

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

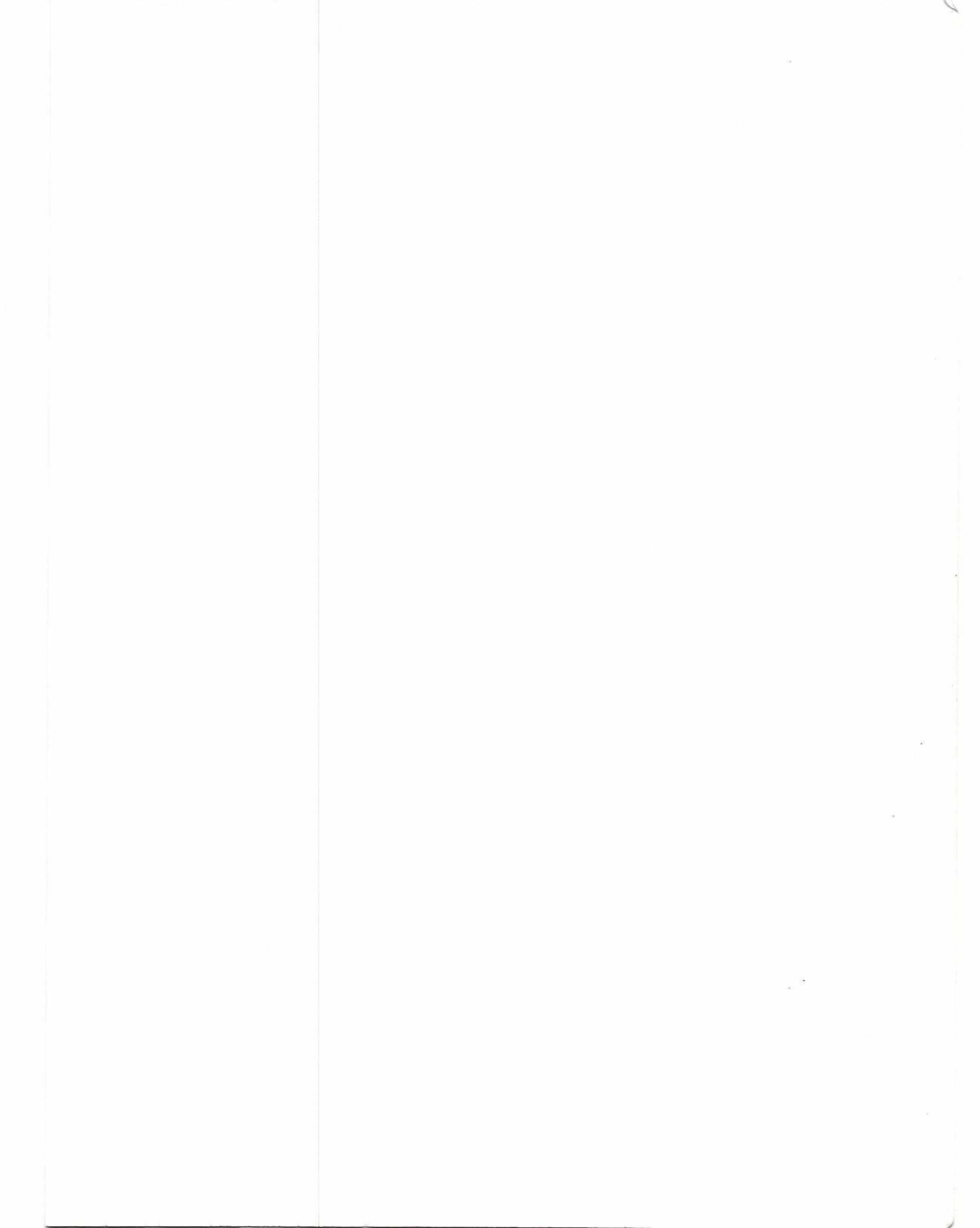
**ANÁLISIS MERCADOLÓGICO, ECONÓMICO Y TÉCNICO, PARA  
DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO  
DE PRODUCCIÓN DE VARILLAS COBRIZADAS PARA TIERRA  
FÍSICA EN LA EMPRESA RECRISA**

BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Trabajo de investigación presentado por Omar Andrés Nájera Urruela  
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Guatemala

2005



**ANÁLISIS MERCADOLÓGICO, ECONÓMICO Y TÉCNICO, PARA  
DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO  
DE PRODUCCIÓN DE VARILLAS COBRIZADAS PARA TIERRA  
FÍSICA EN LA EMPRESA RECRISA**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ciencias y Humanidades

**ANÁLISIS MERCADOLÓGICO, ECONÓMICO Y TÉCNICO, PARA  
DETERMINAR LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO  
DE PRODUCCIÓN DE VARILLAS COBRIZADAS PARA TIERRA  
FÍSICA EN LA EMPRESA RECRISA**

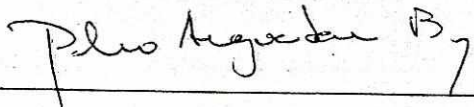
**BIBLIOTECA  
DE LA  
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Trabajo de investigación presentado por Omar Andrés Nájera Urruela  
para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

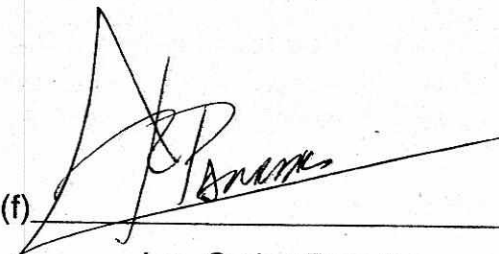
Guatemala

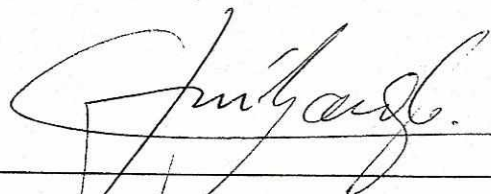
2005

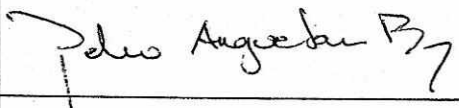
Vo.Bo:

(f)   
Ing. Pedro Arguedas

Tribunal:

(f)   
Ing. Carlos Paredes

(f)   
Ing. Joaquín Garoz

(f)   
Ing. Pedro Arguedas

Fecha de aprobación: 18 de enero de 2005

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme permitido llegar hasta donde estoy y ser el guía de mi vida.

A mis padres por todo el apoyo incondicional que siempre me han brindado y por estar siempre a mi lado.

Al Ing. Pedro Arguedas por toda su ayuda y por brindarme incondicionalmente su apoyo para este trabajo.

A mi novia, hermanos y amigos por formar parte de mi vida y su apoyo incondicional.

## ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	iv
INDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	ix
RESUMEN	x
Capítulos	
I. Introducción	1
II. Objetivos	2
III. Descripción general de la empresa y proyecto	4
IV. Estudio de mercado	5
A. Alcances de la investigación	5
B. Descripción del producto	5
C. Análisis de la oferta	5
1. Análisis de la competencia	5
2. Plaza de los productos	7
3. Precios de venta	7
4. Publicidad y promociones	7
D. Análisis de la demanda	8
1. Objetivos	8
2. Cuestionario	8
3. Resultados de la encuesta	8
4. Interpretación de los resultados	9
E. Análisis FODA	10
1. Fortalezas	10
2. Oportunidades	10
3. Debilidades	10

4. Amenazas	11
F. Comercialización del producto	11
G. Factibilidad mercadológica del producto	11
V. Estudio técnico	13
A. Adquisición de maquinaria y equipo	13
1. Tanques para el proceso	13
2. Fundas de PVC	13
3. Arnesees	14
4. Rectificadores	14
5. Polipasto	14
6. Cable de cobre	14
7. Bomba agitadora (Blower)	15
8. Resistencias y controles de temperatura	15
9. Materiales para protocolos	15
B. Materia prima	16
1. Materias primas para el producto	16
2. Materias primas para el proceso	16
3. Requerimiento de materia prima en el tiempo	17
C. Mano de obra	18
1. Mano de obra directa	18
2. Mano de obra indirecta	19
D. Área de producción	19
E. Instalación del equipo	19
F. Formulación de los tanques	19
G. Análisis del proceso	20
1. Diagrama de operación del proceso	21
2. Diagrama de recorrido	22

H. Seguridad industrial	22
VI. Estudio económico	23
A. Inversión inicial	23
B. Determinación de ingresos	24
C. Determinación de costos	24
D. Razón beneficio / costo, VPN, TIR	28
E. Análisis de sensibilidad	28
VII. Conclusiones y recomendaciones	30
VIII. Bibliografía	32
IX. Anexos	33

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Proveniencia y marca de las varillas cobrizadas según distribuidores	6
2. Porcentajes de mercado	6
3. Precios de venta de los distribuidores	7
4. Materias primas	16
5. Precios de materia prima para el proceso	17
6. Formulación de tanque de pre-cobrizado	20
7. Formulación de tanque de cobrizado	20
8. Inversión inicial de maquinaria y equipo	23
9. Inversión inicial de materia prima	23
10. Estimación de ingresos	24
11. Costo de mano de obra del primer año	25
12. Costo de mano de obra directa proyectados	25
13. Costo de mano de obra indirecta del primer año	25
14. Costo de mano de obra indirecta proyectados	26
15. Otros costos	26
16. Proyección de costos	26
17. Requerimiento de materia prima	27
18. Costo anual de materia prima de proceso	27
19. Costo anual de materia prima del producto	27
20. B/C, VPN, TIR	28

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
1. Análisis de sensibilidad	29

## RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo principal determinar si es factible la implementación del proceso de fabricación de varillas cobrizadas para tierra física en la empresa Recrisa.

Se inicia con un estudio de mercado en el cual se determinaron las preferencias y perfil del consumidor. Se estableció que las características más importantes del producto son el precio y la apariencia. Además se logró determinar que los clientes no tienen preferencia por una marca específica por lo que beneficia a nuevos productores.

Se procedió a realizar un estudio técnico en el cual se determinaron las herramientas y maquinaria utilizadas en el proceso, la materia prima requerida y la mano de obra necesaria para producir las varillas. Se creó un diagrama de operación del proceso y un diagrama de recorrido.

Finalmente se realizó un estudio financiero en el cual se obtuvieron como datos finales la Tasa Interna de Retorno para un periodo de cinco años y un análisis de sensibilidad para las variables más significativas.

Se llegó a concluir que es factible y favorable para la empresa implementar el proceso, y se recomendó realizar un estudio en el cual involucre maquinaria con mayor capacidad.

## I. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo tiene como finalidad realizar un análisis para determinar si es factible implementar un proceso de fabricación de varillas cobrizadas para tierra física en una empresa llamada Recrisa. El estudio se realizó en la ciudad capital poniendo énfasis en los distribuidores de este tipo de productos, los cuales serían los clientes potenciales.

El trabajo está dividido en tres áreas principales: un estudio mercadológico, un estudio técnico y un estudio económico.

En el estudio mercadológico se hizo un análisis de la demanda y la oferta. Se describen el perfil y preferencias del consumidor, un análisis de la competencia, y los posibles y actuales distribuidores del mismo tipo de producto.

En el estudio técnico se hace un análisis de la maquinaria y equipo que es necesario adquirir, el uso de materias primas, la mano de obra tanto directa e indirecta que se involucra, la puesta en marcha de la producción y un análisis general de las operaciones del proceso.

El estudio económico es el que define si realmente es conveniente realizar el proyecto, ya que es donde se ven las proyecciones del estado de resultados y flujo de efectivo, para ver tiempos de recuperación de la inversión, tasa interna de retorno y ganancias netas de la empresa.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del análisis. Este quedará en manos de la alta gerencia para que tomen la decisión de realizar o no el proyecto.

## II. OBJETIVOS

### A. General

- Analizar la factibilidad y rentabilidad de implementar el proceso de producción y comercialización de la varilla cobrizada para tierra física.

