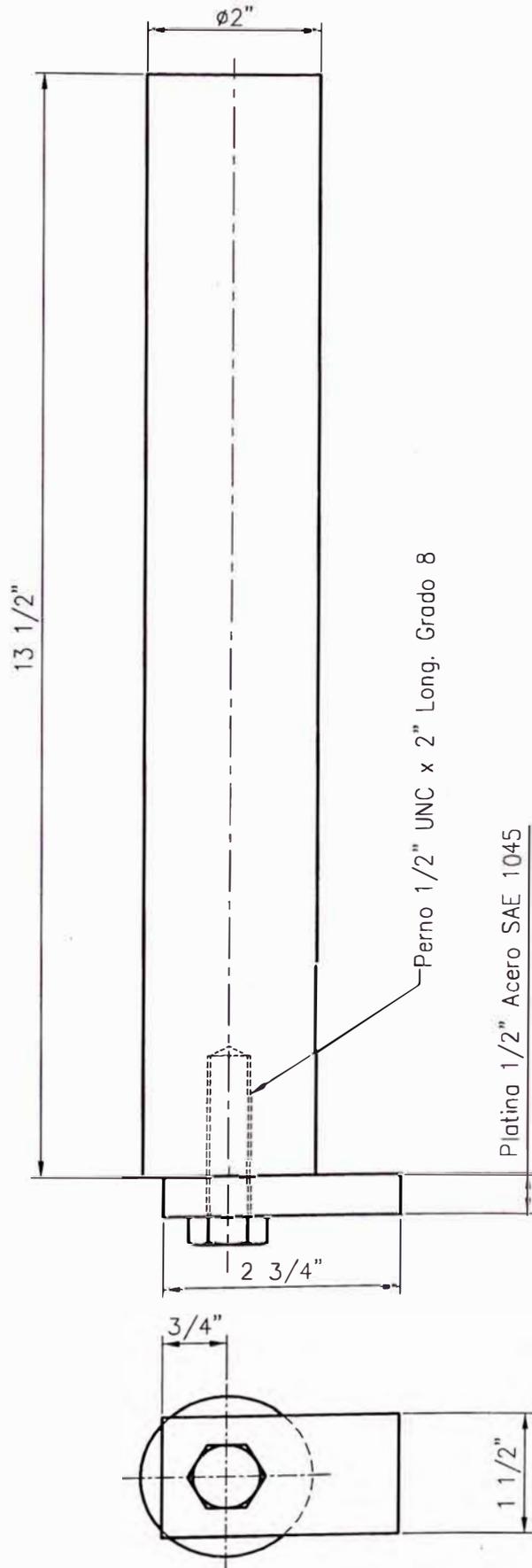
S / E  
Escala

Título:

**GUIA DE DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)**

Plano

**PE-004**



MATERIAL : ACERO SAE 4340 BONIFICADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo  
Dibujado

Feb. 2005  
Fecha

Efraín Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

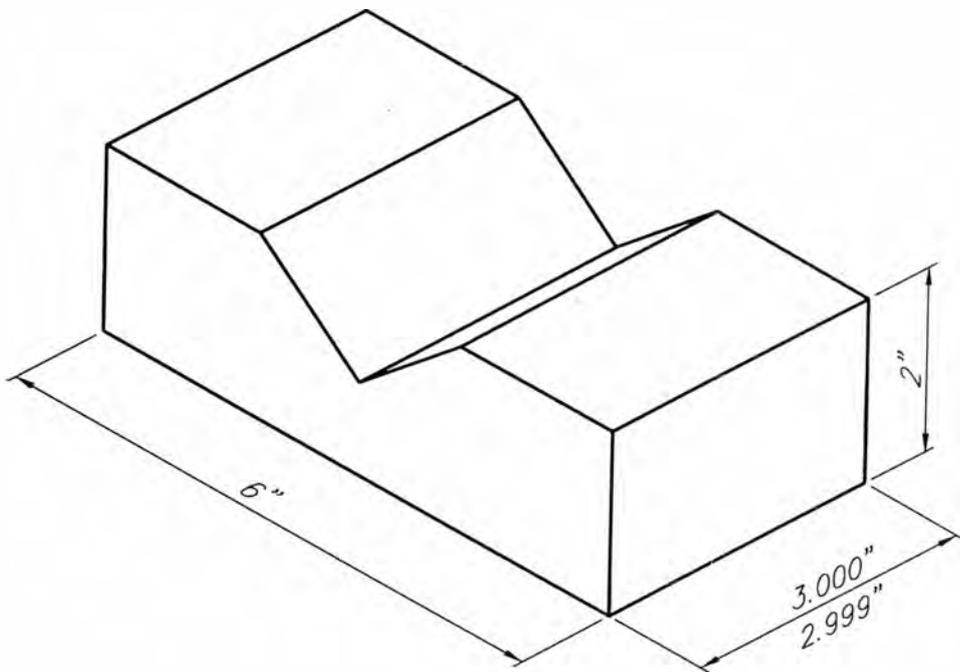
S / E  
Escala

Título:

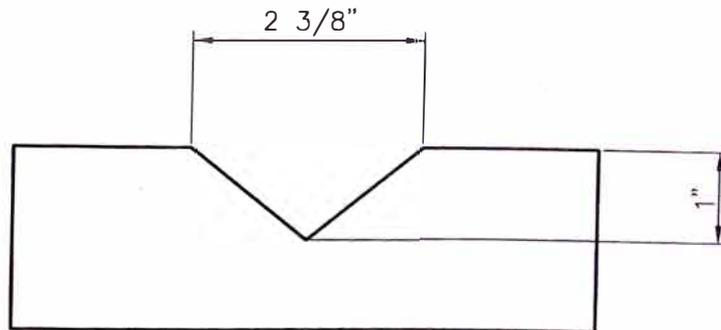
RODILLO DE DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)

