

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **IMPLEMENTACIÓN DE UNA CADENA DE PRODUCCIÓN DE VIDRIO NEUTRO EN UNA EMPRESA DE VIDRIOS INDUSTRIAL DE LIMA, PERÚ**

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero  
Industrial

**Fernando Gonzalo Martinez Valdivieso**

**Código: 19772542**

**Asesor**

**Juan Carlos Romani Bravo**

Lima – Perú

Noviembre del 2024





**IMPLEMENTATION OF A NEUTRAL GLASS  
PRODUCTION CHAIN IN AN INDUSTRIAL  
GLASS COMPANY IN LIMA, PERU**

# TABLA DE CONTENIDO

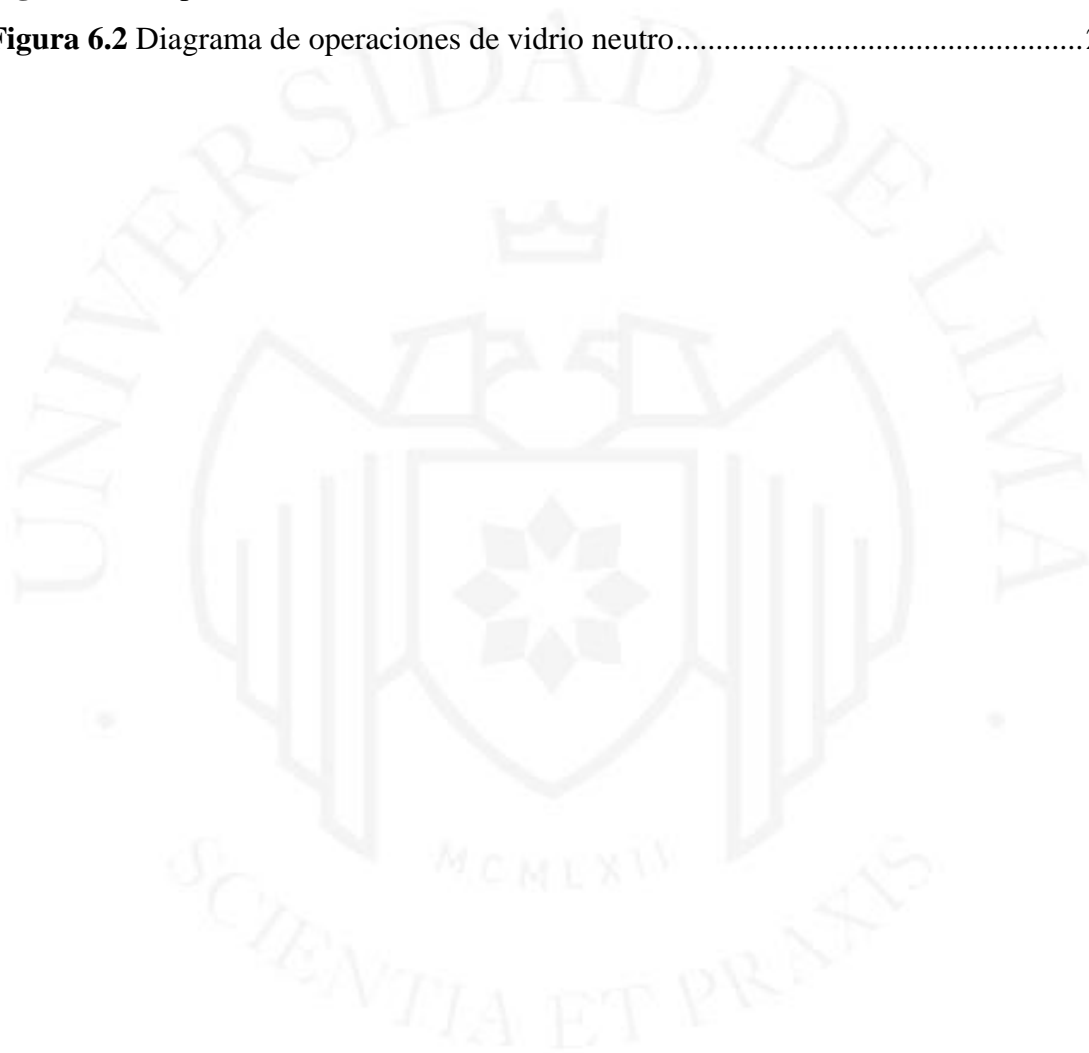
<b>RESUMEN .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>x</b>
<b>1. Antecedentes de la empresa .....</b>	<b>1</b>
1.1 Breve descripción de la empresa .....	1
1.2 Descripción del sector .....	3
1.3 Descripción del problema.....	6
<b>2. Objetivos de la investigación.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objetivo general .....	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
<b>3. Alcance y limitaciones de la investigación .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Justificación de la investigación.....</b>	<b>9</b>
4.1 Justificación técnica .....	9
4.2 Justificación económica .....	11
4.3 Justificación social .....	12
<b>5. Situación problemática.....</b>	<b>13</b>
<b>6. Propuesta de solución .....</b>	<b>13</b>
6.1 Equipos y edificaciones existentes .....	15
6.2 Forma de elaboración .....	15
6.3 Materias primas .....	16
6.4 Proceso de fabricación.....	18
<b>7 Resultados y Discusión .....</b>	<b>38</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1</b>	Principales empresas de vidrio industrial en Perú .....	3
<b>Tabla 1.2</b>	Importaciones de vidrio neutro 1969 – 1972 (Miles de Toneladas) .....	5
<b>Tabla 1.3</b>	Importaciones de vidrio neutro 1973 – 1979 (Miles de Toneladas) .....	5
<b>Tablas 1.4</b>	Proyección de la demanda de vidrio neutro 1981 – 1985 (Toneladas) .....	6
<b>Tabla 4.1</b>	Proyección de la demanda de vidrio neutro (1981 – 1985) .....	10
<b>Tabla 6.1</b>	Presupuesto de gastos gubernamentales destinados al sector salud .....	14
<b>Tabla 6.2</b>	Producción por años de materias primas y vidrio neutro .....	25
<b>Tabla 6.3</b>	Factor de Conversión para el consumo anual de materia prima .....	25
<b>Tabla 6.4</b>	Estado de ganancias y pérdidas presupuestadas (Miles de USD) .....	26
<b>Tabla 6.5</b>	Inversión fija e intangible .....	27
<b>Tabla 6.6</b>	Presupuesto de materia prima .....	28
<b>Tabla 6.7</b>	Presupuesto de mano de obra directa .....	28
<b>Tabla 6.8</b>	Presupuesto total de materiales indirectos (Miles de USD) .....	30
<b>Tabla 6.9</b>	Inversión Inicial (Miles de USD) .....	31
<b>Tabla 6.10</b>	Distribución por tipo de producción .....	32
<b>Tabla 6.11</b>	Proyección de los costos de productos vendidos (Miles de USD) .....	33
<b>Tabla 6.12</b>	Proyección de los costos y gastos variables (Miles de USD) .....	34
<b>Tabla 6.13</b>	Proyección de los costos y gastos fijos (Miles de USD) .....	34
<b>Tabla 6.14</b>	Proyección de utilidades (Miles de USD) .....	35
<b>Tabla 6.15</b>	Flujo Económico del Proyecto (USD) .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Diagrama de Ishikawa de alto costo de la Línea 1 .....	7
<b>Figura 4.1</b> Proyección de la demanda de vidrio neutro (1981 – 1985).....	10
<b>Figura 4.2</b> Presupuesto sector salud e importaciones de vidrio neutro (1969 – 1980 ...	11
<b>Figura 4.3</b> Presupuestados versus importaciones de vidrio neutro (biansual) .....	12
<b>Figura 6.1</b> Disposición de la Línea 1 .....	15
<b>Figura 6.2</b> Diagrama de operaciones de vidrio neutro.....	20