### B. Específicos

- Conocer las características del mercado y los canales de distribución del producto.
- Determinar las necesidades de materia prima, maquinaria y procesos básicos para fabricar varillas cobrizadas.
- Evaluar el impacto económico y financiero que tendría la implementación del proceso en Recrisa.
- Evaluar la comercialización de varilla cobrizada para el mercado guatemalteco a través de la producción en Recrisa.

### III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y EL PROYECTO

Recrisa es una empresa fundada hace aproximadamente 12 años que inició con el fin de producir materiales eléctricos para satisfacer el mercado nacional. Desde sus inicios ha estado ubicada en la 12 calle A 12-22 zona 1 y actualmente cuenta con 20 empleados en planta y 7 en el área administrativa.

En la actualidad la empresa se ha dedicado a producir todo tipo de productos de metálicos y siempre mantiene una especialidad en la producción materiales eléctricos. También se ha tomado un nicho interesante de mercado en el que se fabrican gabinetes para instalaciones eléctricas y racks de telecomunicaciones. Los clientes más importantes actualmente son Organización Eléctrica Guatemalteca (OEG), Telecomunicaciones de Guatemala (Telgua), Seirt y Telesoluciones.

La empresa cuenta con un área de producción de aproximadamente 600 m<sup>2</sup> dividida en dos áreas principales que son: el área mecánica que es donde se trabajan todos los procesos de soldadura, dobléz, corte y todo lo relacionado con la transformación del metal; y el área de pintura y acabados finales donde se prepara la pieza, se pinta regularmente con esmalte horneable, se arma y se empaca.

Los productos principales que se fabrican son: cuerpos para lámpara fluorescente, canaletas y escalerillas para distribución de cable, cajas de registro, gabinetes para instalaciones eléctricas, racks para equipo de telecomunicaciones, platinas perforadas de cobre, abrazaderas conduit y hanger, cajas rectangulares, y cajas cuadradas 4x4 y 5x5.

Es importante mencionar, que desde sus inicios Recrisa siempre ha invertido en equipo innovador para estar a la vanguardia en la tecnología disponible en el mercado, lo que lo ha hecho que

Recrisa sea una de las empresas productoras de materiales eléctricos con renombre en el país.

## IV. ESTUDIO DE MERCADO

### A. Alcances de La Investigación

El desarrollo del análisis de mercado se realiza tomando datos de dos empresas nacionales dedicadas a la distribución de productos eléctricos. Ambas se pueden considerar importantes ya que son empresas con mucha experiencia y cubren un porcentaje importante del mercado.

### B. Descripción del producto

La varilla cobrizada para tierra física, también conocida como electrodo para tierra, consiste en una varilla de acero con un recubrimiento de cobre. Las características del producto que se lanzará al mercado están en función de lo que en éste se ofrezca actualmente según el estudio que se realizará.

El prototipo es una varilla de 8 pies de largo, con punta en un extremo y bisel en el otro. El espesor de la varilla dependerá del análisis que se realice acerca de las preferencias del consumidor. Posiblemente puedan venderse como unidades individuales o en paquetes de 10 unidades amarrados con cinta de empaque. (Ver anexo 1, Fotografía de varillas)

### C. Análisis de la oferta

**1. Análisis de la competencia.** Actualmente existen en el mercado varias marcas de varillas cobrizadas que son distribuidas por diferentes empresas que se dedican a la venta de materiales eléctricos. Entre los principales distribuidores se encuentran Implesa, Organización Eléctrica Guatemalteca, Electroma, Celasa y Antillón. La forma de presentación del producto de estos distribuidores no varía, todos ofrecen una varilla importada (de diferentes marcas), de espesor 5/8", de ocho pies de largo, con punta en un extremo y bisel en el otro.

Todas las varillas distribuidas por estas empresas son importadas directamente por cada una de ellas y regularmente se importan de Estados Unidos, México o Brasil. Según información de dos de estos distribuidores lá

varilla se importa de cualquiera de los tres países dependiendo de quien les ofrece un mejor precio. Las marcas y proveniencias de las varillas que se encontraron al realizar la investigación se resumen en la Tabla No. 1.

**Tabla No. 1 - Proveniencia y marca de las varillas cobrizadas según distribuidores**

Distribuidor	Proveniencia	Marca
Antillon	México	Sin Marca
Electroma	Estados Unidos	Elica
Celasa	Estados Unidos	Cleat
OEG	México	Sin Marca
Impelsa	Brasil	Intelli BR

Según información de algunas de las empresas distribuidoras, la que vende mayor numero de unidades mensualmente es Impelsa con un porcentaje de mercado de aproximadamente el 34% de un total aproximado de 16,000 unidades vendidas mensualmente en el país. Los porcentajes aproximados de mercado se muestran en la Tabla No. 2.

**Tabla No. 2 - Porcentajes de mercado**

Empresa	Unid. Mes aprox.	Porcentaje
Impelsa	5,280	33%
Electroma	3,360	21%
Celasa	3,040	19%
Antillon	2,240	14%
OEG	2,080	13%

No se encontró ninguna empresa en Guatemala que fabrique varillas cobrizadas para tierra física, a pesar de que algunas industrias si cuentan con el proceso de cobrizado.

**2. Plaza de los productos.** Existe una amplia gama de distribuidores que actualmente venden varilla cobrizada, pero en su mayoría son subdistribuidores de las empresas que importan la varilla directamente. Estas empresas son las mencionadas en la Tabla No. 1. Es importante mencionar que uno de los objetivos de producir la varilla es lograr que los distribuidores no tengan que importarla y poder comprarlas en el mercado local a un mejor precio, buena calidad y tiempo de entrega mayor.

**3. Precios de venta.** La Tabla No. 3 muestra los precios (incluyendo IVA) a los que los distribuidores venden la varilla al público. Se cotizó con base a una compra de 50 varillas.

**Tabla No. 3 - Precios de venta de los distribuidores**

Empresa	Precio de venta
Antillon	Q. 44.15
Electroma	Q. 40.53
Celasa	Q. 42.58
OEG	Q. 41.00
Impelsa	Q. 42.14

**4. Publicidad y promociones.** Según vendedores de las empresas distribuidoras rara vez se hace publicidad a este producto y son pocas las ocasiones en que las que el producto es puesto en oferta. Las empresas con mayor publicidad de sus productos en general son Celasa y Antillón, especialmente con anuncios en los diarios nacionales. Se dice que la empresa con mayor cobertura a nivel nacional es Electroma.

## **D. Análisis de la demanda**

El análisis de la demanda se realizó con el objetivo de conocer el perfil del consumidor y las preferencias del cliente sobre las características del producto. Esto se obtuvo por medio de encuestas a los vendedores de las empresas OEG e Impelsa (se realizó con estas empresas debido a que fueron a la que se tuvo acceso). Se encuestó a 27 vendedores, los cuales representa un 97% del total de personal de ventas de ambas empresas. El desarrollo del análisis respectivo se presenta a continuación.

**1. Objetivos.** Los objetivos generales del análisis son conocer el tipo y características del mercado que consume este tipo de producto. Además se desea encontrar cuáles son las características principales que buscan los consumidores al adquirir las varillas cobrizadas.

Algunos de los objetivos específicos que persigue este estudio son los siguientes:

- Conocer cuál es la característica principal que buscan los cliente al adquirir las varillas cobrizadas (precio, calidad, espesor, etc.).
- Saber si el cliente está interesado en una marca específica de varilla o pregunta el origen de la misma.
- Saber qué cantidad aproximada de varillas compra un cliente, bajo volumen o alto volumen por cada compra.

**2. Cuestionario.** En el Anexo 2 Cuestionario se puede observar la encuesta que se realizó a los vendedores. Las preguntas se formularon según los objetivos planteados (Ver Anexo 2, Cuestionario).

**3. Resultados de la encuesta.** La resultados obtenidos en las encuestas se tabularon y se graficaron. Dichas tablas y gráficas se pueden observar en el Anexo 3 Resultados del cuestionario (Ver anexo 3, Resultados del cuestionario).

**4. Interpretación de los resultados.** En la primera pregunta del cuestionario se puede observar la cantidad de personas encuestadas (un total de 27) y a qué empresa pertenecen (15 de OEG y 12 de Impelsa). Esto representa un 97% del total de vendedores, por lo que se puede decir que los resultados deben ser bastante aproximados a la realidad. A pesar de que sólo se está trabajando con dos empresas los porcentajes de mercado de éstas colocan a una de ellas en el primer lugar y otra en el último, por lo que se lograría un promedio al unir los resultados de ambas y evitar que la encuesta este segmentada.

Se puede observar, según los resultados de la segunda pregunta, que todos los vendedores han tenido alguna vez oferta o demanda del producto. Esto nos indica que es un producto de bastante movimiento.

Según los vendedores la característica más influyente sobre la venta de la varilla cobrizada es el precio (66.67%), por lo que debe ser uno de los principales puntos a considerar si se quiere entrar a competir en el mercado. Este es seguido por la apariencia (25.93%), que también puede ser interpretada como calidad, por lo que también es bastante importante. Tomando en cuenta que la preferencia de estas dos características abarca un 92.59%, estas deben ser los dos puntos principales en las que se debe centrar ya sea el productor o el distribuidor.

La cuarta pregunta nos da una idea de qué tan selectivo puede ser el cliente al escoger una varilla. Por lo que reflejan los resultados estos no tiene como prioridad marca o procedencia de la misma. Esto es conveniente para nuevos productores, ya que se puede ingresar al mercado sin tener una marca reconocida y no debería influir donde sea producida.

Para definir la presentación del producto es muy importante conocer que cantidad compran regularmente los clientes y subdistribuidores a los distribuidores. La pregunta cinco indica que para el 81.48% de los vendedores los clientes compran varilla en bajo volumen. Se considera que una venta bajo volumen tiene como punto de referencia un número menor de 50 unidades, ya que en la pregunta seis los resultados reflejan que el 66.67% cree que una

cantidad mayor a ésta se puede considerar como una venta de alto volumen. Por lo que si se quiere introducir la varilla al mercado en paquete de cierto número de unidades este no debe ser mayor de diez, ya que el mayor porcentaje de ventas es de bajo volumen.

El tipo de consumo o consumidor del producto también es una característica importante que se debe considerar. Si se observan los resultados de la pregunta número siete se puede concluir que el mayor porcentaje de compra del producto lo ocupan las empresas. Según uno de los ejecutivos de ventas con mayor experiencia en esta área, muchas de las empresas son de telecomunicaciones o instalaciones eléctricas. También es importante considerar a los subdistribuidores ya representan un porcentaje importante del mercado.

## **E. Análisis FODA**

### **1. Fortalezas.**

- Mantienen buena relación con dos distribuidores importantes, debido a que son clientes de otro tipo de productos fabricados en Recrisa.
- Poseer planta propia con capacidad para instalar maquinaria para producción de varilla cobrizada.

### **2. Oportunidades.**

- Es un mercado abierto para nuevas marcas, aunado a que no existe otro productor a nivel nacional. La elasticidad que muestra el consumidor hacia el precio es alta.
- Toda la varilla cobrizada en el mercado es importada, lo que implica precios altos.

### **3. Debilidades**

- Son ventas de bajo volumen al consumidor final.

#### **4. Amenazas**

- Mercado saturado con bastante competencia.

#### **F. Comercialización del producto**

La empresa matriz del grupo al cual pertenece Recrisa es Organización Eléctrica Guatemalteca, S.A. (OEG), por lo que sin duda ésta dejaría de importar el producto y distribuiría las varillas si se decide fabricarlas, por lo que se puede considerar un canal de distribución seguro.

Además Impelsa es un empresa que sostiene una excelente relación tanto con Recrisa como con OEG, e incluso ya se consultó si estaría interesada en distribuir las varillas y la respuesta fue positiva.