Plano

PE-005



MATERIAL : ACERO SAE 1045



DETALLE RANURA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo  
Dibujado

Feb. 2005  
Fecha

Efrain Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

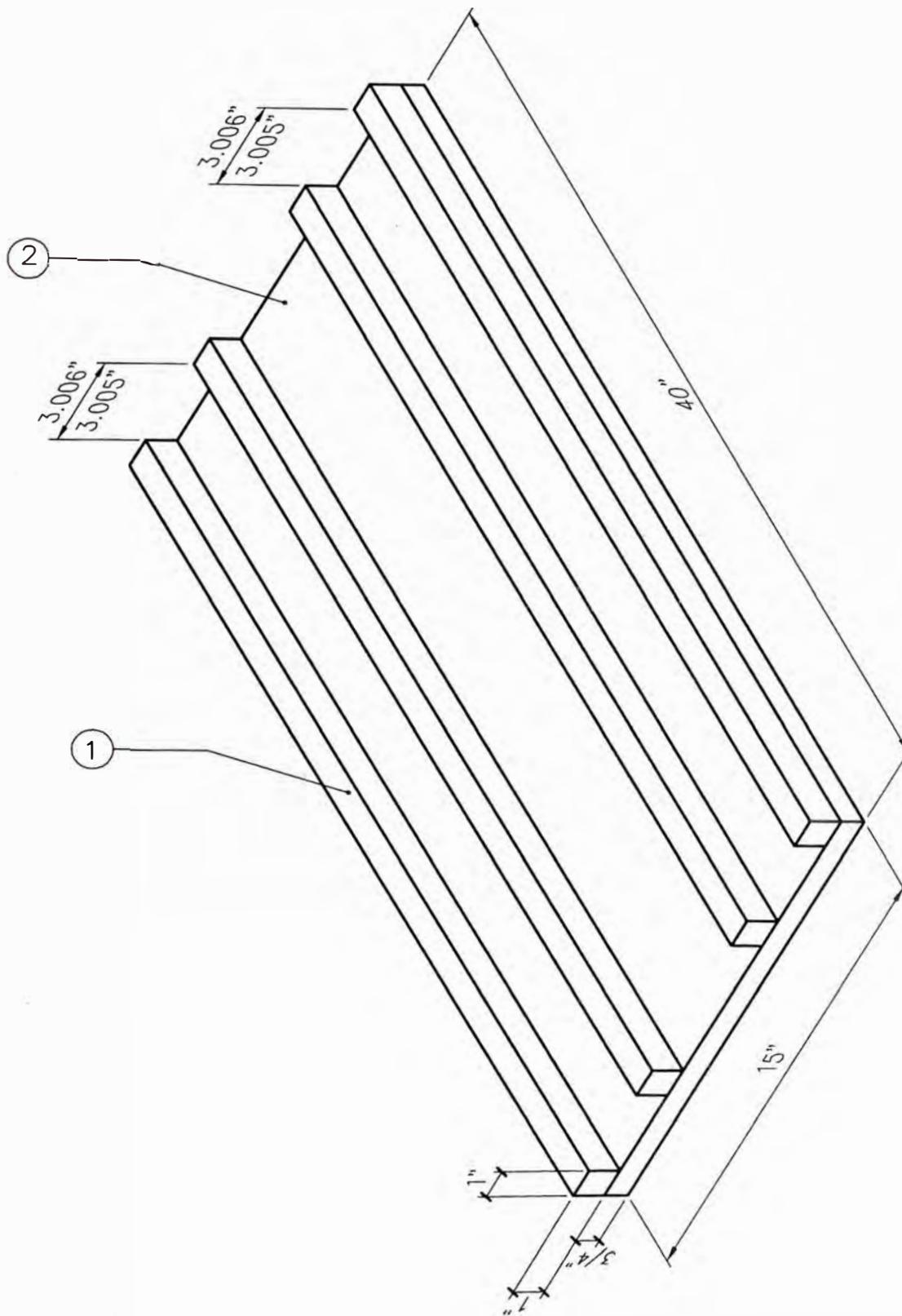
S / E  
Escala

Título:

BLOQUE PARA DESLIZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA DUPLEX 8"

Plano:

PE-006



Pza	Cant	Plano	Descripción	Material
2	1		PLANCHA DE ACERO ESTRUCTURAL 3/4" x 15" x 40"	ACERO ASTM A-36
1	4		BARRA CUADRADA 1" x 1"	ACERO ASTM A-36