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Descripción de las partidas arancelarias .....	44
Anexo 2: Importación de vidrio neutro (considerados por bienes) .....	45
Anexo 3: Cálculo del coeficiente de correlación .....	46
Anexo 4: Recta de regresión de mínimos cuadrados (importaciones de vidrio neutro y egresos gubernamentales operativos presupuestados para el sector salud) .....	47
Anexo 5: Equipamiento de planta.....	48
Anexo 6: Inversión para la sección de fabricación de tubos.....	49
Anexo 7: Inversión para la sección de fabricación de ampollitas y frascos.....	50
Anexo 8: Presupuesto de ventas .....	51
Anexo 9: Presupuesto de producción de ampollitas y frascos (Toneladas).....	52
Anexo 10: Presupuesto de producción de tubos (Toneladas).....	53
Anexo 11: Presupuesto de materiales (Toneladas).....	54
Anexo 12: Presupuesto de compra de materias primas 1981 .....	55
Anexo 13: Presupuesto de compra de materias primas 1982 .....	56
Anexo 14: Presupuesto de compra de materias primas 1983 .....	57
Anexo 15: Presupuesto de compra de materias primas 1984 .....	58
Anexo 16: Presupuesto de compra de materias primas 1985 .....	59
Anexo 17: Presupuesto de materiales para embalaje de frascos.....	60
Anexo 18: Presupuesto de materiales para embalaje de tubos .....	61
Anexo 19: Presupuesto de materiales de empaque para ampollitas.....	62
Anexo 20: Presupuesto de materiales indirectos .....	63
Anexo 21: Flujo neto económico hasta 1985 (USD).....	64
Anexo 22: Flujo neto económico (1986 - 1990) (USD).....	65
Anexo 23: Diagrama de Proceso de Fabricación.....	66
Anexo 24: Elaboración del tubo .....	67
Anexo 25: Elaboración de ampollita.....	68
Anexo 26: Balance de materias (%/kg) Vidrio neutro.....	69
Anexo 27: Factores para el cálculo del consumo anual de materias primas en función de la producción neta planeada.....	70
Anexo 28: Equipos y edificaciones existentes.....	71
Anexo 29: Equipos por adquirir.....	73

## RESUMEN

Hasta 1980, en el Perú no existía alguna empresa que se dedicara a la producción de vidrio neutro a partir de la manipulación de materias primas (Sílice, Tetraborato de sodio anhidro, Hidróxido de aluminio, Caliza, Barita, óxido de zinc, Carbonato de sodio, Sulfato de sodio, Nitrato de sodio y Dolomita) debido a su alta inversión, por lo que la venta de este material en nuestro país dependía principalmente de la importación de otros países. En ese momento, las principales empresas que compraban vidrio neutro eran las farmacéuticas. Ante esta situación, surgió un proyecto para implementar una cadena de producción de vidrio neutro en una empresa de vidrios industriales en Lima, Perú. El objetivo del proyecto fue aumentar la eficiencia y rentabilidad aprovechando la capacidad productiva de su Línea 1, la cual generaba pérdidas en comparación con las otras cinco líneas de producción de la empresa.

Las pérdidas en la Línea 1 se debían a dos razones principales: a) el uso de equipos obsoletos que llevaba a una disminución constante en la producción de vidrio, y b) la menor capacidad del horno utilizado. Para aliviar este problema, se decidió utilizar la infraestructura de la Línea 1 para la producción de vidrio neutro, debido a que su horno tenía una mayor capacidad. Esta decisión permitió reducir la inversión necesaria en equipos, personal, materia prima y otros gastos, al mismo tiempo que se cumplía con la demanda esperada.

El proyecto estimó una alta demanda de vidrio neutro en los próximos cinco años, principalmente para la fabricación de tubos, ampollitas y frascos viales. El proceso de fabricación de tubos incluye acondicionamiento de materias primas previamente mencionadas, preparación de mezcla, proceso de fabricación en horno continuo, formación del tubo mediante estiramiento y soplado, tratamiento térmico, corte, calibración y selección, y empaque. La fabricación de ampollitas y frascos sigue procesos similares con lavado, clasificación, formación y tratamiento térmico, pero con adaptaciones específicas para cada producto.

La demanda del proyecto se determinó considerando la relación significativa entre la importación de vidrio neutro y el presupuesto del sector salud en el Perú. Además, se

evaluaron los flujos económicos de ventas y costos, así como todos los conceptos relacionados con las posibles ganancias y pérdidas del proyecto.

El análisis económico y financiero, evidenció una inversión de 853 mil dólares donde la tasa interna de retorno encontrada fue del 72 %. El proyecto generó un retorno de 2,3 millones de dólares en un período de cinco años. Estos resultados indicaron que el proyecto fue rentable y ofrecía beneficios financieros significativos en el tiempo estipulado.

**Palabras clave:** vidrios industriales, Línea 1, vidrio neutro, rentabilidad, viabilidad.



## ABSTRACT

Until 1980, there was no company in Peru that was dedicated to the production of neutral glass from the handling of raw materials (Silica, Anhydrous Sodium Tetraborate, Aluminum Hydroxide, Limestone, Barite, Zinc Oxide, Sodium Carbonate, Sodium Sulfate, Sodium Nitrate and Dolomite) due to its high investment, so the sale of this material in our country depended mainly on imports from other countries. At that time, the main companies that bought neutral glass were pharmaceutical companies. Faced with this situation, a project arose to implement a neutral glass production chain in an industrial glass company in Lima, Peru. The objective of the project was to increase efficiency and profitability by taking advantage of the production capacity of its Line 1, which generated losses compared to the other five production lines of the company.

The losses on Line 1 were due to two main reasons: a) the use of obsolete equipment leading to a steady decline in glass production, and b) the lower capacity of the furnace used. To alleviate this problem, it was decided to use the infrastructure of Line 1 for the production of neutral glass, due to the fact that its furnace had a greater capacity. This decision made it possible to reduce the necessary investment in equipment, personnel, raw materials and other expenses, while meeting the expected demand.

The project estimated a high demand for neutral glass in the next five years, mainly for the manufacture of tubes, ampoules and vial jars. The tube manufacturing process includes conditioning of previously mentioned raw materials, mixing preparation, continuous furnace manufacturing process, tube forming by stretching and blowing, heat treatment, cutting, calibration and selection, and packaging. The manufacture of ampoules and bottles follows similar processes with washing, sorting, forming and heat treatment, but with product-specific adaptations.

The demand for the project was determined by considering the significant relationship between the import of neutral glass and the budget of the health sector in Peru. In addition, the economic flows of sales and costs were evaluated, as well as all the concepts related to the possible profits and losses of the project.

The economic and financial analysis showed an investment of 853 thousand dollars where the internal rate of return found was 72%. The project generated a return of \$2.3 million over a five-year period. These results indicated that the project was cost-effective and offered significant financial benefits in the stipulated time.

**Keywords:** industrial glass, Line 1, neutral glass, profitability, viability.



## **1. Antecedentes de la empresa**

### **1.1 Breve descripción de la empresa**

A inicios de 1980, una empresa de vidrios industriales en Lima, Perú (desde ahora, “La Empresa”) era reconocida por los usuarios como fabricante de envases de vidrios, ampliamente competitiva en el país y en el extranjero. La mayor parte de su producción estaba dirigida a las empresas envasadoras de cerveza y bebidas gaseosas. Los envases se producían en diferentes formas y tamaños, de acuerdo con los requerimientos de los envasadores. También, se producían envases dirigidos a laboratorios farmacéuticos, por ejemplo, para suero fisiológico. Además, para satisfacer las demandas de las empresas vitivinícolas nacionales, se elaboraban botellas para vino, así como frascos para diferentes usos, como mermeladas y otros.