#### **G. Factibilidad mercadológica del producto**

Luego de haber estudiado lo que el mercado ofrece se puede llegar a la conclusión de que el precio y la apariencia son las características más importantes para el cliente al adquirir el producto. Los resultados indican que el precio es una variable primordial, por lo que será muy importante realizar un análisis técnico. Esto debido a que se necesita conocer el costo de producción y así saber si se puede competir en el mercado. El análisis técnico también será importante para conocer el tipo de acabado que se le puede dar al producto, ya que depende del proceso que se implemente y las materias prima que se utilicen. Debido a esto no se puede concluir aún si se puede ser competitivo en estos sentidos.

Es significativo considerar que los compradores no tienen como prioridad una marca en específico, por lo que se puede ofrecer un nuevo producto en el mercado siempre y cuando cumpla los requisitos que estos exigen.

La procedencia de los productos es, en muchos casos, importante para los clientes ya que la relacionan con la calidad, pero en este caso no es de esta forma ya que según el estudio al adquirir el producto el cliente no le da importancia y al igual que lo que sucede con la marca el cliente únicamente exige que el producto cumpla con las características requeridas.

Es importante también que los distribuidores acepten el producto y así intentar abarcar el mayor mercado posible en el menor tiempo. Al analizar los resultados del estudio se puede suponer que si se ofrece un buen producto a un buen precio estos estarían interesados en adquirirlo.

En general podemos concluir que es factible introducir el producto en el mercado siempre y cuando, como en todo producto, se cumpla con las principales exigencias del cliente. Será muy importante determinar si la empresa es capaz de producir la varilla a un precio competitivo y con calidad similar o mejor que la de las varillas importadas.

## V. ESTUDIO TÉCNICO

### A. Adquisición de maquinaria y equipo

El proceso de fabricación de varillas requiere de cierto equipo y maquinaria que la empresa debe comprar o fabricar si no lo posee. A continuación se detalla cada uno de estos con precio (si es necesario comprarlo), costo (si se debe fabricar), medidas o capacidad según se requiera y otras especificaciones que sean de importancia.

**1. Tanques para el proceso.** Unos de los principales componentes son los tanques en donde se verterá la mezcla de materias primas para llevar a cabo el proceso electrolítico. Estos son fabricados de metal, y se requiere que tengan unas dimensiones de 108" de largo, 30" de ancho y 36" de profundidad. Para este proceso se necesitan seis unidades.

Debido a que la empresa está especializada en metal mecánica se considera que la mejor opción es fabricarlos allí. Estos requieren, para soportar el peso del líquido, una estructura de angular de 1 ½" x 1/8" forrada de lámina calibre 3/64", pintados con un anticorrosivo especial. Además se necesita que en la parte superior a lo largo de toda la circunferencia tengan tablas de madera (soportadas por angular) para que los operarios puedan caminar. El costo de fabricación de cada tanque completo sería de Q 3,650.00, por lo que se tendría que invertir un total de Q 21,900.00. (Ver Anexo 4, Tanque de Proceso).

**2. Fundas de PVC.** Cada tanque de los mencionados anteriormente requiere de una funda especial de PVC que se coloca en el interior, esto debido a que el líquido es muy corrosivo y no puede tener contacto directo con el metal. El proveedor de estas fundas se encuentra en Estados Unidos por los que deben ser importadas directamente. Se cotizó y cada una tiene un precio, puestas en Guatemala, de \$625.00 lo que corresponde aproximadamente a Q 5,000.00. Se necesita de seis fundas por lo que la inversión total sería de Q 30,000.00.

**3. Arnesees.** Se llama arneses al equipo utilizado para colocar y soportar las varillas y posteriormente introducirlas en el tanque. Este se compone de hierro pintado con anticorrosivo para formar la estructura que soporta el peso y sostiene las varillas, y cobre que es el encargado hacer contacto con la fuente y trasladar la corriente. Debido a que en su mayoría está compuesto de hierro se cree que lo más factible es fabricarlo en la empresa y sólo adquirir el cable para adaptarlo a la estructura. El costo de fabricación del arnés es de Q 1,661.40 y se necesitan como mínimo cinco unidades, por lo que la inversión total sería de Q 8,306.85. (Ver Anexo 5, Diseño del Arnés).

**4. Rectificadores.** Un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua utilizando diodos rectificadores. Para el proceso de cobrizado se necesitan dos tanques con corriente directa debido a que en ellos se llevará a cabo electrólisis, por lo que se necesitan dos rectificadores. La capacidad de estos debe ser como mínimo de 15 voltios y 1000 amperios para que funcione de una forma adecuada. Los rectificadores se cotizaron en Estados Unidos, por lo que habría que importarlos. El precio de cada uno puesto en Guatemala es de Q 63,952.00, por lo que el costo total de ambos sería de Q 127,904.00.

**5. Polipasto.** Se necesita de un polipasto eléctrico que servirá para trasladar los arneses de un tanque a otro. La empresa posee uno de ½ HP que no está en uso, se encuentra en buen estado y tiene suficiente potencia para ser utilizado en el proceso, por lo que se puede tomar como un ahorro en maquinaria y equipo. También se necesita un perfil tipo I que va fijado al techo para que corra el polipasto. La empresa también posee el perfil que era utilizado donde el polipasto estaba instalado anteriormente, por lo que también tendría cero costo de adquisición. (Ver Anexo 6, Polipasto).

**6. Cable de cobre.** Este es utilizado para trasladar la corriente a los ánodos y al mismo tiempo soportarlos. Se debe instalar a lo largo, en la parte superior

del tanque. El costo de este cable es de Q 87.00 por pie, y se necesitan dos unidades de 108" de largo para cada tanque que lleve electrólisis. El precio total sería de los cuatro sería de Q 3,128.05.

**7. Bomba agitadora (blower).** En uno de los tanques que lleva electrólisis se necesita cierta agitación de la solución, por lo que es necesario colocar una bomba agitadora o blower. El costo de la bomba es de Q 9,600.00 puesta en Guatemala, ya que debe ser importada de Estados Unidos. Este precio incluye los tubos de PVC con perforaciones especiales para ser colocados en el fondo del tanque que sea necesario.

**8. Resistencias y controles de temperatura.** Se necesitan cinco resistencias para aumentar la temperatura de la solución en los tanques que llevan electrólisis. Se deben colocar cuatro en un tanque y una en el otro. El costo de cada resistencia es de Q 976.00, por lo que las cinco tendrían un costo de Q 4,880.00. Este precio incluye costos de importación ya que fueron cotizadas en Estados Unidos.

Además estos dos tanques deben llevar un control automático para que cuando alcance la temperatura deseada las resistencias se desconecten automáticamente y cuando la temperatura baje de cierto nivel se enciendan de nuevo. Este sistema tiene un costo comprado localmente de Q 2,920.00 por tanque, por lo que para ambos tanque sería un total de Q 5,840.00.

**9. Materiales para protocolos.** Cada cierto tiempo se requiere que se le agregue alguna materia prima a los tanques que se ha ido consumiendo debido a la producción. Existe un tipo de evaluación o prueba que se realiza a las soluciones para ver que materias primas y que cantidad requieren. Para esto se necesita cierta cristalería y equipo de laboratorio que ofrece un proveedor en Estados Unidos y tiene un precio puesto en Guatemala de Q 880.00.

## B. Materia prima

1. **Materias primas para el producto.** La materia prima del producto en sí es únicamente la varilla de acero. Debido al análisis de mercado que se realizó, la varilla que se utilizará es de acero A36, espesor  $\frac{1}{2}$ " y largo de 8', ya que cumple con las características necesarias y es fácil de adquirir en el país.

Según el estudio de mercado la varilla cobrizada más comercial es la de espesor de  $\frac{5}{8}$ ", pero al realizar las investigaciones respectivas se descubrió que los distribuidores venden la varilla de  $\frac{1}{2}$ " como  $\frac{5}{8}$ ". El único fundamento que se encontró para esto es que según la norma internacional Nema GR-1, que realmente no se aplica en Guatemala, las varillas para tierra física de  $\frac{5}{8}$ " deben tener un grosor mínimo de 0.555 pulgadas.

La varilla de acero A36 se encuentra en el mercado a un precio por unidad de Q 48.00 y tiene un largo de 20 pies. Para las varillas cobrizadas se necesita un largo total de 8 pies, por lo que se obtiene dos unidades de cada varilla y los 4 pies restantes se utilizan para otro producto que la empresa fábrica.

2. **Materias primas para el proceso.** Las materias primas utilizadas para el proceso son en su mayoría químicos que provienen de diferentes lugares y con diversas presentaciones. En la Tabla No. 4 se puede observar que materias primas son las que se requerirán, donde se encuentra ubicado el proveedor, el tiempo de entrega, el pedido mínimo y la cantidad requerida.

**Tabla No. 4 - Materias primas**

Materia prima	Ubicación del proveedor	Tiempo de entrega	Pedido mínimo	Cantidad inicial requerida
Ácido Cianhídrico 1	Guatemala	2 días	100 libras	165 libras
Ácido Cianhídrico 2	Guatemala	2 días	100 libras	210 libras
Soda cáustica	Guatemala	1 día	25 libras	70 libras
Sal Rochelle	Estados Unidos	4 semanas	5 galones	21 galones
Agente aditivo 1	Estados Unidos	4 semanas	5 galones	4.5 galones

Agente aditivo 2	Estados Unidos	4 semanas	5 galones	11 galones
Sulfato de cobre	Guatemala	1 día	25 libras	703 libras
Ácido sulfúrico	Guatemala	1 día	1 galón	13 galones
Abrillantador 1	Estados Unidos	4 semanas	5 galones	7 galones
Abrillantador 2	Estados Unidos	4 semanas	5 galones	1 galón
Ácido de decapado	Guatemala	1 día	55 galones	225 galones
Reactivos para protocolos	Estados Unidos	4 semanas	---	1 estuche
Platina de cobre puro	México	6 semanas	12 pies	35 pies

En la mayoría de casos no se puede pedir la cantidad de materia prima requerida exacta y queda un sobrante debido a las restricciones de pedido mínimo. Esto no afecta en nada ya que se utilizarán posteriormente cuando se necesite recargar los tanques.

Un dato muy importante es el precio de las materias primas que se utilizarán. La Tabla No. 5 muestra los precios de todos los productos necesarios.

**Tabla No. 5 – Precios de materia prima para el proceso**

Materia prima	Tamaño del pedido	Precio
Ácido Cianhídrico 1	100 libras	Q 4,727.30
Ácido Cianhídrico 2	100 libras	Q 2,000.00
Soda cáustica	25 libras	Q 93.75
Sal Rochelle	5 galones	Q 720.00
Agente aditivo 1	5 galones	Q 600.00
Agente aditivo 2	5 galones	Q 380.00
Sulfato de cobre	25 libras	Q 300.00
Ácido Sulfúrico	1 galón	Q 12.50
Abrillantador 1	5 galones	Q 760.40
Abrillantador 2	5 galones	Q 860.00
Ácido de decapado	55 galones	Q 700.00
Reactivos para protocolos	1 estuche	Q 440.00
Platina de cobre puro	12 pies	Q 2,740.00

**3. Requerimiento de materia prima en el tiempo.** Después de producir durante cierto tiempo las materias primas se van consumiendo, por lo que es

necesario recargar los tanques. Realmente no se tiene un dato exacto de cuánto se debe agregar cada cierto tiempo o cada cierto número de unidades producidas. Para esto existen reactivos especiales con los que se realiza un análisis (llamado protocolo) para saber si requiere de alguna materia prima en específico y en que cantidad. Se recomienda que estos análisis ser realicen semanalmente cuando se tiene un nivel de producción constante. Si se realizan con esta frecuencia el estuche de reactivos debe durar para un año.

Para fines de costeo del proyecto y considerando el tamaño del producto que se va a trabajar, se hace una aproximación en la que los tanques se deben recargar cada producción de 2,000 varillas y se les debe agregar un 7% de la cantidad inicial. Además cada barra de cobre utilizada se debe sustituir aproximadamente una vez cada año.