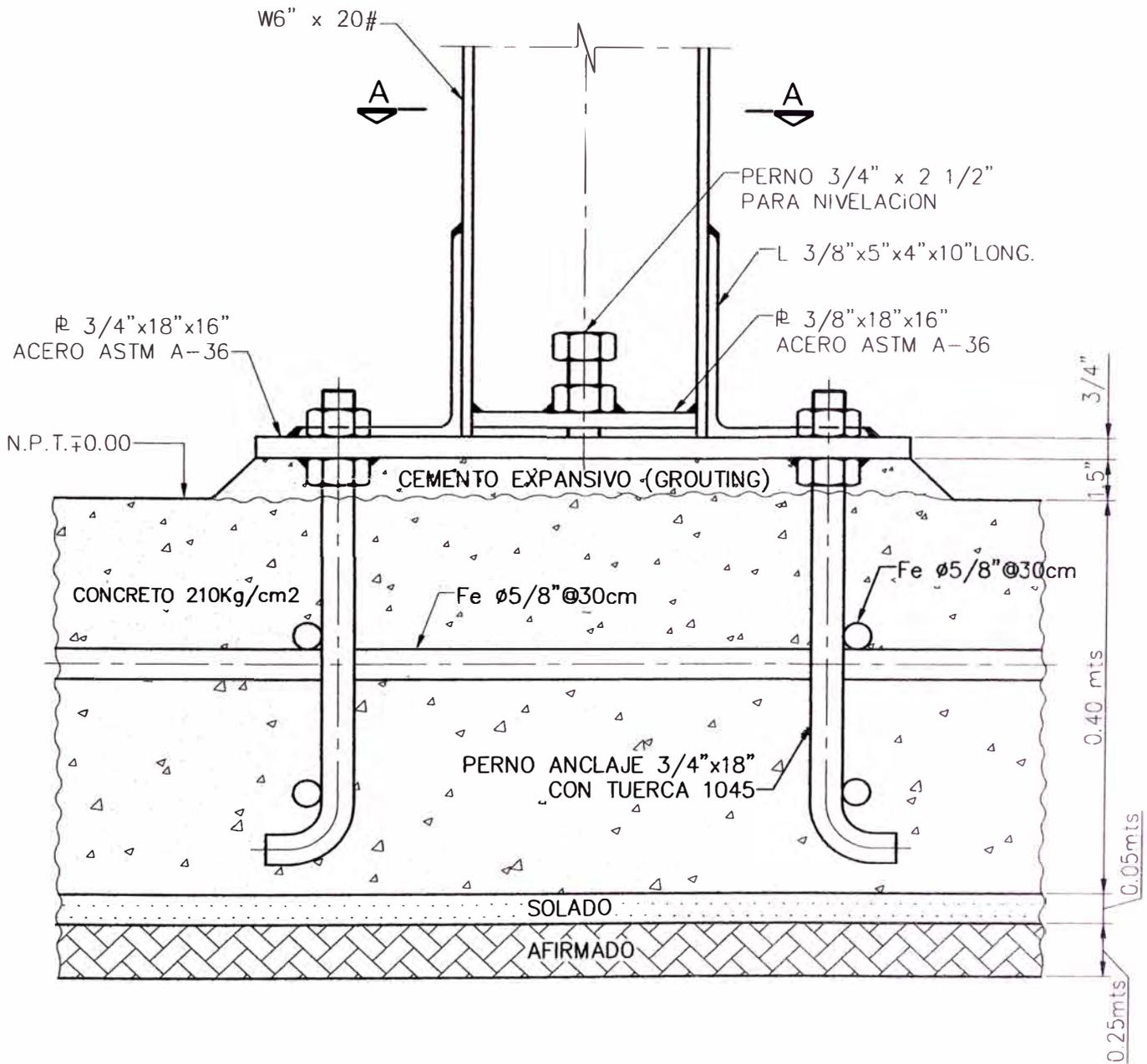


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efrain Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	S / E Escala
----------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------	-----------------

Título:  
**GUIA PARA DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL EXTRUSORA 8" (DUPLEX)**

Plano: **PE-007**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo  
 Dibujado

Feb. 2005  
 Fecha

Efrain Galarza  
 Revisado

Feb. 2005  
 Fecha

S / E  
 Escala

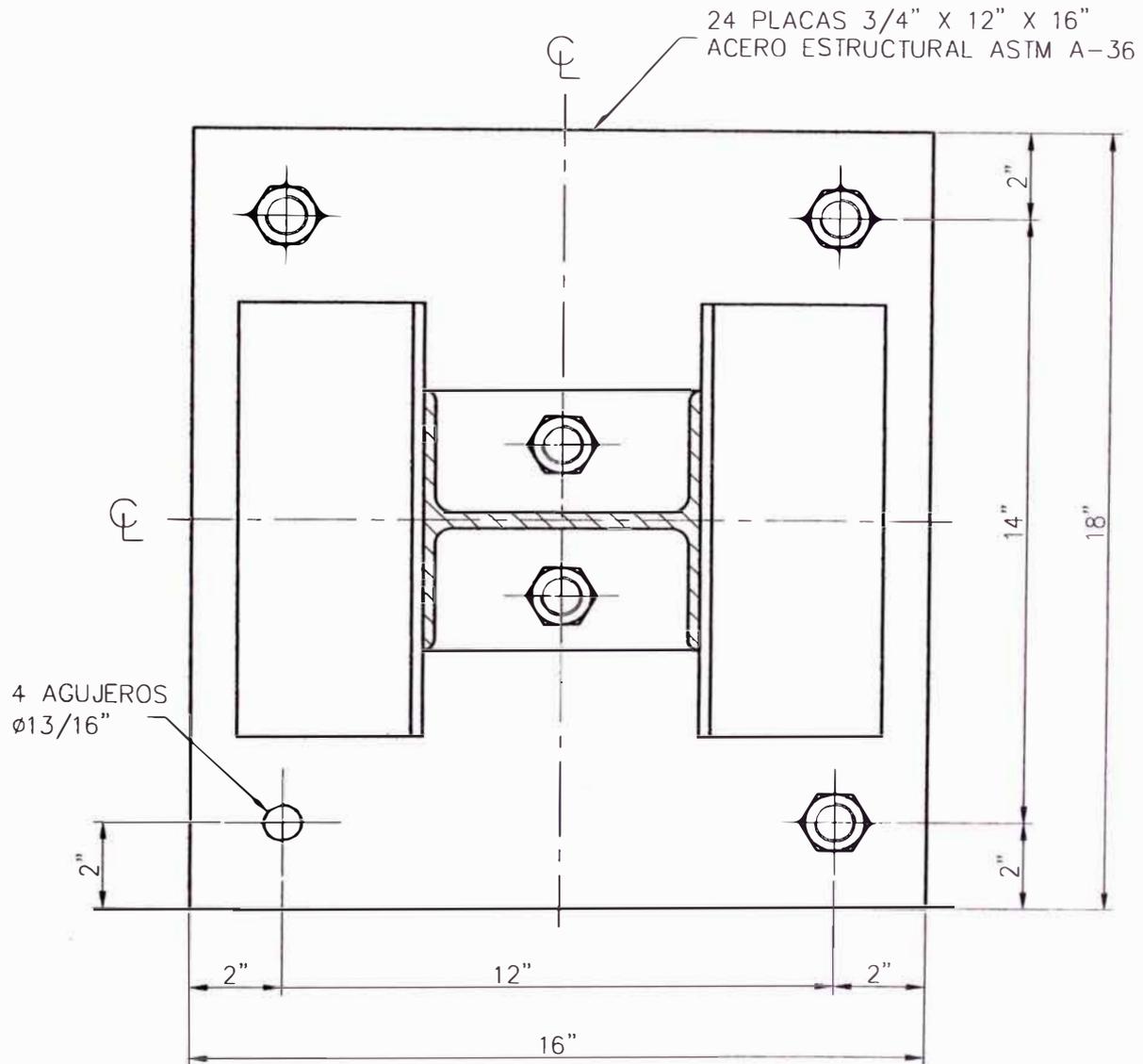
Titulo:

**DETALLE DE ZAPATA EXTRUSORA DUPLEX**

Plano:

**PE-008**





**CORTE A-A**  
VER DIBUJO PE-008



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo  
Dibujado

Feb. 2005  
Fecha

Efrain Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

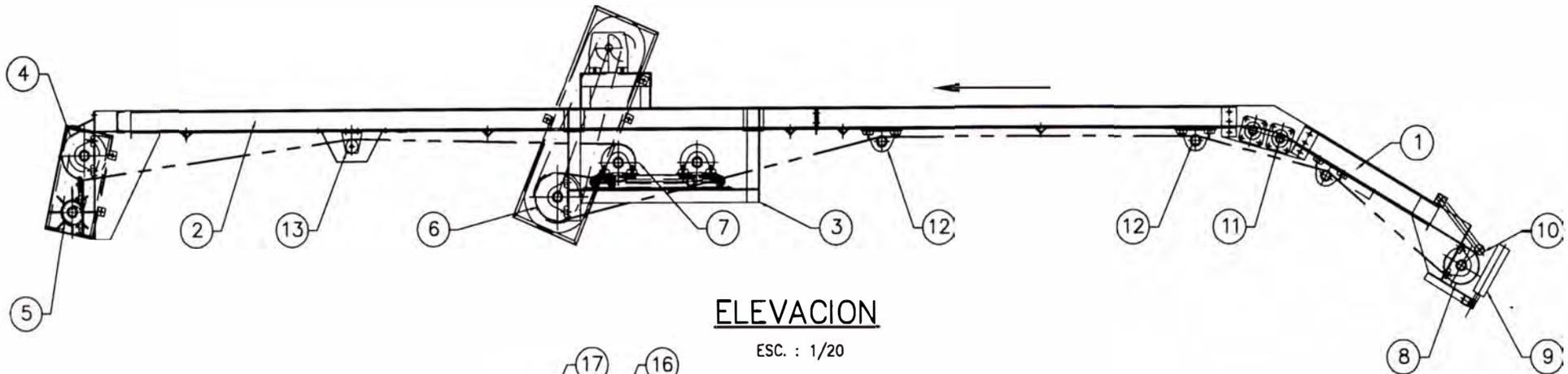
S / E  
Escala

Título:

**ZAPATA PARA BASE DE ACERO EXTRUSORA DUPLEX**

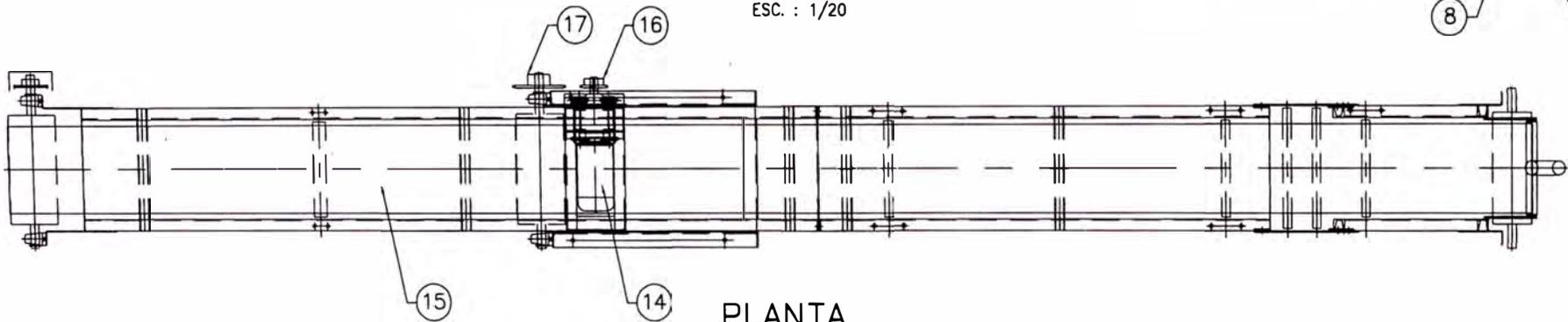
Plano:

**PE-009**



**ELEVACION**

ESC. : 1/20



**PLANTA**

ESC. : 1/20

17	1	PIÑON CONDUcido Z=30, PASO 3/4"		
16	1	PIÑON MOTRIZ Z=19, PASO 3/4"		
15	1	FAJA 15" NYLON-NYLON 3 PUEGOS		
14	1	MOTOREDUCTOR 3 HP/100 RPM SEW 440 V / 60 Hz / 3 Ph		
13	1	RODILLO RETORNO #2" TUBO SCH 40	ACERO SAE 1020	
12	3	RODILLO DEFLECTOR #1 1/2" EJE DE ACERO	ACERO SAE 1020	
11	2	RODILLO DEFLECTOR #1 1/4" EJE DE ACERO	ACERO SAE 1020	
10	1	RODILLO PRESIONADOR #2" TUBO SCH 40	ACERO ASTM A-120	
9	1	RODILLO GUIA #2" TUBO SCH 40	ACERO ASTM A-120	
8	1	POLEA DE COLA #6"	ACERO SAE 1020	
7	1	POLEA TENSORA #6"	ACERO SAE 1020	
6	1	POLEA MOTRIZ #8"	ACERO SAE 1020	
5	1	POLEA BOTADORA #4"	ACERO SAE 1020	
4	1	POLEA DE CABEZA #8"	ACERO SAE 1020	
3	1	BASTIDOR MOTRIZ L 2" x 2" x 1/4"	ACERO ASTM A-36	
2	1	BASTIDOR INTERMEDIO C 4" x 4.5#	ACERO ASTM A-36	
1	1	BASTIDOR DE COLA C 4" x 4.5#	ACERO ASTM A-36	
Pza	Cant	Plano	Descripción	Material

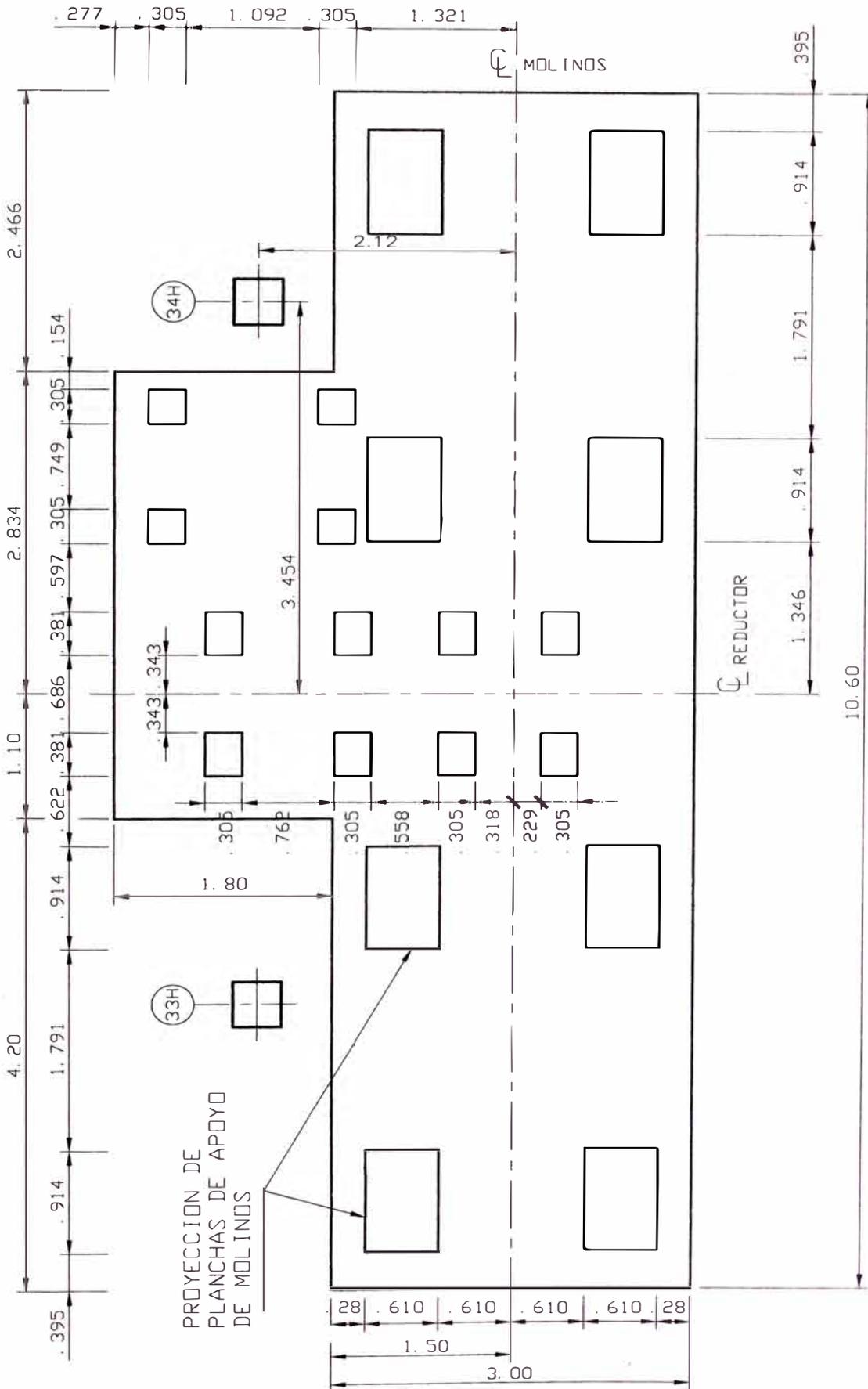


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

Pedro Castillo Dibujado	Feb. 2005 Fecha	Efraín Galarza Revisado	Feb. 2005 Fecha	1 : 20 Escala
----------------------------	--------------------	----------------------------	--------------------	------------------