El mercado objetivo era el nacional. La planta de La Empresa se ubicaba en la avenida Venezuela, en Bellavista, Callao, ubicación privilegiada geográficamente. Uno de sus principales clientes era la Compañía Nacional de Cerveza, cuyo producto líder era la marca Pilsen Callao, pues los dueños de ambas empresas eran los mismos. Entre las bebidas gaseosas, el grueso de la producción era para Coca Cola, Pepsi Cola e Inca Cola; por su parte, pequeños lotes se destinaban a la exportación. Junto con otra empresa, La Empresa absorbía gran parte de los requerimientos de envases de vidrios del mercado nacional; ambas estaban ligadas a cada uno de los dos mayores grupos cerveceros nacionales de la época. La zona de operación de La Empresa abarcaba todo el territorio nacional; la distribución era vía terrestre en camiones con tolva abierta; y las botellas eran envasadas en sacos de 20 o 50 unidades según su tamaño.

La Empresa trabajaba los tres turnos. En el primer turno (08:00 a. m. a 04:00 p. m.) laboraban 120 trabajadores entre obreros y empleados. En el segundo turno (04:00 p. m. a 12:00 a. m.) laboraban 80 trabajadores: uno de ellos, empleado; el ingeniero, jefe de turno; y el resto eran obreros. En el tercer turno (12:00 p. m. a 08:00 a. m.) la distribución era igual que en el segundo turno. Como los hornos de fundición para la materia prima no podían parar de producir, ello obligaba a que se trabajen los tres turnos del día (08:00 – 16:00, 16:00 – 24:00, 24:00 – 08:00) los siete días de la semana; solo se descansaba dos días al año, el 1 de mayo y el 1 de enero.

Para mantener en actividad la planta, se requerían de 280 trabajadores entre obreros y empleados. En su plena capacidad, se producían un aproximado de 80 000

envases por turno. Se hace la observación de “a plena capacidad”, pues, cuando se hacía cambio de formato en algunas de las líneas, o cuando existían variaciones de temperatura no controladas en el horno, o problemas con la materia prima, no se generaba producción en varios días.

La Empresa se fundó el 1 de marzo de 1965. Sus primeras instalaciones fueron compradas a otra empresa en el terreno que ocupaba en ese momento en la Av. Venezuela. Dichas instalaciones disponían de dos hornos, uno de fuego directo y el otro regenerativo, con dos máquinas Lynch y canales alimentadores Hartford; dos templas de 4 pies de ancho; una templa de decorado; y dos máquinas semiautomáticas Strutz. Las instalaciones contaban con las facilidades generales de una fábrica de envases.

En diferentes etapas de su desarrollo, se fueron introduciendo cambios, y mecanizando la carga de los hornos, sus registros de temperatura y mecanismos de templas. En 1966, se inició una primera etapa de ampliación, que se completó en diciembre de 1967. Con ello, se dispuso de mezcladora y balanza de materias primas nuevas; un horno tipo regenerativo de 40 TM/día de extracción, completamente automático, con dos alimentadores Hartford y dos máquinas Lynch 10; una nueva templa automática para decorado de 6 pies con dos máquinas semiautomáticas Strutz; nuevos compresores y ventiladores; un sistema de recirculación de agua de enfriamiento con torre, pozo profundo de 114 metros para agua potable y tanque reservorio elevado; y un equipo de lavado. También, se repararon moldes, sistema de desagüe, pistas, alumbrado, transformador y tablero de 10,000 V/440 V.

Posteriormente, para finales de 1980, se había culminado una nueva etapa de ampliación y modernización. Se completaron los depósitos cerrados para sílice y carbonato de sodio, y una nueva planta completamente automática para la mezcla y sistema de recuperación, limpieza y almacenaje cerrado de vidrio roto (*cullet*). El nuevo horno era completamente automático, tipo regenerativo de 100 TM de extracción diaria que proveería vidrio a dos alimentadores de alta extracción para la máquina de sección individual del tipo doble gota, completa la planta una templa y línea de inyección automáticas.

En efecto, la política del directorio de La Empresa era continuar con el crecimiento de la fábrica para modernizarla y elevar la eficiencia de sus distintas secciones.

## 1.2 Descripción del sector

En 1980, en el Perú, el sector de producción de vidrio o de bienes intermedios experimentó una dinámica favorable en el índice del volumen físico de la producción; de hecho, incrementó en 7 % respecto al año anterior (Banco Central de Reserva del Perú, [BCRP], 1980).

Según Nieto (1993), El Perú contaba con las siguientes líneas de producción: vidrio plano; envases (botellas y frascos); vidrios de seguridad; lana de vidrio; artículos para el hogar; artículos de alumbrado, murano y otros. Los procesos para la fabricación de envases según el tipo de moldeo que se usaban eran manual, semiautomático y automático. Cabe mencionar que las empresas productoras de vidrios industriales se encontraban concentradas en Lima Metropolitana. Del total producido, se estimaba que el 97,5 % era consumido en el mercado nacional, fundamentalmente, envases de vidrio, como botellas y frascos, y en menor medida, vidrios planos. El restante era destinado al exterior.

En la Tabla 1.1, se señalan las principales empresas que operaban en el subsector.

**Tabla 1.1**

*Principales empresas de vidrio industrial en Perú*

<b>Empresas</b>	<b>Productos</b>
Vidrios Industriales S.A.	Botellas para cerveza, gaseosa y licores; frascos para droguería y alimentos
Cía. Manufacturera del Vidrio del Perú Ltda. S.A.	Botellas, frascos y potes, envases tubulares, tapones y tapas
Corporación Miyasato S.A.	Vidrio laminado de seguridad y vidrio templado de seguridad
Fausa Glass S.A.	Vidrio laminado y templado de seguridad (parabrisas, laterales y espaldares)
Vidrios y Cristales S.A.	Envases de vidrio en general

*Nota.* Data recopilada de Grandes empresas y grupos industriales latinoamericanos, por Garrido, C., Pérez, W., Bisang, R., De Quadros, R., Bernardes, R., Bonelli, R., Castillo, M., Álvarez, R. y Misas, G. (1998).

Hasta el año 1980, en el Perú, todavía no se producía vidrio neutro. La demanda estaba cubierta en su totalidad por las importaciones, por lo que la competencia se

encontraba en el exterior. Los principales proveedores de productos de vidrio neutro al Perú eran los países de Europa occidental, Alemania, Italia, Francia y otros, así como Estados Unidos, Japón y Brasil.

El vidrio neutro está compuesto de Óxido de Sílice, Óxido de Aluminio, Óxido de Boro, Óxido de Bario, Óxido de Calcio, Óxido de Magnesio, Óxido de Zinc y Óxido de Sodio y es un vidrio poco soluble, con un pH muy cercano a 7, lo cual lo hace resistente a las soluciones ácidas y no reacciona alcalinamente. El proceso de su fabricación comprende la fusión de una mezcla de diferentes óxidos. El vidrio neutro, así obtenido, es conformado para obtener un tubo continuo que, al ser cortado, da lugar al tubo de vidrio neutro. En este caso, una parte de los tubos se utiliza para la formación de ampollitas y frascos viales, y la otra parte, junto con las ampollitas y frascos, es sometida a un proceso de temple para evitar las tensiones internas no uniformes.