### **C. Mano de obra**

**1. Mano de obra directa.** El proceso de cobrizado de varillas para tierra física requiere un total de siete personas que se involucran directamente en el proceso, seis operarios y un jefe de área. Cuatro de los operarios trabajan directamente en el proceso mecánico, que es el corte de la varilla, tornear la punta, hacer el bisel y pulir la varilla. Los otros dos operarios son los que trabajan en el proceso químico que consiste en colocar las varillas en los arneses, mover los arneses de tanque a tanque y controlar los rectificadores. El jefe de área es el encargado de llevar un control general de todo el proceso de producción y tiene como funciones revisar que los niveles de temperatura, voltaje y amperaje estén bien, realizar los protocolos para saber si los tanque tiene las materia primas necesarias, revisar la calidad final del producto, solucionar problemas durante el proceso de producción, revisar los niveles de inventario de materia prima, y hacer las requisiciones de compra.

Los operarios tienen un sueldo promedio de Q 12.05 la hora incluyendo prestaciones y el jefe de área Q 37.33 por hora también con prestaciones incluidas.

**2. Mano de obra indirecta.** Tres personas participan indirectamente en el proceso de producción de varillas cobrizadas. El gerente de producción y el asesor de producción se dedican puramente a supervisión de la producción y calidad del producto. La otra persona involucrada es el bodeguero que recibe y despacha las materias primas o repuestos cuando sea necesario.

La proporción de salario mensual que corresponde a estas personas debido a su intervención indirecta en el proceso es de Q 1,110.80 para el gerente de producción, Q 793.40 para el asesor y Q 285.60 para el bodeguero.

#### **D. Área de producción**

La empresa cuenta actualmente con un área disponible para la instalación de todo el equipo necesario. El área se adecua perfectamente ya que esta en su mayoría aislada por las paredes de concreto para evitar que los gases corrosivos que despiden los químicos puedan afectar a otras personas o al resto de maquinaria. No tiene obstáculos como columnas o desniveles que afecten al proceso y tiene suficiente ventilación natural. El área tiene aproximadamente 40 m<sup>2</sup> y fácil acceso para ingresar la materia prima y sacar el producto terminado.

#### **E. Instalación del equipo**

Se requiere de diferentes tipos de instalación de equipo en su mayoría instalaciones eléctricas y mecánicas. Las instalaciones mecánicas serán realizadas por cuatro personas que laboran en la empresa bajo la supervisión directa del jefe y asesor de producción, esto llevará aproximadamente cuatro días y tendrá un costo para la empresa de Q 5,022.60. Se subcontratará a una empresa que sea la encargada de todas las instalaciones eléctricas, esta cobrará Q 8,300.00 incluyendo los materiales que requiera y llevara un tiempo aproximado de 8 días.

#### **F. Formulación de los tanques**

El proceso está compuesto de seis tanques, de los cuales tres requieren de formulación y los otros tres son de agua. El primero es el tanque de

decapado, luego el tanque de pre-cobrizado y por ultimo el tanque de cobrizado. Inicialmente a cinco de los tanques se les debe colocar 450 galones de agua y al tanque de decapado 225 galones de agua y 225 galones de ácido para decapado. Los químicos que se deben agregar a los tanques de pre-cobrizado y cobrizado se describen en las Tablas No. 6 y No. 7 respectivamente.

**Tabla No. 6 – Formulación de tanque de pre-cobrizado**

Materia prima	Cantidad requerida
Ácido Cianhídrico 1	165 libras
Ácido Cianhídrico 2	210 libras
Soda cáustica	70 libras
Sal Rochelle	21 galones
Agente aditivo 1	4.5 galones
Agente aditivo 2	11 galones

**Tabla No. 7 – Formulación de tanque de cobrizado**

Materia prima	Cántidad requerida
Sulfato de cobre	703 libras
Ácido sulfúrico	13 galones
Abrillantador 1	7 galones
Abrillantador 2	1 galón

Además a los tanques de pre-cobrizado y cobrizado se les debe colocar internamente una barra de cobre de 105" de longitud en cada uno de los lados más largos del tanque.

### **G. Análisis del proceso**

El proceso completo de producción inicia con trabajos mecánicos comunes. Primero se debe cortar la varilla de 20 pies en ocho pies y se pasa al torno para que se le haga punta en un extremo, después se trasladan las varillas para que se les haga un bisel en el extremo opuesto de la punta, y

finalmente se pulen con un cepillo de alambre para quitar la porosidad e impurezas del metal.

Después de concluido el proceso mecánico se pasa al proceso químico donde se inicia colocando las varillas en un arnés (el arnés tiene capacidad para 20 varillas), se introduce el arnés en ácido de decapado para eliminar grasa y el resto de impurezas, después se enjuaga en agua y pasa al tanque de cobrizado previo o precobrizado donde se lleva a cabo el proceso electrolítico. Se enjuaga de nuevo y pasa al tanque principal de depositado de cobre que también trabaja con electrólisis. Por último se enjuagan de nuevo, se retiran del arnés y se ponen a secar.

Un proceso electrolítico funciona de la siguiente forma: un ánodo (barra de cobre puro) cargado positivamente y un cátodo (varillas) cargado negativamente se suspenden dentro de una solución de fijador. Se realiza un intercambio iónico en el que se desprenden partículas del ánodo y se depositan en el cátodo.

El análisis de del proceso se puede resumir básicamente en dos diagramas, el diagrama de operación de proceso (DOP) y el diagrama de recorrido.

**1. Diagrama de operación del proceso.** El DOP indica el orden de las operaciones, que tipo de operación se esta realizando y el tiempo que se tarda en cada una (Ver Anexo 7, DOP). El proceso consta de 13 transportes, 12 operaciones y 1 espera. Es interesante observar que lo que más se realiza en el proceso son transportes, pero el tiempo general de las operaciones es mucho más significativo, por lo que las operaciones son mucho mas importantes.

Si analizamos el diagrama podemos ver que del transporte a la espera el trabajo se realiza individualmente para cada varilla. Posteriormente, exceptuando el transporte 13, se colocan 20 varillas en el arnés, por lo que el tiempo de operación debe dividirse dentro de 20 para obtener el tiempo real de operación para cada varilla. Según los cálculos realizados se debe iniciar el proceso mecánico dos días antes que el proceso químico para se logre un

equilibrio y se pueda sacar un arnés de 20 varillas cada 20 minutos, para una producción de 2,000 varillas.

**2. Diagrama de recorrido.** El diagrama de recorrido es el que indica la ubicación del equipo y maquinaria en la planta y la línea física que sigue el proceso. Para esto se hace un diagrama aproximado del layout de la planta y se indican todas los transportes, operaciones y esperas del DOP. (Ver Anexo 8, Diagrama de Recorrido).

## **H. Seguridad industrial**

Debido a que en el proceso mecánico se utiliza maquinaria industrial y en el proceso electrolítico se trabajo con químicos de alto riesgo, es importante que los operarios utilicen el equipo de seguridad industrial adecuado, y así poder evitar la mayor cantidad de accidentes posibles.

En el área mecánica los operarios requieren de anteojos para protegerse de proyectiles que puedan dañar el ojo, guantes para evitar cualquier golpe en las manos, bata para protegerse el cuerpo y la ropa, y zapatos industriales por cualquier pieza que pueda caerles en los pies.

En el área química el equipo básico que requieren son guantes de hule para protegerse las manos contra los químicos, bata para protegerse el cuerpo y la ropa, zapatos industriales por cualquier pieza que caerles en los pies, mascarilla especial con filtros para no inhalar químicos y anteojos para evitar salpicaduras en el ojo.

## VI. ESTUDIO ECONÓMICO

### A. Inversión inicial

La inversión inicial de maquinaria y equipo se estima en Q212,438.90, y se desglosa de la siguiente manera, según la Tabla No. 8.

**Tabla No. 8 – Inversión inicial de maquinaria y equipo**

Maquinaria y equipo	Precio
Tanques	Q21,900.00
Fundas para tanques	Q30,000.00
Arneses	Q8,306.85
Rectificadores	Q127,904.00
Cable de cobre	Q3,128.05
Blower	Q9,600.00
Resistencias	Q4,880.00
Control de temperatura	Q5,840.00
Estuche de protocolos	Q880.00
Total	Q212,438.90

La inversión inicial de materia prima se estima en Q37,792.64 se desglosa de la siguiente manera, según la Tabla No. 9.

**Tabla No. 9 – Inversión inicial de materia prima**

Materia prima	Requerimiento	Costo
Ácido Cianhídrico 1	165 libras	Q7,800.05
Ácido Cianhídrico 2	210 libras	Q4,200.00
Soda cáustica	70 libras	Q262.50
Sal Rochelle	21 galones	Q3,024.00
Agente aditivo 1	4.5	Q540.00
Agente aditivo 2	11	Q836.00
Sulfato de cobre	703	Q8,436.00
Ácido Sulfúrico	13	Q162.50
Abrillantador 1	7	Q1,064.56
Abrillantador 2	1	Q172.00
Ácido de decapado	225	Q2,863.64
Reactivos para protocolos	1	Q440.00

Platina de cobre puro	35	Q7,991.67
	Total	Q37,792.91

La instalación del equipo se estima en Q13,322.60, dividido en instalación mecánica Q5,022.60 e instalación eléctrica Q8,300.00.

### B. Determinación de ingresos

La estimación de los ingresos se hizo a partir de los siguientes supuestos:

- Producción de 8,500 unidades mensuales (102,000 anuales) para el primer año, y 10,000 unidades mensuales (120,000 anuales) para los siguientes años.
- Precio promedio de venta de Q 26.00 para el primer año, aumentado en un 8% para cada uno de los siguientes años al considerar el factor de inflación. El precio fue redondeado al entero más próximo para facilidad numérica.

Por lo que la estimación de los ingresos se muestra en la Tabla No. 10.

**Tabla No. 10 – Estimación de ingresos**

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades	102,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00	120,000.00
Precio	26	28	30	32	35
<b>Ingresos</b>	<b>2,652,000.00</b>	<b>3,360,000.00</b>	<b>3,600,000.00</b>	<b>3,840,000.00</b>	<b>4,200,000.00</b>

### C. Determinación de costos

La Tabla No. 11 muestra los costos que representan la Mano de Obra Directa para el proyecto. Los mismos se realizaron con los siguientes supuestos:

- Sueldo por hora de operario: Q12.05
- Sueldo por hora de jefe de grupo: Q 37.33
- Las personas trabajan un total de 8 horas por día, 26 días por mes, 12 meses por año, lo que totaliza 2,496 horas por año.
- Los sueldos de las personas se incrementarán en un 6% para todos los siguientes años.

**Tabla No. 11 – Costo de mano de obra del primer año**

Puesto	Cantidad	Costo x Hora	Costo x Año
Operarios	6	Q12.05	Q30,076.80
Jefe de Grupo	1	Q37.33	Q93,175.68

**Tabla No. 12 – Costos de mano de obra directa proyectados**

Año de operación	Costo
Total Año 1	Q123,252.48
Total Año 2	Q130,647.63
Total Año 3	Q138,486.49
Total Año 4	Q146,795.68
Total Año 5	Q155,603.42

La Tabla No. 14 muestra los costos estimados para el rubro de Mano de Obra Indirecta, la cuál muestra la proporción del salario de otras personas que se involucrarían indirectamente en el proceso, tales como el gerente de producción, el asesor y el bodeguero. Así mismo, se consideró el mismo porcentaje de incremento a los sueldos anualmente.