Título: **FAJA TRANSPORTADORA TIPICA EXTRUSORA DUPLEX 8" x 8"**

Plano: **PE-010**

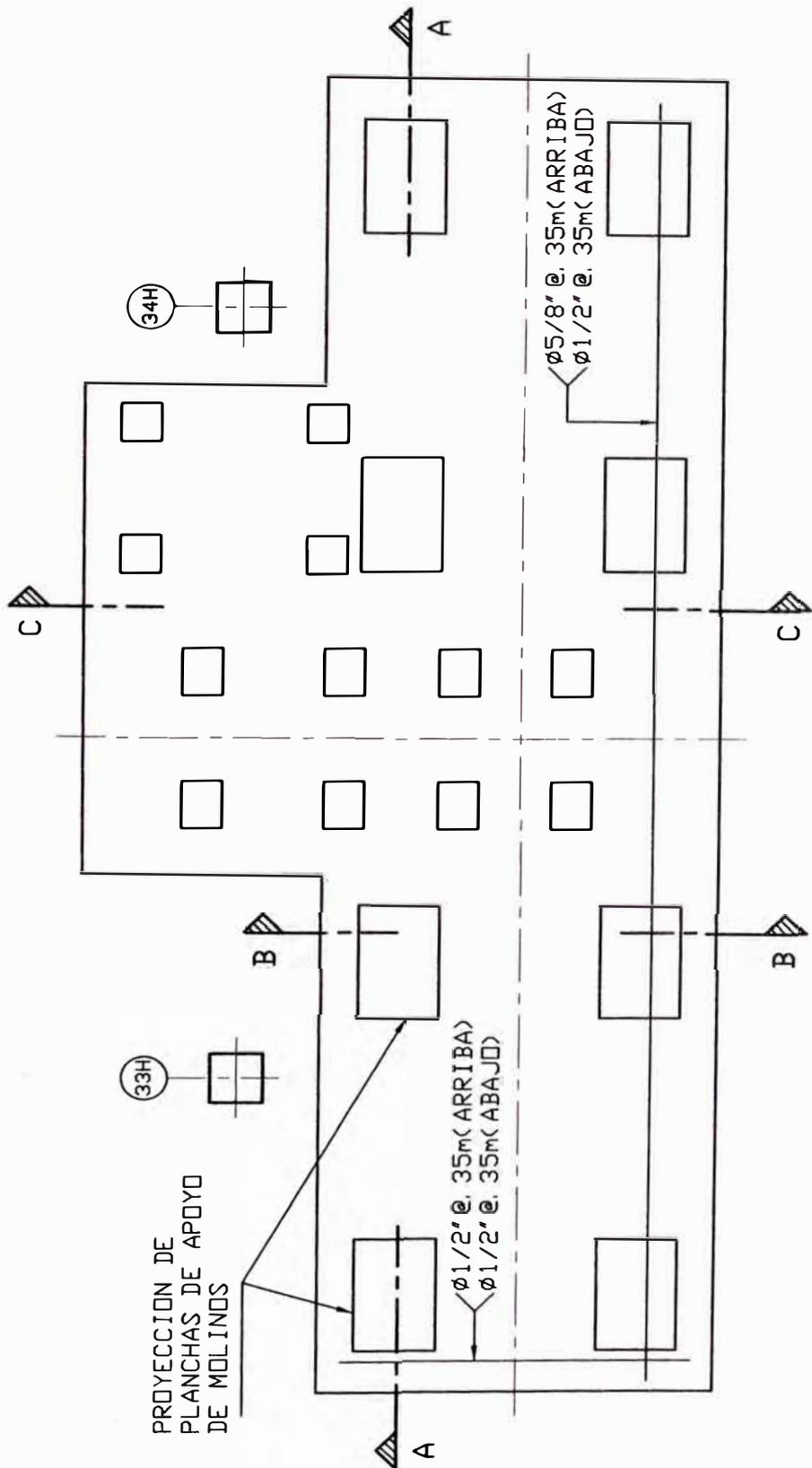


PLANTA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujado	Fecha	Revisado	Fecha	Escala	
Pedro Castillo	Feb. 2005	Efrain Galarza	Feb. 2005	1:50	
Título:					Plano:
UBICACION PLACAS DE APOYO DE MOLINO DUAL 84° - PLANTA					PE-011



ESTRUCTURAS

PLANTA

VER CORTES A-A, B-B, C-C  
PLANOS PE-013, PE-014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Pedro Castillo  
Dibujado

Feb. 2005  
Fecha

Efrain Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

1: 50  
Escala

Título:

CIMENTACION MOLINO DUAL 84" - ESTRUCTURAS

Plano:

PE-012



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujado Pedro Castillo

Feb. 2005  
Fecha

Efraín Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

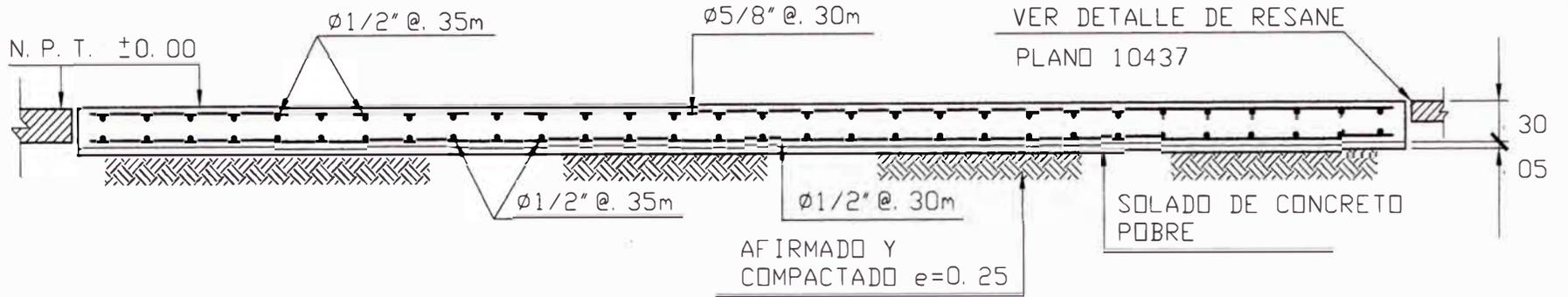
1:50  
Escala

Título:

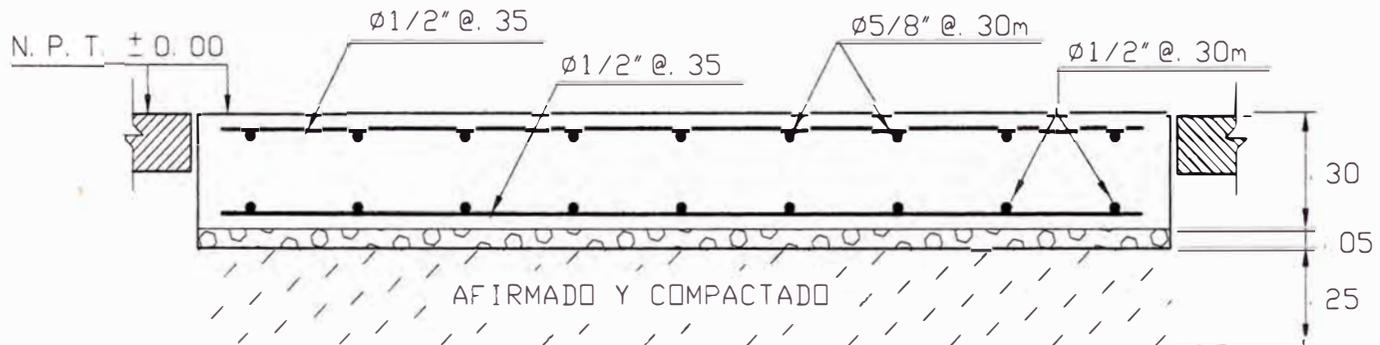
CIMENTACION MOLINO DUAL 84" - PLANTA ESTRUCTURAS, CORTES

Plano:

PE-013



CORTE A-A  
ESCALA 1: 50



CORTE B-B  
ESCALA 1: 20



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

Dibujado  
Pedro Castillo

Feb. 2005  
Fecha

Efraín Galarza  
Revisado

Feb. 2005  
Fecha

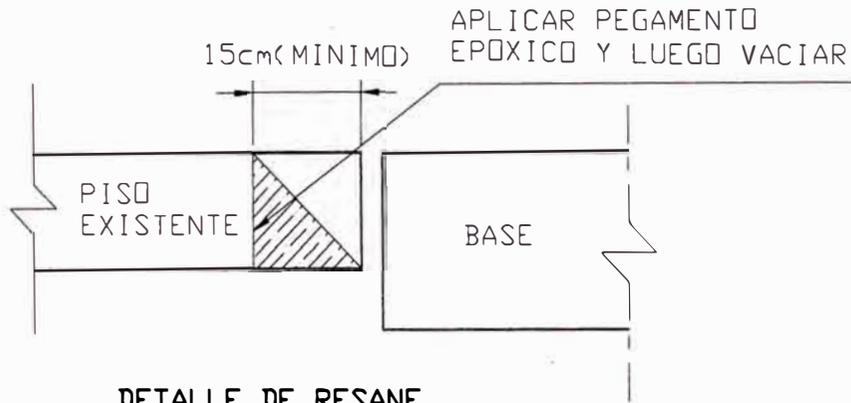
1:50  
Escala

Título:

CIMENTACION MOLINO DUAL 84" - PLANTA ESTRUCTURAS, CORTES

Plano:

PE-014

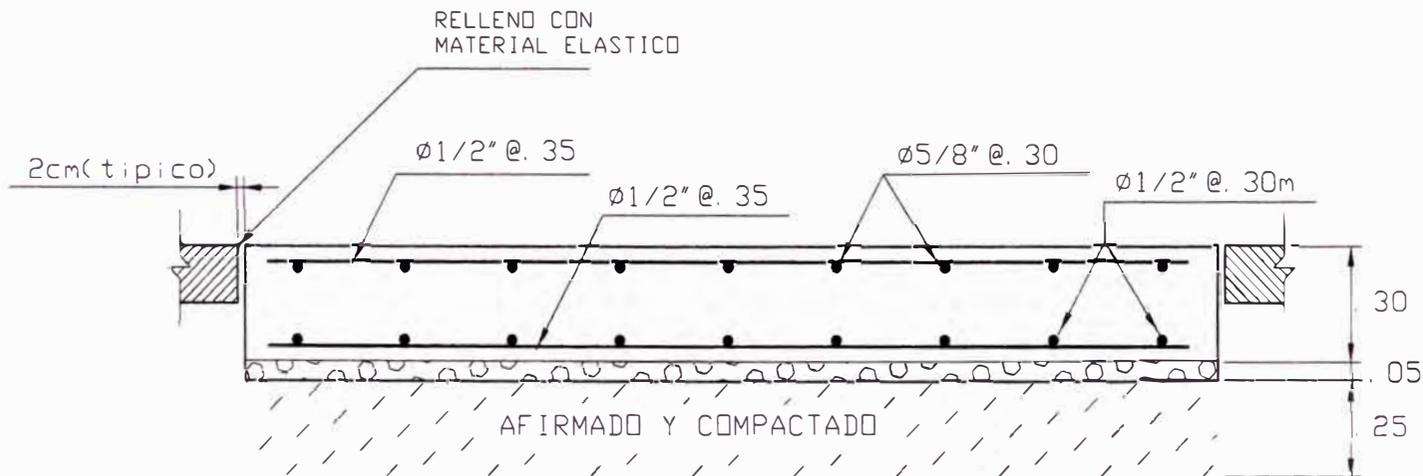


DETALLE DE RESANE DE PISO

ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES

- $f'c=210\text{Kg/cm}^2$
- $f_y=4,200\text{Kg/cm}^2$
- AGREGADO MAXIMO: 3/4"
- RECUBRIMIENTO MINIMO: 5cm
- $t=1.5\text{Kg/cm}^2$  (VERIFICAR EN OBRA)
- SOLADO: CEMENTO-HORMIGON 1:8
- PEGAMENTO: SIKADUR 32 PRIMER DE SIKA
- NOTA: RESANAR, A TODO ALREDEDOR DE LA BASE, LOSA ADYACENTE.

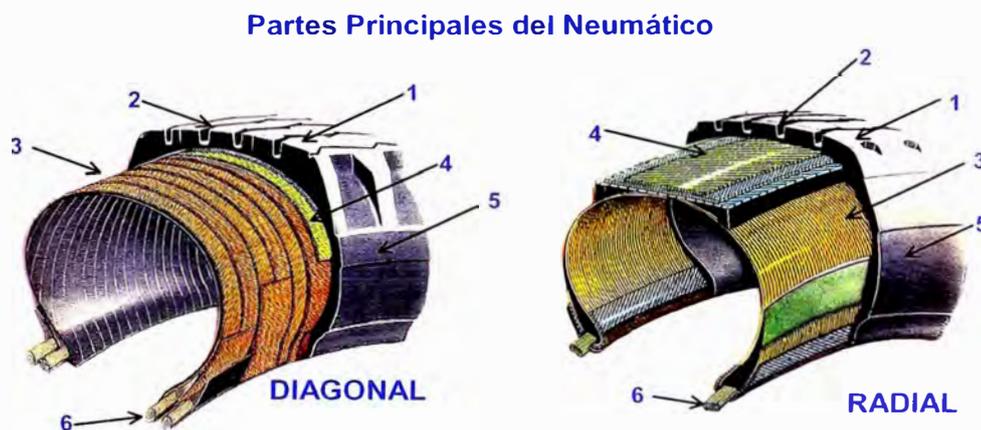


CORTE C-C

ESCALA 1:20

## APENDICE

### Descripción de los componentes de un neumático, radial y diagonal (Convencional)



- 1: Banda de rodamiento
- 2: Diseño o grabado
- 3: Carcaza (Pliegos)
- 4: Cinturón (Absorbedor)
- 5: Costado
- 6: Pestaña

#### 1. Banda de rodamiento:

Fabricada con compuestos de alta resistencia a la abrasión, es la parte que va en contacto directo a la pista.

#### 2. Diseño o grabado:

El diseño no es simplemente un bonito dibujo, sino que también está relacionado con la capacidad de enfriamiento del neumático, por distintas

ranuras se elimina la temperatura ocasionada por el rozamiento del neumático contra la pista.

### 3. Carcaza:

Compuesta por los pliegos de tratamiento (Malla de nylon o rayón recubierta por una capa de caucho por ambas caras). En el caso de los neumáticos radiales, las cuerdas de nylon del tratamiento están dispuestas en forma radial hacia la pestaña o anillo de acero, a diferencia de las diagonales o convencionales, donde las cuerdas están dispuestas en forma diagonal a la pestaña.

Dependiendo de la capacidad de carga del neumático, pueden tener uno o varios pliegos.

### 4. Cinturón:

También conocido como absorbedor, en el caso de los neumáticos radiales, está fabricado de cuerdas de acero recubiertas con una capa de caucho por ambas caras, las cuerdas corren en forma diagonal, esto se consigue cortando al sesgo el material que viene en forma de cinta continua. En cambio en la convencional, está fabricado de cuerdas de rayón recubiertas por una capa de caucho por ambas caras, también en este caso las cuerdas corren en forma diagonal. Este elemento es necesario para estabilizar la corona del neumático cuando este es inflado y mejorar la resistencia a los impactos.

### 5. Costado:

Es la parte lateral del neumático, sirve como elemento de transición entre la pestaña y la banda de rodamiento, protegiendo las cuerdas de la carcaza.

## 6. Pestaña:

Elemento que permitirá el enllante del neumático con el aro del vehículo, compuesto por hilos de acero en forma de anillo, un anillo o pestaña dependiendo de la capacidad de la carga, está formado por varias vueltas del alambre de acero. Así mismo el neumático podrá tener una o dos pestañas, de acuerdo a su capacidad de carga.

Con el avance de la tecnología, los neumáticos convencionales han sido superados por los radiales, tanto en resistencia, performance y la capacidad de eliminar la temperatura, enemigo número uno de los neumáticos porque las altas temperaturas degradan el caucho rápidamente, disminuyendo su vida de útil. En la actualidad se siguen fabricando neumáticos convencionales, pero cada vez en menor cantidad y modelos, y sólo para condiciones donde no existen carreteras.