Se encontró una gran demanda en el Perú dada la existencia de un número importante de laboratorios farmacéuticos, los cuales utilizaban envases de vidrio neutro para algunos de sus productos. Este era el caso de las soluciones inyectables y los productos parenterales. Los envases que consumían los laboratorios eran de dos tipos y varios tamaños (capacidades): las ampollitas y los frascos viales. La diferencia principal entre ambas radicaba en que la ampollita, una vez llena, se sella; mientras que los frascos utilizaban tapones de PVC o tapas de rosca. Ambos tipos de envases se elaboraban a partir de los tubos de vidrio neutro, que eran de diámetro variable (hasta 30 mm aprox.) con un grosor de pared inferior a 1 mm, y una longitud de aproximadamente 60 pulgadas.

En el contexto en el que se enmarcó este proyecto, Lima de 1980, la tecnología del vidrio neutro era bastante difícil de lograr y su producción, muy costosa. En el caso específico de la Línea 1 mencionada, La Empresa contaba ya con gran parte de la infraestructura necesaria para su elaboración, lo cual, según lo investigado para la implementación, podía devenir en una gran reducción de los costos fijos. Esta fue la motivación principal para la propuesta del proyecto.

En la Tablas 1.2 y 1.3, se aprecia la información histórica de las importaciones de vidrio neutro al Perú entre los años 1969 a 1979.

**Tabla 1.2***Importaciones de vidrio neutro 1969 – 1972 (Toneladas)*

<b>Part. Arancelaria</b>	<b>1969</b>	<b>1970</b>	<b>1971</b>	<b>1972</b>
70,10,3,01	313 000	341 583	627 789	453 241
70,10,3,02	499 714	480 778	308 207	174 135
70,10,4,01	59 824	12 125	161 086	41 661
70,10,4,02	3552	29 134	44 403	7700
70,17,0,03	131 890	117 483	290 125	229 624
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>1 007 980</b>	<b>981 103</b>	<b>1 421 610</b>	<b>906 361</b>

*Nota.* Adaptado de Anuario Estadístico del Perú y de Estadística del comercio exterior, por Oficina Nacional de Estadística y Censos (1969), Ministerio del Comercio (1971, 1972) y Ministerio de Economía y Finanzas (1970)

**Tabla 1.3***Importaciones de vidrio neutro 1973 – 1979 (Toneladas)*

<b>Partida Arancelaria</b>	<b>1973</b>	<b>1974</b>	<b>1975</b>	<b>1976</b>	<b>1977</b>	<b>1978</b>	<b>1979</b>	<b>1980 (10 meses)</b>
70,10, 01,01,01	377 244	296 257	632 316	483 216	197 399	268 964	377 387	405 126
70,10, 01,01,99	490 299	67 943	220,24	34 777	60 617	75 732	123 931	148 649
70,10, 01,01,00	26 203	17 459	42 027	22 105	17 959	13 028	18,28	19 624
70,17, 01,00,00	72 754	56 988	107 733	61 281	56 474	46 039	70 526	60 625
70,17, 02,00,00	2801	7249	6347	1580	0,292	0,782	0,410	0,558
70,17, 03,00,00	276 485	156 343	510 037	283 079	129 911	186 835	238 884	256 442
70,10, 01,99,01	-	-	80 670	53 598	46 264	1349	1239	1054
70,10, 01,99,02	-	-	12 717	21 325	4614	-	-	0,748
<b>TOTAL</b>	<b>1 245 786</b>	<b>602 239</b>	<b>1 612 09</b>	<b>960 961</b>	<b>513 53</b>	<b>592 729</b>	<b>831 657</b>	<b>892 826</b>

*Nota.* Adaptado de Anuario estadístico de comercio exterior, de Anuario estadístico de comercio exterior peruano y de Estadística del comercio exterior, por Ministerio del Comercio (1973, 1974); Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración (1975); y de Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración, (1980)

Dado que el objetivo del proyecto era cubrir la demanda nacional de vidrio neutro, las ventas se proyectaron sobre la base de la información histórica presentada, y en función de la recta de correlación obtenida en el análisis de proyección de la demanda, Los resultados de esta estimación están presentados en la Tabla 1.4.

#### **Tablas 1.4**

*Proyección de la demanda de vidrio neutro 1981 – 1985 (Toneladas)*

<b>Año</b>	<b>Venta vidrio neutro (Ton.)</b>
1981	1899,3
1982	2065,1
1983	2231,0
1984	2396,8
<b>1985</b>	<b>2562,6</b>

Según lo expuesto en las consideraciones iniciales de esta sección, el volumen estimado para las ventas en el primer año del proyecto fue de 854,55 TM con un supuesto de venta del 20 %.

### **1.3 Descripción del problema**

Hacia el año 1980, en Perú, contexto en el que se sitúa el presente proyecto, no se producía vidrio neutro. Existía una empresa en Lima, con razón social Industrial Vidrio Neutro S.A. pero, según el Ministerio de Industria, no producía realmente vidrio neutro. Por tal motivo, se puede concluir que la demanda aparente estaba compuesta en su integridad por las importaciones del producto.

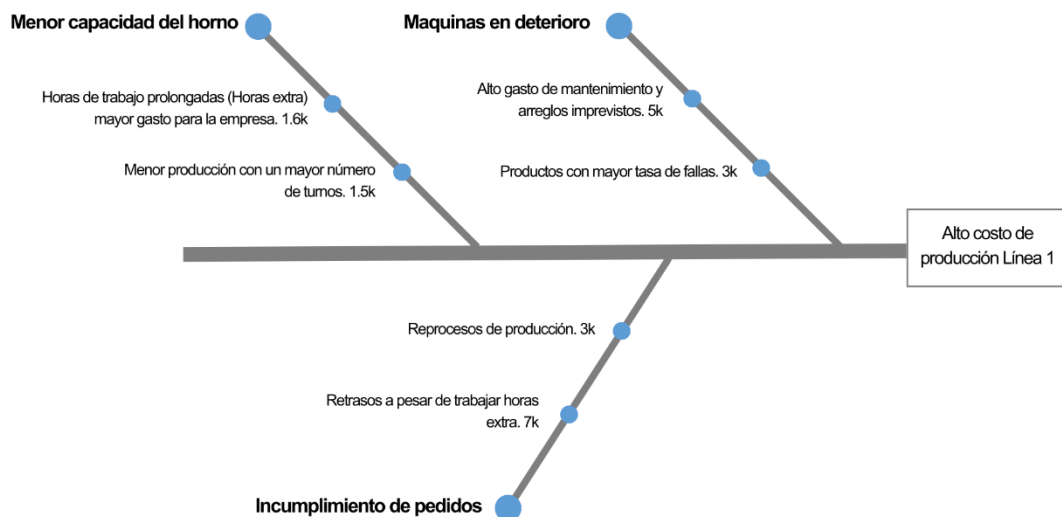
Por otro lado, algunas empresas industriales que se dedicaban a la elaboración y transformación de vidrio, pero que no producían vidrio neutro, igualmente consumían tubos de este tipo de vidrio para la producción de ampollitas y frascos viales. En comparación con los laboratorios farmacéuticos, estas empresas eran pequeñas consumidoras.