**Tabla No. 13 – Costos de mano de obra indirecta del primer año**

Puesto	Cantidad	Costo x Mes	Costo x Año
Gerente producción	1	Q1,110.80	Q13,329.60
Asesor	1	Q793.40	Q9,520.80
Bodeguero	1	Q285.60	Q3,427.20

**Tabla No. 14 – Costos de mano de obra indirecta proyectados**

Año de operación	Costo
Total Año 1	Q26,277.60
Total Año 2	Q27,854.26
Total Año 3	Q29,525.51
Total Año 4	Q31,297.04
Total Año 5	Q33,174.86

La Tabla No. 15 muestra otros costos que se deberán de tomar en consideración, siguiendo los siguientes supuestos:

- Costo incremental en electricidad, agua y teléfono de Q15,200 mensuales.
- Costos incrementales en mantenimiento del equipo de Q 8,600 mensuales.
- Costo incremental de papelería y útiles de Q1,400 mensuales
- Costo incremental de equipo de seguridad industrial de Q2,600.
- Aumento del 8% por el factor inflación en los precios de los productos.

**Tabla No. 15 – Otros costos**

Otros costos	Costo x Mes	Costo x Año
Electricidad, agua y teléfono	Q15,200.00	Q182,400.00
Mantenimiento de equipo	Q8,600.00	Q103,200.00
Papelería y útiles	Q1,400.00	Q16,800.00
Equipo de seguridad industrial	Q2,600.00	Q31,200.00

**Tabla No. 16 – Proyección de costos**

Año de operación	Costo
Total año 1	Q333,600.00
Total año 2	Q360,288.00
Total año 3	Q389,111.04
Total año 4	Q420,239.92
Total año 5	Q453,859.12

El costo de materia prima del proceso a través del tiempo se tiene que considerar con el supuesto que se necesita recargar los tanques con un 7% de la cantidad inicial cada vez que se produzcan 2,000 varillas, por lo que para el primer año se tendrá que recargar el tanque 51 veces y posteriormente se debe recargar 60 veces en el año. Se toma una inflación de 8%. La Tabla No. 18 muestra el detalle de los costos de materia prima del proceso:

**Tabla No. 17 – Requerimiento de materia prima**

Productos	Total
Recargas de químicos (cada 2000 unidades)	Q2,055.29
Reactivos de protocolos (anualmente)	Q440.00
Platina de cobre (anualmente)	Q7,991.67

**Tabla No. 18 – Costos anual de materia prima de proceso**

Año	Unidades por año	Recargas por año	Costo
1	102000	51	Q113,251.30
2	120000	60	Q142,288.79
3	120000	60	Q153,671.90
4	120000	60	Q165,965.65
5	120000	60	Q179,242.90

**Tabla No. 19 – Costos anual de materia prima del producto**

Materia prima	Precio	Cantidad	Costo Total
Año 1	Q19.20	102000	Q1,958,400.00
Año 2	Q20.74	120000	Q2,488,320.00
Año 3	Q22.39	120000	Q2,687,385.60
Año 4	Q24.19	120000	Q2,902,376.45
Año 5	Q26.12	120000	Q3,134,566.56

### D. Razón Beneficio / Costo, Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno

El cálculo de la Relación Beneficio / Costo, del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno se muestra en la Tabla No. 20:

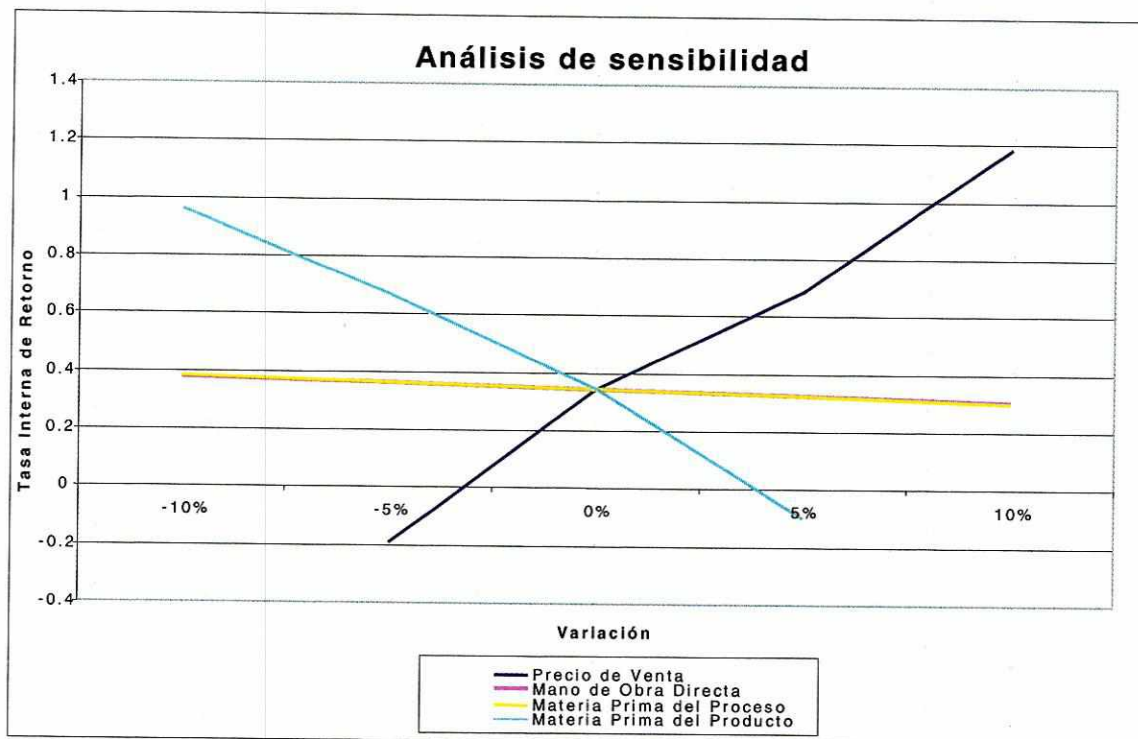
**Tabla No. 20 – B/C, VPN y TIR**

Años	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión Inicial</b>	(Q263,554.41)					
Maquinaria y Equipo	(Q212,438.90)					
Materia Prima	(Q37,792.91)					
Instalación	(Q13,322.60)					
<b>Costos</b>		(Q2,554,781.38)	(Q3,149,398.68)	(Q3,398,180.53)	(Q3,666,674.74)	(Q3,956,446.86)
Mano de Obra Directa		(Q123,252.48)	(Q130,647.63)	(Q138,486.49)	(Q146,795.68)	(Q155,603.42)
Mano de Obra Indirecta		(Q26,277.60)	(Q27,854.26)	(Q29,525.51)	(Q31,297.04)	(Q33,174.86)
Otros Costos		(Q333,600.00)	(Q360,288.00)	(Q389,111.04)	(Q420,239.92)	(Q453,859.12)
Materia Prima del Proceso		(Q113,251.30)	(Q142,288.79)	(Q153,671.90)	(Q165,965.65)	(Q179,242.90)
Materia Prima del Producto		(Q1,958,400.00)	(Q2,488,320.00)	(Q2,687,385.60)	(Q2,902,376.45)	(Q3,134,566.56)
<b>Ingresos</b>		Q2,652,000.00	Q3,360,000.00	Q3,600,000.00	Q3,840,000.00	Q4,200,000.00
Precio Promedio		Q26.00	Q28.00	Q30.00	Q32.00	Q35.00
Unidades		102,000	120,000	120,000	120,000	120,000
<b>Utilidad antes de Impuestos (UAI)</b>	(Q263,554.41)	Q97,218.62	Q210,601.32	Q201,819.47	Q173,325.26	Q243,553.14
Impuesto Sobre la Renta (ISR)	0	Q30,137.77	Q65,286.41	Q62,564.03	Q53,730.83	Q75,501.47
<b>Utilidad después de Impuestos (UDI)</b>	(Q263,554.41)	Q67,080.85	Q145,314.91	Q139,255.43	Q119,594.43	Q168,051.67
Tasa Interna de Retorno (TIR)	34.24%					
Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR)	12%					
Valor Presente Neto (VP)	Q182,664.08					
Relación Beneficio / Costo		1.04	1.07	1.06	1.05	1.06

### E. Análisis de sensibilidad

La gráfica No. 1 que se presenta a continuación muestra un análisis de sensibilidad el cual muestra como se comporta la TIR cuando existe una variación del 5 y 10% del precio de venta, mano de obra directa, materia prima del proceso y materia prima del producto.

Gráfica No. 1



Se observa que existem duas de estas variáveis que são bastante sensíveis, que é o preço da matéria prima do produto e o preço de venda.

Ya se realizou un estudio de los precios de los distribuidores actuales, y considerando un aproximado de la ganancia que ellos tiene sobre sus ventas los precios planteados anteriormente no deberían variar. Además cuando se compra hierro en alto volumen una variación del 5% en el precio es muy alta y no pareciera factible que estos precios disminuyeran o aumentaran esta cantidad en poco tiempo.

A pesar de que éstas sean variables sensibles no deberían afectar al proyecto, aunque se debe tener un cuidado especial con cualquier variación que involucre estas variables, ya sea positiva o negativa.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según el estudio de mercado podemos concluir que la característica principal que buscan los consumidores en la varilla cobrizada es un precio barato. Los estudios realizados muestran que se puede ofrecer con un precio competitivo en el mercado, incluso para que los distribuidores puedan colocar el producto a un menor precio al que se ofrece actualmente.

El estudio técnico nos da una idea general de lo que representa la adquisición e instalación de la maquinaria y equipo que se requiere para el proceso, esto complementado con la información de costos iniciales en el estudio económico. Según los resultados de estos estudios se puede decir que es factible tanto la adquisición como la implementación del proceso.

El potencial para venta de varillas es de 16,000 unidades, sin embargo Recrisa se enfocara en la producción de 10,000 lo que significa el 62.5% de participación en el mercado.

El estudio financiero demuestra que el proyecto es rentable, debido a que la tasa interna de retorno es positiva (34.24%). Además es superior a la tasa mínima atractiva de retorno de la empresa, por lo que sería un proyecto a considerar.

Los ingresos superan a los costos en todos los años, por lo que la utilidad de la comercialización de la varilla cobrizada para Recrisa es factible, siendo la utilidad después de impuestos para estos 5 años de Q 375,742.88.

Se tomó una tasa de inflación de 8% para tomar en cuenta las variaciones de precios tanto como para los ingresos como para los costos de materia prima y mano de obra, por lo que el estudio demuestra proyecciones conservadoras.

Se recomienda la realización de un estudio para determinar la factibilidad de la inversión de maquinaria con mayor capacidad para cubrir la mayor parte del mercado guatemalteco para varilla cobrizada y futura exportación.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Allied Supplies Incorporated, pagina web: [www.alliedplating.com](http://www.alliedplating.com), Estados Unidos.

Kanani, Nasser. 2004. *Electroplating: Basic Principles, Processes and Practice*. 1ª ed. Estados Unidos, Elsevier Science.

MacDermid Incorporated, pagina web: [www.macindustrialproducts.com](http://www.macindustrialproducts.com), Estados Unidos.

*MacDermid Catalog*. 2001. MacDermid Incorporated. Estados Unidos. 118 págs.

Moler, Johann. 1973. *Electroplating*. 1ª ed. Canada, CHS Press.

**IX. ANEXOS**

**Anexo 1**  
**Fotografía varillas**



## Anexo 2

### Cuestionario

1. ¿En qué empresa labora?

\_\_\_\_\_

2. ¿Ha vendido o cotizado alguna vez la varilla cobrizada para tierra física?

Sí

No

\* Si la respuesta es no por favor finalice aquí la encuesta y entréguela.

3. Cuando un cliente pregunta por este producto, ¿qué característica es la que más le interesa?

Precio

Apariencia

Espesor

Longitud

Otro

4. ¿Solicita el cliente una marca específica o pregunta por la procedencia de la varilla?

Siempre

Muchas veces

Pocas veces

Nunca

5. Según su experiencia, en la mayoría de casos, ¿los clientes compran en alto o bajo volumen?

Alto volumen

Bajo volumen

6. ¿Qué cantidad considera una venta de alto volumen?