La cadena de producción de La Empresa se encontraba organizada en seis (6) líneas de producción, Una de ellas funcionaba con un horno de fuego directo; para efectos del presente proyecto, se denominará “Línea 1”. Esta fue una de las dos primeras líneas de las instalaciones de La Empresa. El Horno 1, que contaba con una capacidad de

extracción diaria de 10,4 TM, era muy pequeño y de muy alto costo de operación con relación a los otros hornos existentes, a la vez que la máquina Lynch era ya obsoleta y sufría continuos paros por imperfecciones, A estos problemas se sumó la sección de decorado, que no se daba abasto; trabajando al 100 % de su capacidad, generaba un déficit que alcanzaba en volumen al 85 % de la producción de botellas de la Línea 1, El análisis causa-raíz del problema del alto costo de producción de la Línea 1 se demuestra mediante un diagrama de Ishikawa en la Figura 1.1

**Figura 1.1**

*Diagrama de Ishikawa de alto costo de la Línea 1*



Los problemas señalados generaban un incremento en el costo de fabricación de los envases en relación con las otras líneas de producción. Frente a esta situación, la dirección de La Empresa evaluaba clausurar la Línea 1, pues lo único aprovechable que ofrecía era el Horno 1 y la templa, que aún estaban en buenas condiciones. En ese sentido, si se encontraba alguna línea de productos que, por su rentabilidad, justificara una inversión, la Línea 1 podía seguir funcionando luego de algunas modificaciones.

Como se indicó anteriormente, la tecnología para la producción del vidrio neutro era bastante difícil y su producción era costosa; sin embargo, en el caso específico de la Línea 1 de La Empresa, esta contaba ya con gran parte de la infraestructura necesaria para su elaboración, lo cual podía devenir en una gran reducción de los costos fijos. En

tal sentido, el proyecto planteado en ese contexto buscó ampliar las operaciones de La Empresa mediante la implementación de la Línea 1 para la producción de vidrio neutro.

Este constituía un nuevo producto que, por su rentabilidad, justificaba una inversión de cara al aprovechamiento de la capacidad ya instalada en La Empresa. Así, el objetivo era que la Línea 1 pudiera continuar funcionando y generando un flujo de ingresos sostenible.

## **2 Objetivos de la investigación**

### **2.1 Objetivo general**

Implementar una cadena de producción de vidrio neutro en La Empresa, que permitiera elevar sus niveles de eficiencia y rentabilidad mediante el aprovechamiento de la capacidad productiva de la Línea 1.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar las condiciones tecnológicas y calcular la capacidad instalada de La Empresa
- Determinar la demanda de vidrio neutro de La Empresa para un período de cinco años
- Evaluar la rentabilidad de la implementación de una cadena de producción de vidrio neutro de La Empresa

## **3 Alcance y limitaciones de la investigación**

El proyecto tuvo como alcance centrarse en la producción de la Línea 1 de La Empresa debido al alto costo que estaba generando en comparación con las otras cinco líneas de producción. Como se ha explicado anteriormente, los equipos estaban en deterioro y el horno no tenía suficiente capacidad para generar un mejor resultado; esto, sumado a los otros equipos con los que funcionaba esta línea de producción.

Con la finalidad de conocer en qué situación se encontraba la empresa antes de la generación de este proyecto, se realizó el análisis FODA para identificar las oportunidades y amenazas del entorno externo, así como las fortalezas y debilidades del entorno interno. Los resultados se describen a continuación.

### **Fortalezas**

- Ubicación estratégica: concentrada en Lima

- Aprovechamiento de la capacidad instalada de la Línea 1
- Menor inversión por contar con algunos equipos de la Línea 1
- Procesos de producción bien definidos

### **Oportunidades**

- Las políticas gubernamentales relacionadas con el sector salud se presentaban favorables y aseguraban un incremento de la demanda de vidrio neutro
- No hay competencia
- Producto nuevo
- Crecimiento de infraestructura

### **Debilidades**

- Equipos deteriorados
- Poca experiencia de producción de vidrio neutro
- Escasez de materia prima

### **Amenazas**

- Menor precio del vidrio neutro importado
- Aparición de nuevas empresas competidoras
- Inestabilidad económica del país

El análisis FODA mostró que el proyecto presentaba muchas fortalezas y oportunidades. En conclusión, con un mejor control de las debilidades y amenazas, resultaría en un buen proyecto. Para verificar la viabilidad del proyecto, se determinó la inversión inicial en equipos, materias primas, gastos administrativos (personal). Así, el proceso de poner en marcha la Línea 1 de producción no encontró ninguna dificultad.

## **4 Justificación de la investigación**

### **4.1 Justificación técnica**

Para el proyecto, se tomó en cuenta la demanda de vidrio neutro en función de los egresos gubernamentales destinados al sector salud. Los estimados de producción debieron realizarse en función de la planificación o proyección presupuestal del Gobierno respecto a dichos egresos. Al respecto, se obtuvo información por medio de la entrevista a la Dra. María Pérez López, directora ejecutiva de la Oficina Sectorial de Planificación del Ministerio de Salud (comunicación personal, 1980). Ella indicó que el presupuesto

presentado por dicho sector, para el año 1981, fue un total de 1400 millones de soles. El 58 % de dicho monto correspondía a los gastos de inversión; el restante, 42 %, a gastos de operación (588 millones de soles = 173 millones de dólares al tipo de cambio del momento).

La proyección de la demanda de vidrio neutro fue calculada en función de los gastos operativos presupuestados por el sector salud. Esto se presenta en la Tabla 4.1 y en la Figura 4.1

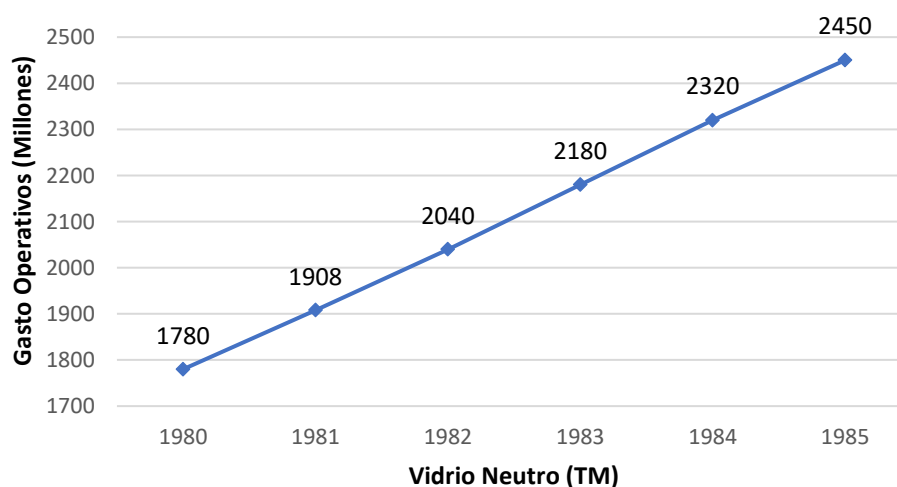
**Tabla 4.1**

*Proyección de la demanda de vidrio neutro (1981 – 1985)*

Año	Gastos Operativos del Sector Salud (USD millones)	Demanda Anual de Vidrio Neutro (TM)
1981	172,94	1899,30
1982	189,70	2065,13
1983	206,47	2231,00
1984	223,24	2396,80
1985	240,00	2562,60

**Figura 4.1**

*Proyección de la demanda de vidrio neutro (1981 – 1985)*



La proyección de la demanda esperada de vidrio neutro se encontraba entre 1900 TM para el 1981, y 2500 TM para el 1985. Para cumplir con la demanda a mediano plazo (cinco años), se estimó que la capacidad de producción debería ser de 2500 TM/año.