Más de 10

Más de 20

Más de 30

Más de 40

Más de 50

Más de 75

Más de 100

7. ¿Qué tipo de clientes compra el producto o para que tipo de consumo?

Consumo personal

Para uso de empresas

Distribuidores

Otros

### Anexo 3

#### Resultados de las encuestas

1. ¿En qué empresa labora?

O.E.G	15	55.56%
Impelsa	12	44.44%

2. ¿Ha vendido o cotizado alguna vez la varilla cobrizada para tierra física?

Sí	27	100.00%
No	0	0.00%

3. Cuando un cliente pregunta por este producto ¿qué característica es la que mas le interesa?

Precio	18	66.67%
Apariencia	7	25.93%
Espesor	1	3.70%
Longitud	0	0.00%
Otro	1	3.70%

4. ¿Solicita el cliente una marca específica o pregunta por la procedencia de la varilla?

Siempre	0	0.00%
Mucha veces	0	0.00%
Pocas veces	19	70.37%
Nunca	8	29.63%

5. Según su experiencia, en la mayoría de casos, ¿los clientes compran en alto o bajo volumen?

Alto volumen	5	18.52%
Bajo volumen	22	81.48%

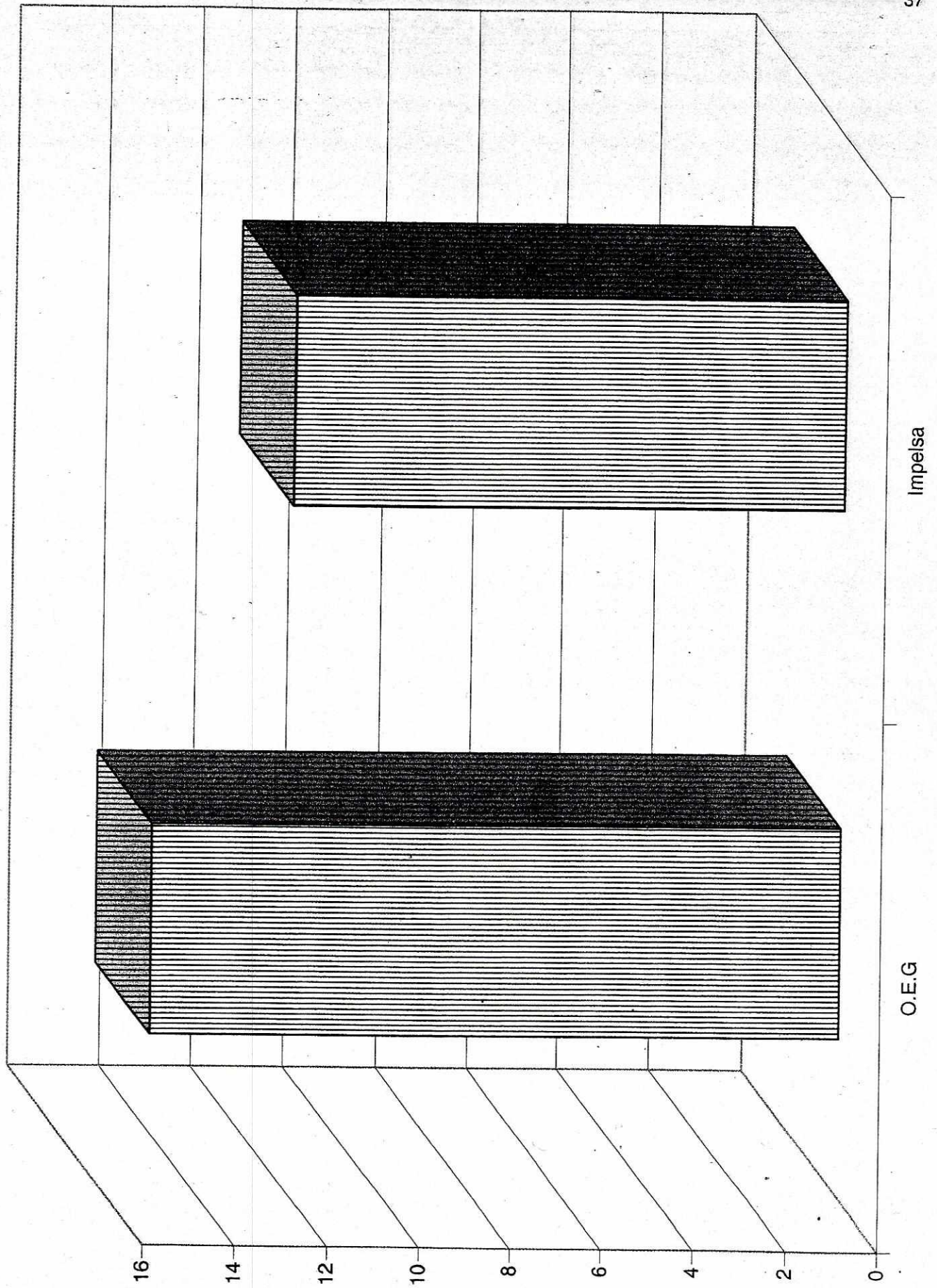
6. ¿Qué cantidad considera una venta de alto volumen?

Más de 10	0	0.00%
Más de 20	1	3.70%
Más de 30	1	3.70%
Más de 40	2	7.41%
Más de 50	14	51.85%
Más de 75	4	14.81%
Más de 100	5	18.52%

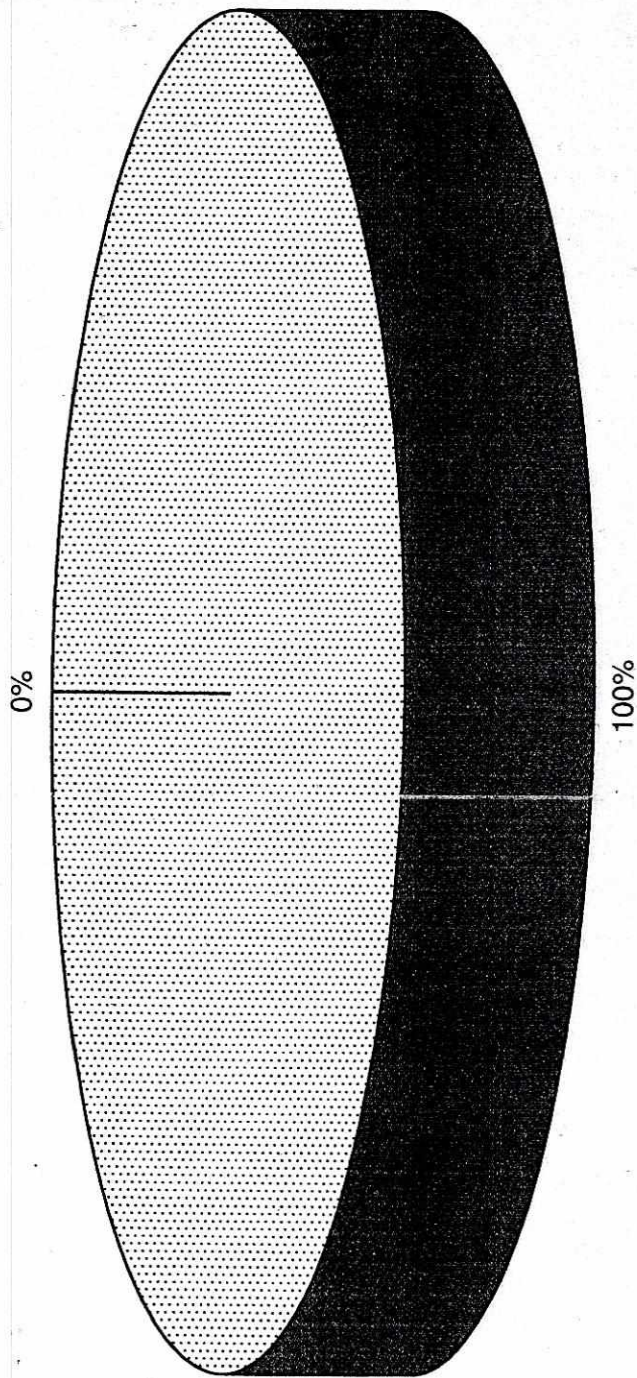
7. ¿Qué tipo de clientes compra el producto o para que tipo de consumo?

Consumo personal	2	7.41%
Uso de empresas	16	59.26%
Distribuidores	9	33.33%
Otros	0	0.00%

1. ¿En qué empresa labora?

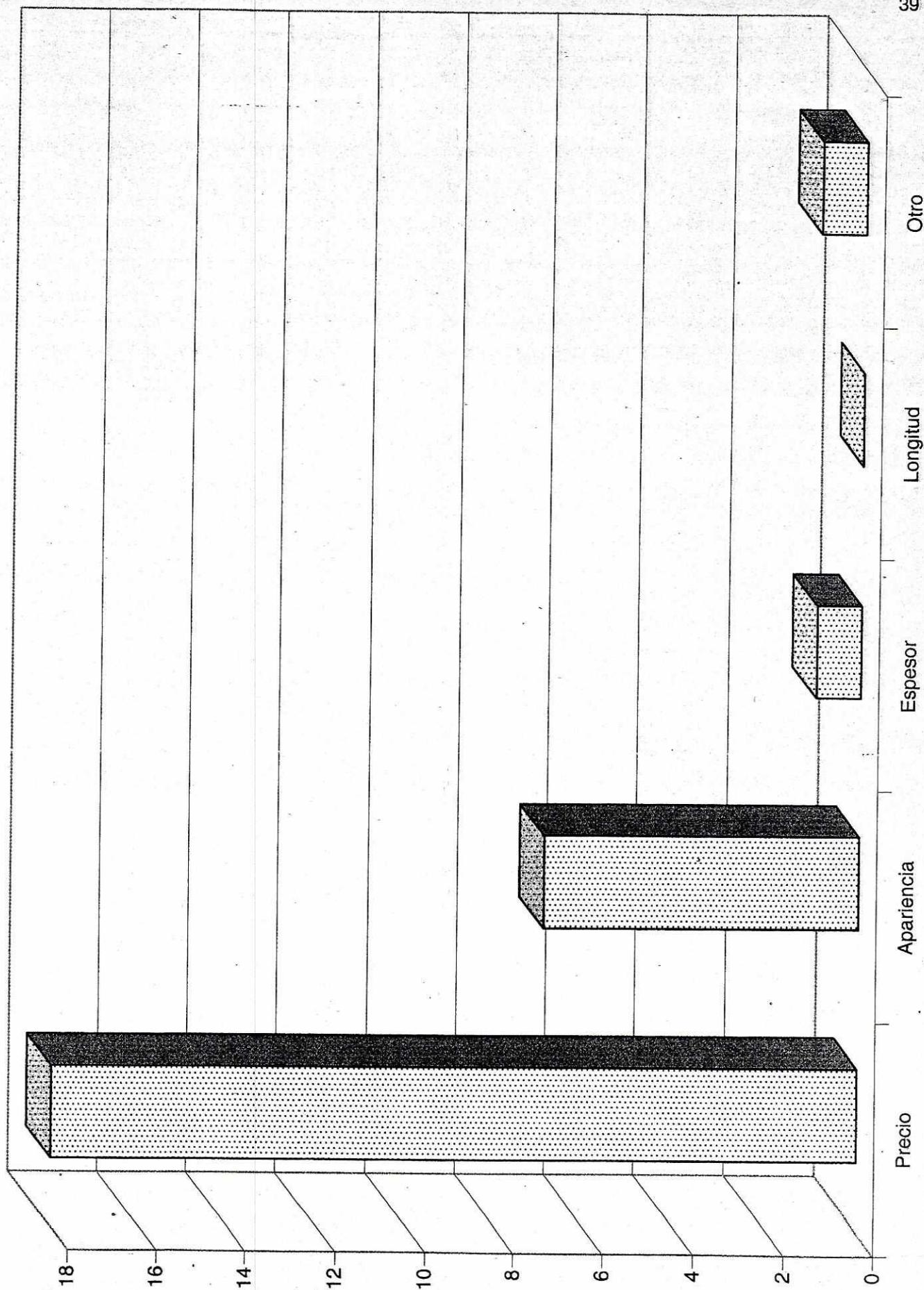


2. ¿Ha vendido o cotizado alguna vez la varilla cobrizada para tierra física?

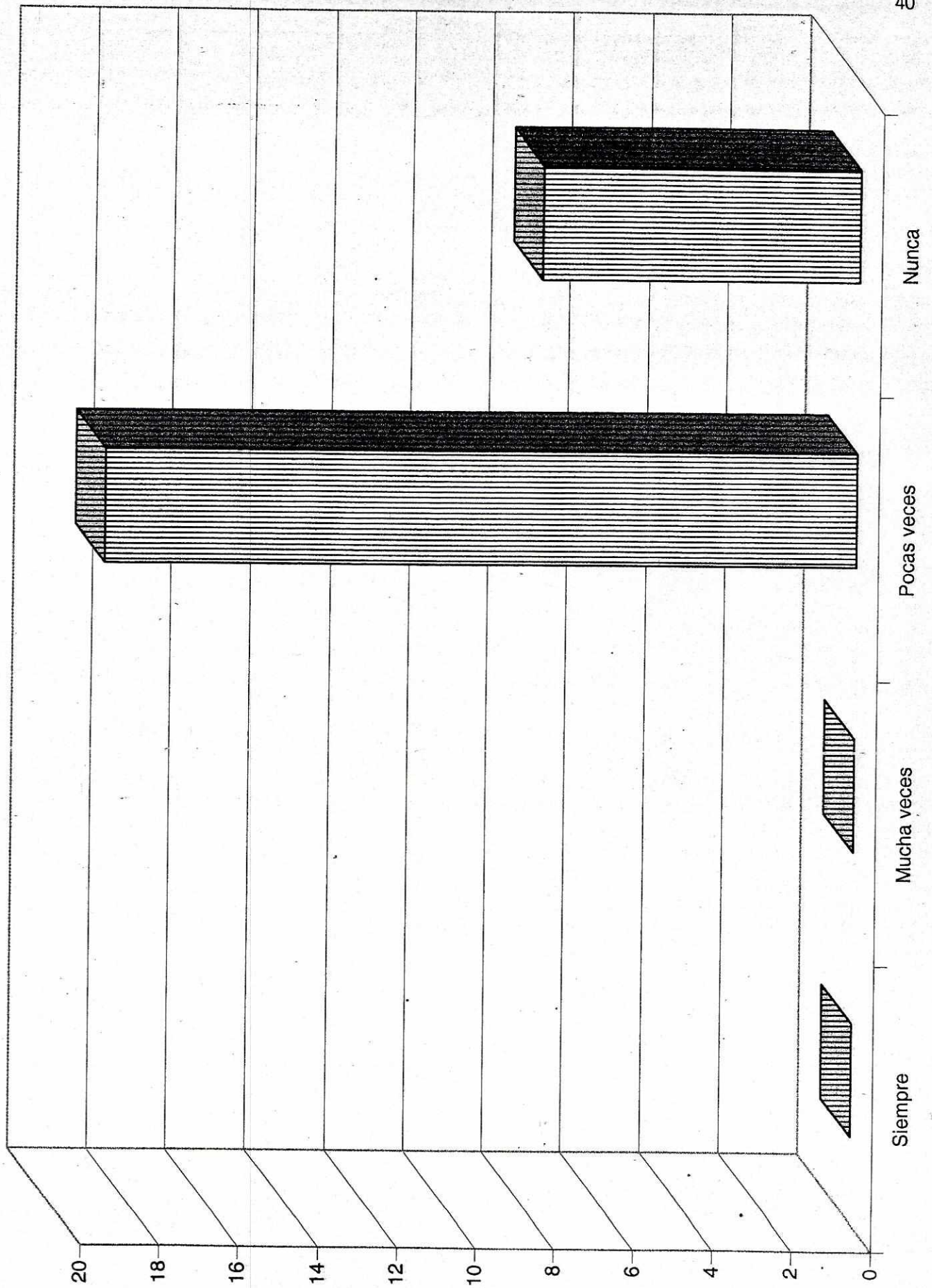


SÍ  NO

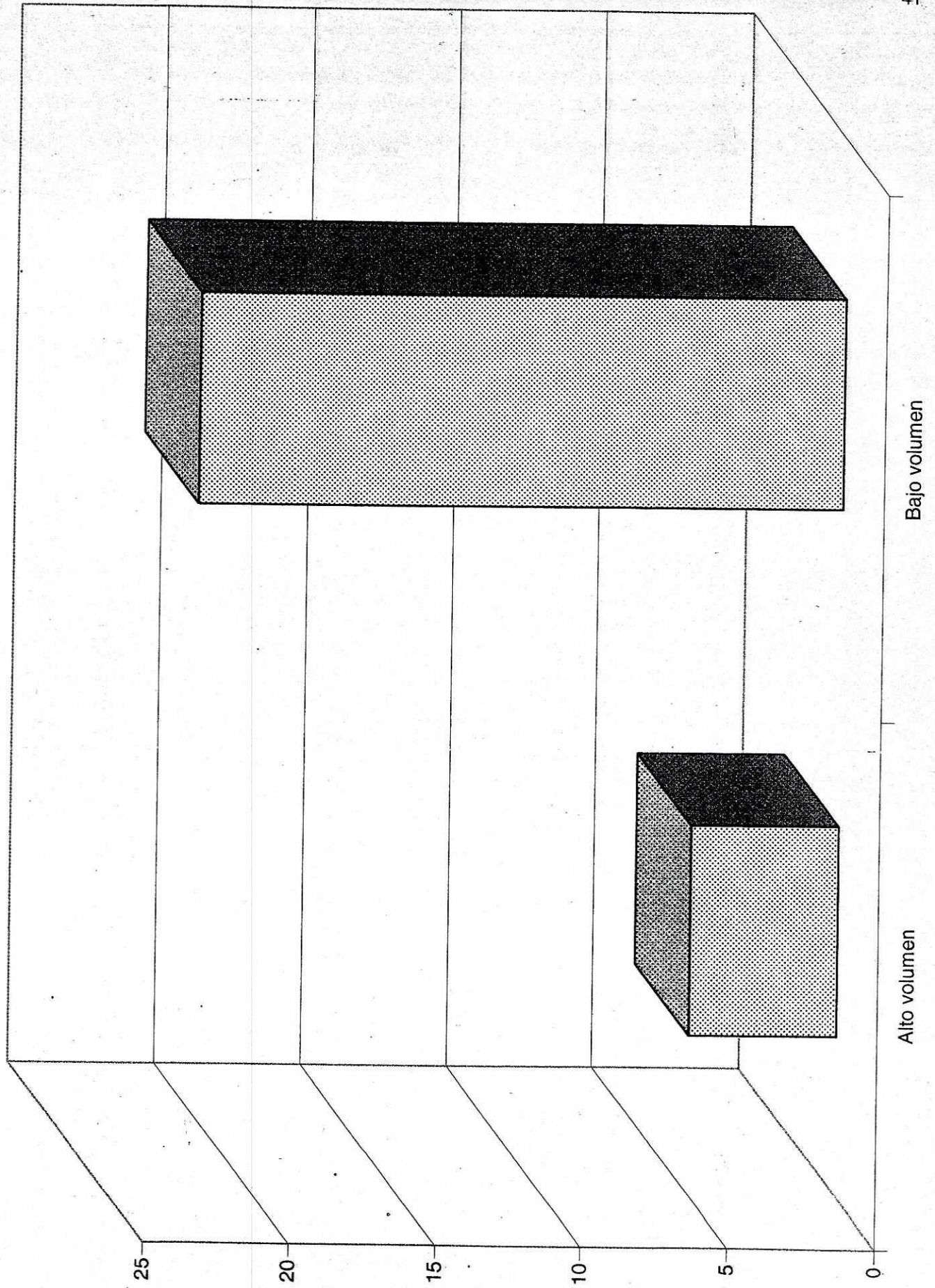
3. Cuando un cliente pregunta por este producto ¿qué característica es la que mas le interesa?



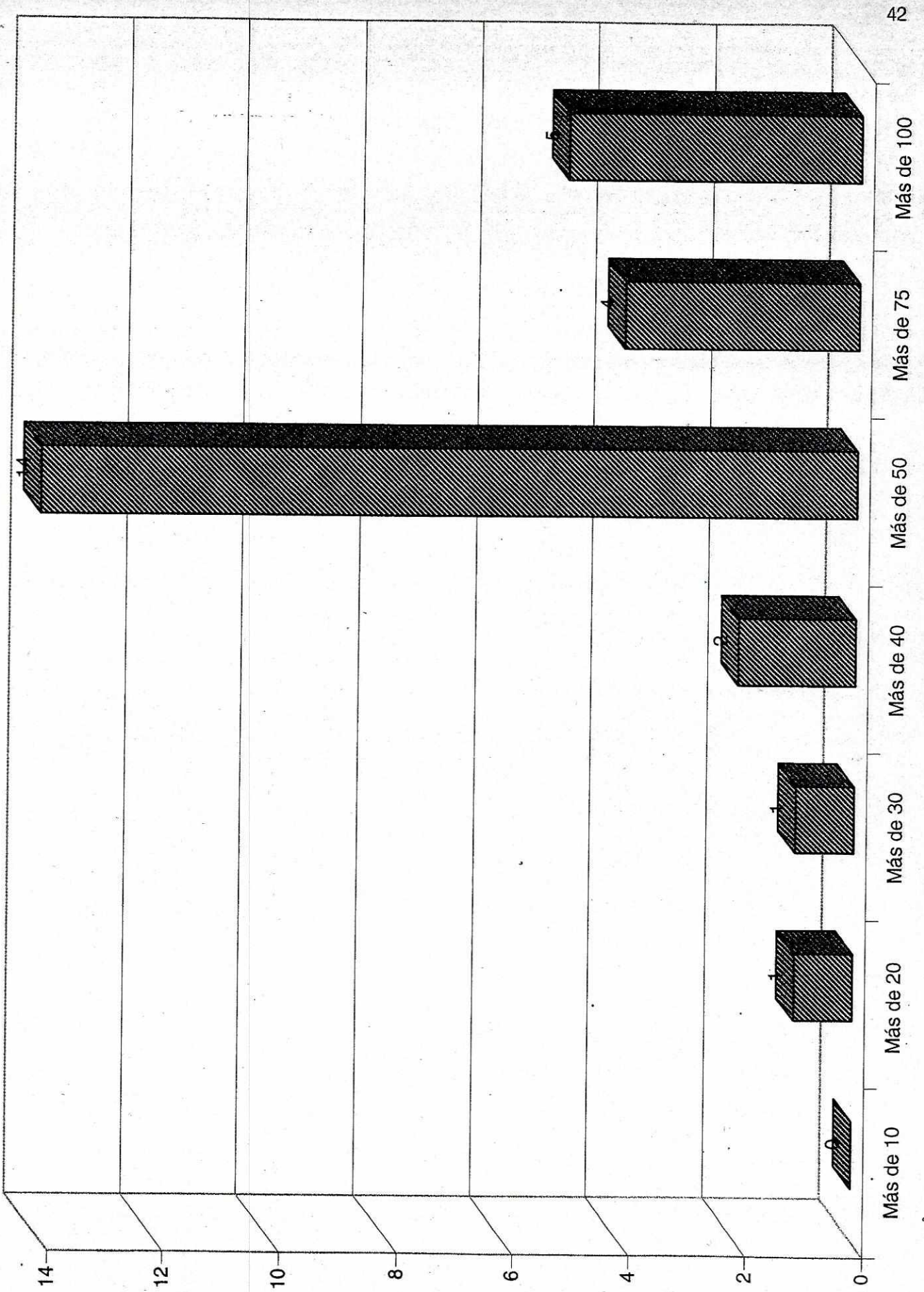
4. ¿Solicita el cliente una marca específica o pregunta por la procedencia de la varilla?