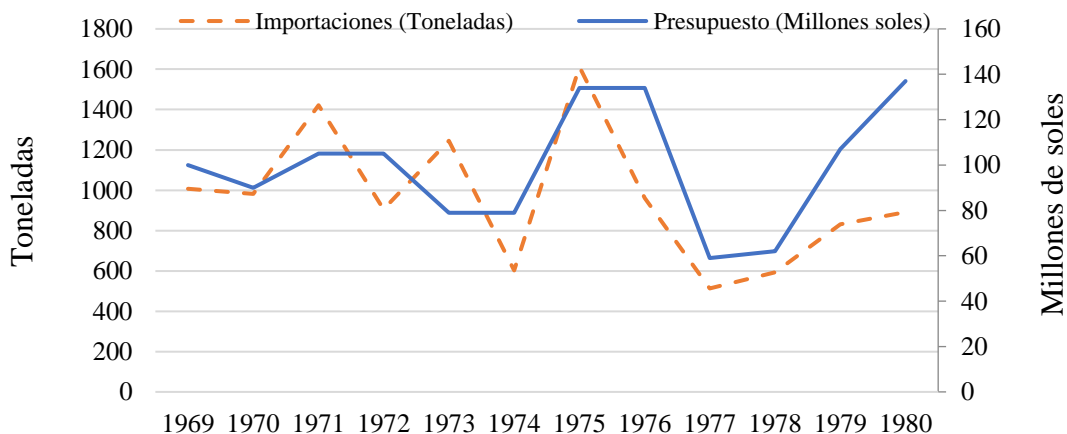
En relación con las consideraciones tecnológicas, la industria de vidrio neutro exigía una gran inversión en equipamiento. En ese sentido, para que el horno y la conformación de tubos lograran un funcionamiento económico, debían operar como mínimo a un 70 % de su capacidad. Debido a que se contaba con la información de la demanda y producción proyectada, las condiciones eran aptas para calcular la inversión necesaria y poner en marcha el proyecto.

#### 4.2 Justificación económica

Sobre la base de la información mostrada en las Tablas 1.2 y 1.3 respecto de las importaciones de vidrio neutro, y de la información de los egresos presupuestados anualmente para el sector salud, la Figura 4.2 muestra el presupuesto del sector salud e importaciones de vidrio neutro en millones de soles entre los años 1969 y 1980.

**Figura 4.2**

*Presupuesto sector salud e importaciones de vidrio neutro (1969 – 1980)*

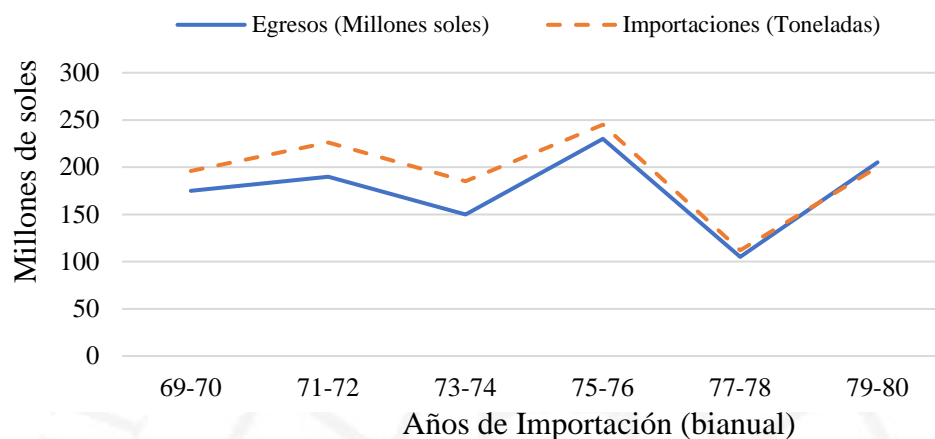


Las importaciones de vidrio neutro parecían obedecer a la política de mantener altos inventarios, especialmente en los bienes. Para el año 1971, se había observado un alto nivel de importaciones de vidrio neutro. En el mismo bienio, año 1972, disminuyeron por debajo de los niveles de los años 1969 y 1970, pese a que estos años presupuestaron menos egresos para el sector salud. Igualmente ocurrió en los siguientes dos bienios.

Atendiendo a ello y con la finalidad de hacer un cálculo adecuado del coeficiente de correlación entre la variable independiente (presupuesto del sector salud) y la variable dependiente (importaciones de vidrio neutro), se consideraron períodos bianuales a partir de los bienios ya existentes, como se muestra en la Figura 4.3.

**Figura 4.3**

*Presupuestados versus importaciones de vidrio neutro (bianual)*



En la Figura 4.2, la relación no se aprecia tan claramente como en la Figura 4.3, la que permite observar una evidente relación entre las variables para el análisis de la demanda. Tal como era de esperarse, del cálculo del coeficiente de correlación entre dichas variables, el resultado demostró un alto nivel de correlación ( $r = 0,923$ ). De este modo, se corroboró la dependencia entre la demanda de vidrio neutro y los egresos presupuestados para el sector salud.

A partir de la información presentada hasta el momento, la Figura 4.1 muestra la recta de regresión de mínimos cuadrados de las importaciones de vidrio neutro sobre los egresos gubernamentales. Se puede concluir que las importaciones de vidrio neutro dependían significativamente (es decir, se encontraban en una relación estadística) de los egresos gubernamentales presupuestados para el sector salud, debido a que guardaban una relación muy estrecha.

Con el resultado, se contaba con las condiciones para poder determinar la demanda potencial y, por ende, la proyección de la producción de vidrio neutro que se requería para la sostenibilidad del proyecto.

### **4.3 Justificación social**

La justificación social del desarrollo del proyecto se refleja en el mismo producto, pues este sirve para toda la industria farmacéutica y, por tanto, está relacionado a la salud de las personas. También, se proyectó la creación de 111 nuevos puestos de trabajo operarios para la Línea 1, además de que la empresa estaba realizando constantes inversiones en una mayor infraestructura que le permitiera incrementar su producción.

## **5 Situación problemática**

Este trabajo presenta la implementación de una cadena de producción de vidrio neutro y su inclusión en la cadena de producción de La Empresa, así mismo se informa acerca de la demanda de producción para su incursión en el mercado local. Sobre la base de la determinación de la demanda, se planteó la proyección de producción, y los costos de los insumos, materiales, intangibles, entre otros, que permitieron calcular el presupuesto de inversión para la implementación de la cadena de producción de vidrio neutro. Además, se ha detallado el proceso productivo para la elaboración de ampollitas, frascos y tubos de vidrio neutro, en el cual se especifican los insumos, mezclas y demás procedimientos para la obtención del producto final.

Para una aproximación al estudio de la demanda, se pretendió conocer el consumo de medicinas en base a la proyección de ventas determinada por las principales industrias farmacéuticas. No obstante, considerando las limitaciones para acceder a dicha información, se optó por una aproximación institucional. La pregunta que surge es la siguiente: ¿de qué o quién dependía el consumo de medicinas en el Perú en el año 1980? Para responder esta pregunta, se analizó el gasto gubernamental en las políticas de salud orientadas al abastecimiento de insumos médicos. Así, se han considerado las importaciones de vidrio neutro, frascos, entre otros, sobre los cuales recaía el impuesto de la partida arancelaria correspondiente en la década de 1980.

## **6 Propuesta de solución**

Con la información obtenida se propone la propuesta de cadena de producción de vidrio neutro, la cual determinaría la existencia de una relación entre los egresos totales destinados al sector salud y las importaciones de vidrio neutro. Dicha relación sería significativa, sobre todo la relación entre los gastos operativos y las importaciones de vidrio neutro, pues el rubro inversiones comprende equipos médicos de alto costo y obras de infraestructura hospitalaria, los cuales no son relevantes para efectos del presente proyecto.