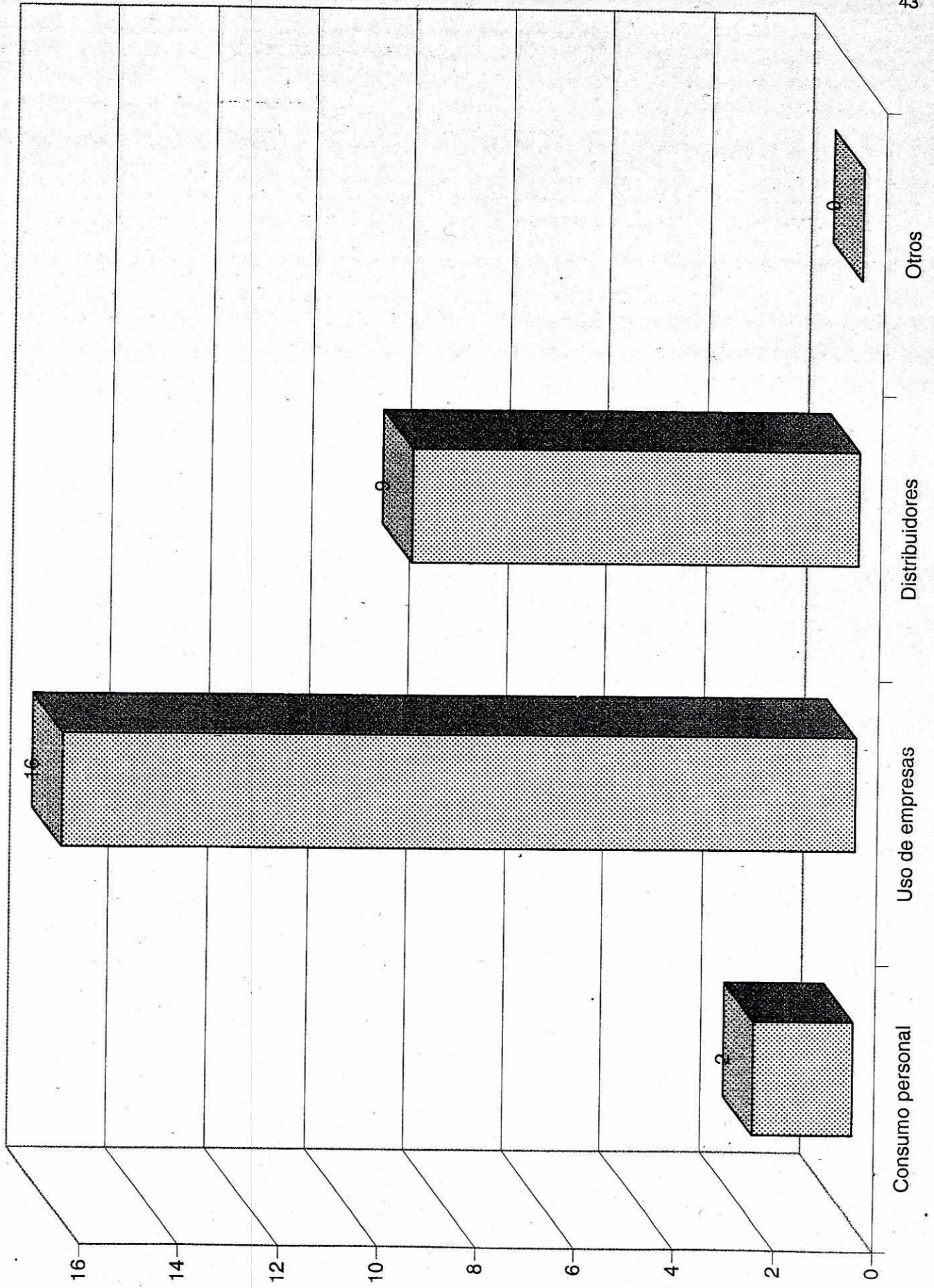
5. Según su experiencia, en la mayoría de casos, ¿los clientes compran en alto o bajo volumen?



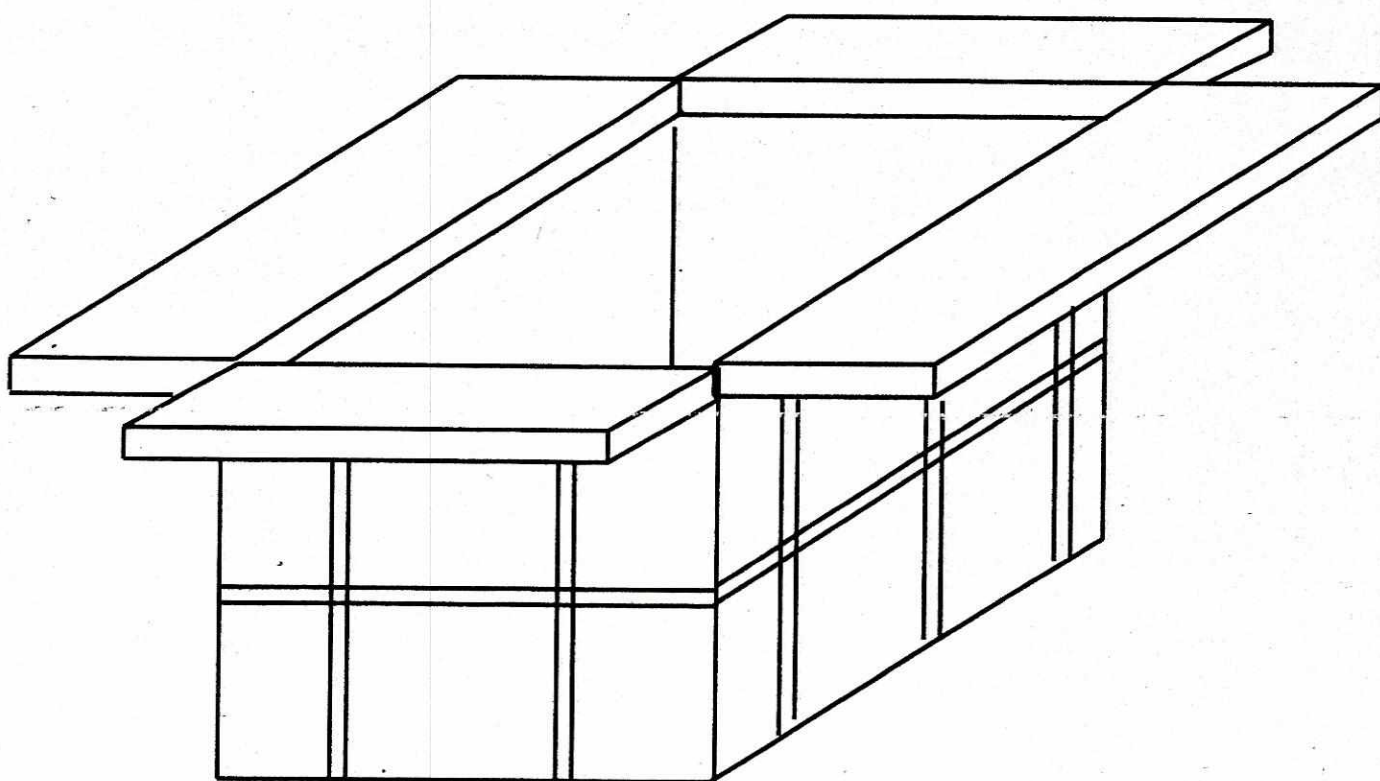
6. ¿Qué cantidad considera una venta de alto volumen?



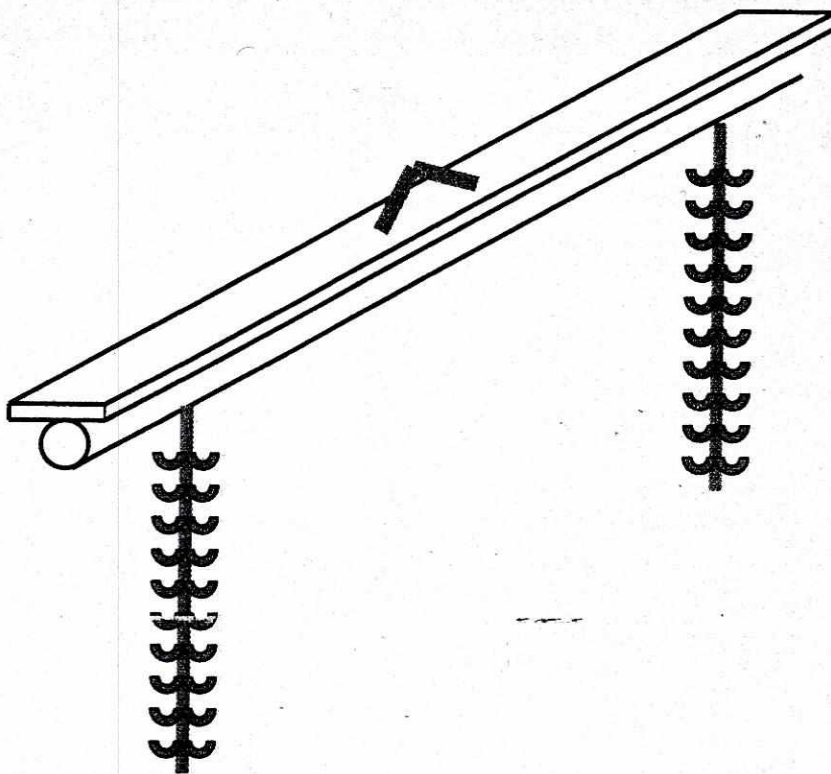
7. ¿Qué tipo de clientes compra el producto o para que tipo de consumo?



**Anexo 4**  
**Tanque del proceso**



**Anexo 5**  
**Diseño del arnés**



**Anexo 6**  
**Fotografía polipasto**



**Diagrama de Operación de Proceso (DOP)  
Método propuesto**

- 1 → Traslado al área de corte  
0.5 minutos
- 1 (1) Corte de varilla a 8'  
0.5 minutos
- 2 → Traslado al torno  
0.5 minutos
- 2 (2) Tornear punta  
2 minutos
- 3 → Traslado a área de bisel  
0.5 minutos
- 3 (3) Hacer bisel  
1 minuto
- 4 → Traslado al área de pulido  
0.5 minutos
- 4 (4) Pulir varilla  
2 minutos
- 5 → Traslado al área química  
0.5 minutos
- 5 (5) Colocar varilla en arnés  
0.25 minutos
- 1 (1) Espera de colocación del resto de varillas  
2.5 minutos
- 6 → Traslado a tanque de decapado  
0.25 minutos
- 6 (6) Decapado de la varilla  
20 minutos
- 7 → Traslado a tanque de agua  
0.25 minutos
- 7 (7) Meter en agua y limpiar varilla  
1 minuto
- 8 → Traslado a tanque electrolítico 1  
0.25 minutos
- 8 (8) Predepositado de cobre  
20 minutos
- 9 → Traslado a tanque de agua  
0.25 minutos
- 9 (9) Meter en agua  
0.5 minutos
- 10 → Traslado a tanque electrolítico 2  
0.25 minutos
- 10 (10) Depositado de cobre  
20 minutos
- 11 → Traslado a tanque de agua  
0.25 minutos
- 11 (11) Meter en agua  
0.5 minutos
- 12 → Traslado a área de secado  
0.5 minutos
- 12 (12) Descargar y esperar secado de varilla cobrizada  
5 minutos
- 13 → Traslado a bodega o área de despacho  
0.5 minutos

Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operaciones	12	72.75
Transportes	13	5
Esperas	1	2.5
<b>Tiempo Total</b>		<b>80.25</b>

**Anexo 8**  
**Diagrama de recorrido**  
**Método propuesto**