**Tabla 6.1***Presupuesto de gastos gubernamentales destinados al sector salud*

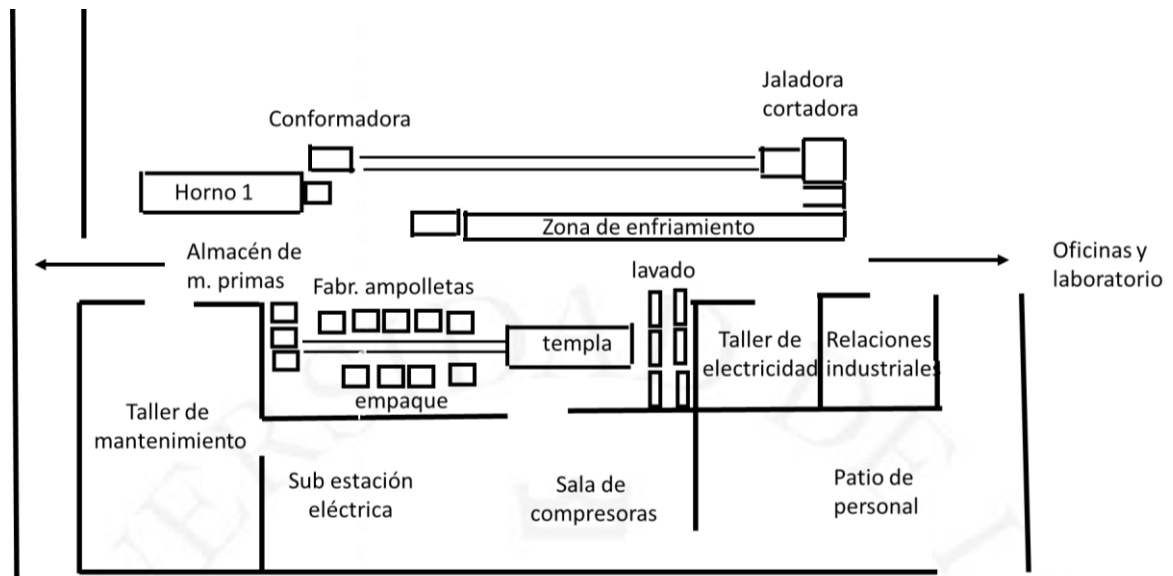
Años	Operación (Millones USD)	Inversión (Millones USD)	Total (Millones USD)	Porcentaje INV/OPER,	
1969	93 291	6 739	100 030		7,2
1970	82 729	7 528	90 257	0,091	9,1
1971 – 1972	198 140	13 328	211 468	0,067	6,7
1973 – 1974	149 030	8 932	157 962	0,060	6,0
1975 – 1976	240 470	28 222	268 692	0,117	11,7
1977	49 422	9 934	59 356	0,201	20,1
1978	57 018	5 881	62 899	0,103	10,3
1979	92 470	14 795	107 265	0,160	16,0
1980	112 150	25 233	137 383	0,225	22,5

*Nota.* Adaptado de Memoria del Banco Central de Reserva del Perú y de Memorias alrededor del proyecto de la ley general de salud: 1975 – 1980, por el Banco Central de Reserva del Perú (1970, 1980) y Bustíos, C. (2015)

Como se ha descrito anteriormente, la planta de La Empresa estaba organizada en seis (6) líneas de producción. Una de ellas funcionaba con un Horno 1 de fuego directo, llamada la Línea 1, que fue una de las dos primeras líneas que tuvo la empresa. A la vez, contaba también con una maquina Lynch, debido a que estaba obsoleta y sufría continuas paradas por imperfecciones. En este sentido, se dispuso de nuevos equipos y maquinarias dentro de la Línea 1 (Figura 6.1), y se realizó la distribución en función de la ubicación del horno. Para aprovechar al máximo los espacios disponibles, se consideró también su relación con los demás factores de producción, los cuales se ubicaban dentro de la planta y son compartidos con las otras líneas,

**Figura 6.1**

*Disposición de la Línea 1*



### 6.1 Equipos y edificaciones existentes

La empresa contaba con gran parte de la infraestructura necesaria, lo cual disminuía notablemente el monto total de la inversión necesaria. La relación de infraestructura existente se presenta en el Anexo 5.

Se contaba además con los siguientes servicios:

- **Electricidad:** instalaciones eléctricas y un motor generador de emergencia.
- **Agua:** pozo, tanque de enfriamiento, torre de enfriamiento, bombas y sistema.
- **Petróleo:** tanques de petróleo, precalentadores, bombas y sistemas distribuido.
- **Gas:** sistema de distribución de gas.
- **Aire comprimido:** compresores de aire y accesorios, y sistema de distribución de aire.
- **Seguridad:** sistemas contra incendio.

La inversión en maquinaria y equipos estaba destinada únicamente a la elaboración de los tubos, y la fabricación de ampolletas y frascos. Los equipos por adquirir se presentan en el Anexo 5.

### 6.2 Forma de elaboración

El proceso comprendía la fusión de una mezcla de diferentes óxidos que permitían la obtención del vidrio neutro. Cabe reiterar que el vidrio neutro es conformado para obtener un tubo continuo que, al ser cortado, da lugar al tubo de vidrio neutro (Vinageras, 1951).

Como se mencionó en la planificación del proyecto, los productos finales eran los tubos, ampollas y frascos de vidrio neutro. Además, para el proceso de producción, se necesitaba contar con las materias primas y detalles del proceso de producción que se presentan a continuación.

### 6.3 Materias primas

Según Nieto (1950), los óxidos que componen el vidrio neutro son los siguientes:

- Óxido de Sílice (SiO<sub>2</sub>)
- Óxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Óxido de Boro (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)
- Óxido de Bario (BaO)
- Óxido de Calcio (CaO)
- Óxido de Magnesio (MgO)
- Óxido de Zinc (ZnO)
- Óxido de Sodio (Na<sub>2</sub>O)

Según Vinageras (1951), las materias primas que se han seleccionado para proporcionar estos óxidos son las siguientes:

- **Sílice:** Es la principal materia del vidrio (62,6 % en peso). Proporciona principalmente el SiO<sub>2</sub> (98,5 %), y pequeñas cantidades de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y CaO. El SiO<sub>2</sub> es “vitrificante”, constituye el esqueleto estructural del vidrio y proporciona las características principales. Existe en estado sólido y amorfo. En el Perú, se encuentran en la zona de Lloclla Pampa (Junín) y en Cajamarca.
- **Tetraborato de sodio anhidro:** Constituye el 10,2 % en peso de las materias primas. Proporciona el B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (68,9 %) y el Na<sub>2</sub>O (30,7 %). Se obtienen también pequeñas cantidades de óxido de sílice y óxido de aluminio. El óxido de boro es otro “vitrificante”. El óxido de sodio es “fundente”; su función es aumentar la

fusibilidad de la mezcla para permitir la reacción de la sílice con la caliza, También, disminuye el coeficiente de expansión en el vidrio.

- **Hidróxido de aluminio:** Es el 7,5 % en peso de las materias primas. Proporciona el óxido de aluminio (65,0 %). El óxido de aluminio disminuye el coeficiente de expansión del vidrio, y aumenta la resistencia mecánica y la resistencia hidrolítica. En la mezcla, baja el punto de fusión y retarda el de vitrificación.

Otra fuente del óxido de aluminio de uso común es el feldespatos. Su costo es la tercera parte del costo de hidróxido de aluminio, pero su contenido de óxido de aluminio es menor que la tercera parte del porcentaje contenido en el hidróxido de aluminio (18 %). Un buen feldespatos debe contener 12 % de álcalis y ese es precisamente el punto débil de los feldespatos nacionales, Por ese motivo, se escogió el hidróxido de aluminio como fuente del óxido de aluminio para asegurar la calidad del producto.

- **Caliza:** Es el 2,7 % en peso de las materias primas. Proporciona el óxido de calcio (55,6 %), y pequeñas cantidades de óxido de silicio y óxido de magnesio. Óxido de calcio es un “estabilizante” cuyas funciones son hacer al vidrio más insoluble en agua y aumentar su resistencia mecánica y elástica. Se encuentra en los yacimientos de San Mateo (Lima).
- **Barita:** Es el 5,0 % en peso de las materias primas, Proporciona el óxido de bario (63,7 %), y pequeñas cantidades de óxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de calcio, y óxido de magnesio, El óxido de bario es un “estabilizante” que da al vidrio un elevado poder de refracción de clarificación de la masa fundida, La barita se consigue en el país.
- **Óxido de zinc:** Es el 0,7 % del peso de las materias primas. Para una mejor calidad, se utiliza puro. El óxido de zinc es un “estabilizante” y logra una composición más fusible. En exceso de 5-8 % favorece la desvitrificación, Actualmente, se importa.
- **Carbonato de sodio (Soda ASH):** Constituye el 5,5 % en peso de las materias primas. Proporciona el Óxido de Sodio (58,5 %). El óxido de sodio es un “fundente” que aumenta el rango de trabajo del vidrio. La desventaja de su uso está en el alto costo y en que produce vapores alcalinos que corroen a los refractarios del horno. Se obtiene importado de Inglaterra y EE, UU.

- **Sulfato de sodio:** Es el 1,5 % en peso de las materias primas. Proporciona el óxido de sodio (43,0%). Su función es reducir la nata que se forma al usar el carbonato y mejorar el afinado para la expulsión del SO<sub>2</sub>, CO y CO<sub>2</sub>. Actualmente, se importa.
- **Nitrato de sodio:** Es el 0,6 % en peso de las materias primas. Proporciona el óxido de sodio (50,0 %). Su función es oxidar el fierro para eliminar el color verdoso del vidrio. Se obtiene importado de Chile.
- **Dolomita:** Constituye el 3,7 % en peso de las materias primas. Proporciona el óxido de calcio (30,9 %) y el óxido de magnesio (20,7 %). Como ya se mencionó, el óxido de calcio es un “estabilizante” que tiene la función de correctivo de la desvitrificación. Se obtiene de los yacimientos del departamento de Ica.
- **Vidrio roto (*cullet*):** Entra en proporción de 38,8 % en peso respecto al resto de materias primas, o sea, que constituye el 27,7 % de la mezcla total. Su uso es obligatorio, pues actúa como diluyente y disminuye la tendencia a formar nata. La proporción en la mezcla debe ser constante. Se obtiene del vidrio roto o de la producción deficiente de la misma fábrica.

## 6.4 Proceso de fabricación

### 6.4.1 Fabricación de tubos

Considerando el estudio de Given, Corning, Schwab, Parkersburg y Richmond (1960), la fabricación de tubos puede dividirse en las siguientes etapas:

#### a) Acondicionamiento de las materias primas

Generalmente, son dos los materiales que necesitan adicionarse: sílice y vidrio roto. La sílice se seca por medio de un secador a gas rotatorio y se pasa por el tamizador que está provisto de malla N° 20. Luego, se almacena en un silo de concreto.

El vidrio se muele inicialmente en una chancadora de quijadas y pasa luego a un molino de bolas. No se debe usar vidrio defectuoso en su estado de desvitrificación, pues produce núcleos de cristalización en la masa de vidrio fundido.

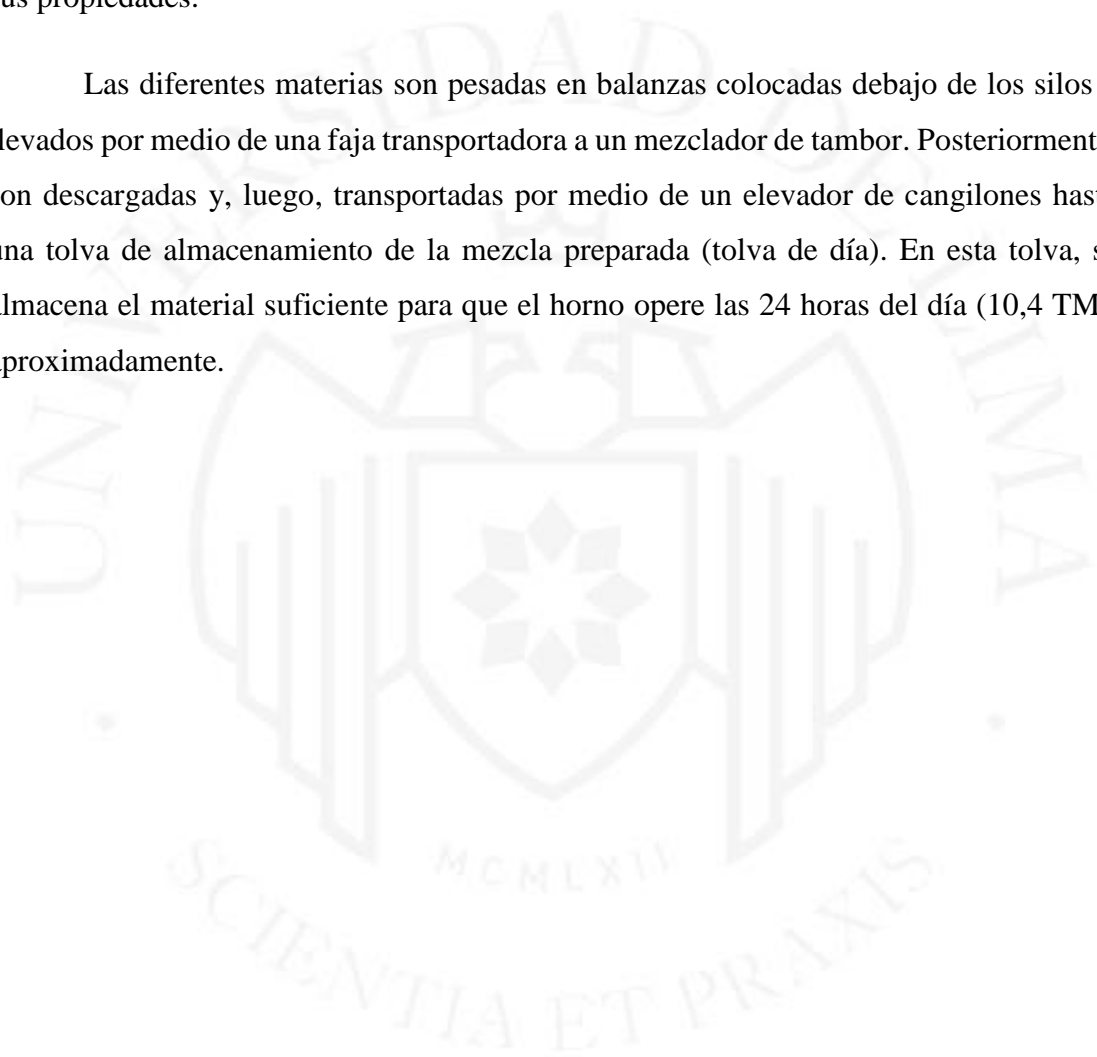
El vidrio molido es almacenado en uno de los cuatro compartimentos del segundo silo de concreto. En los otros compartimentos, se almacenan piroboro, hidróxido de

aluminio, barita y soda ash. La carga de los silos se hace con un elevador de cangilones y una tolva distribuidora.

#### **b) Preparación de la mezcla**

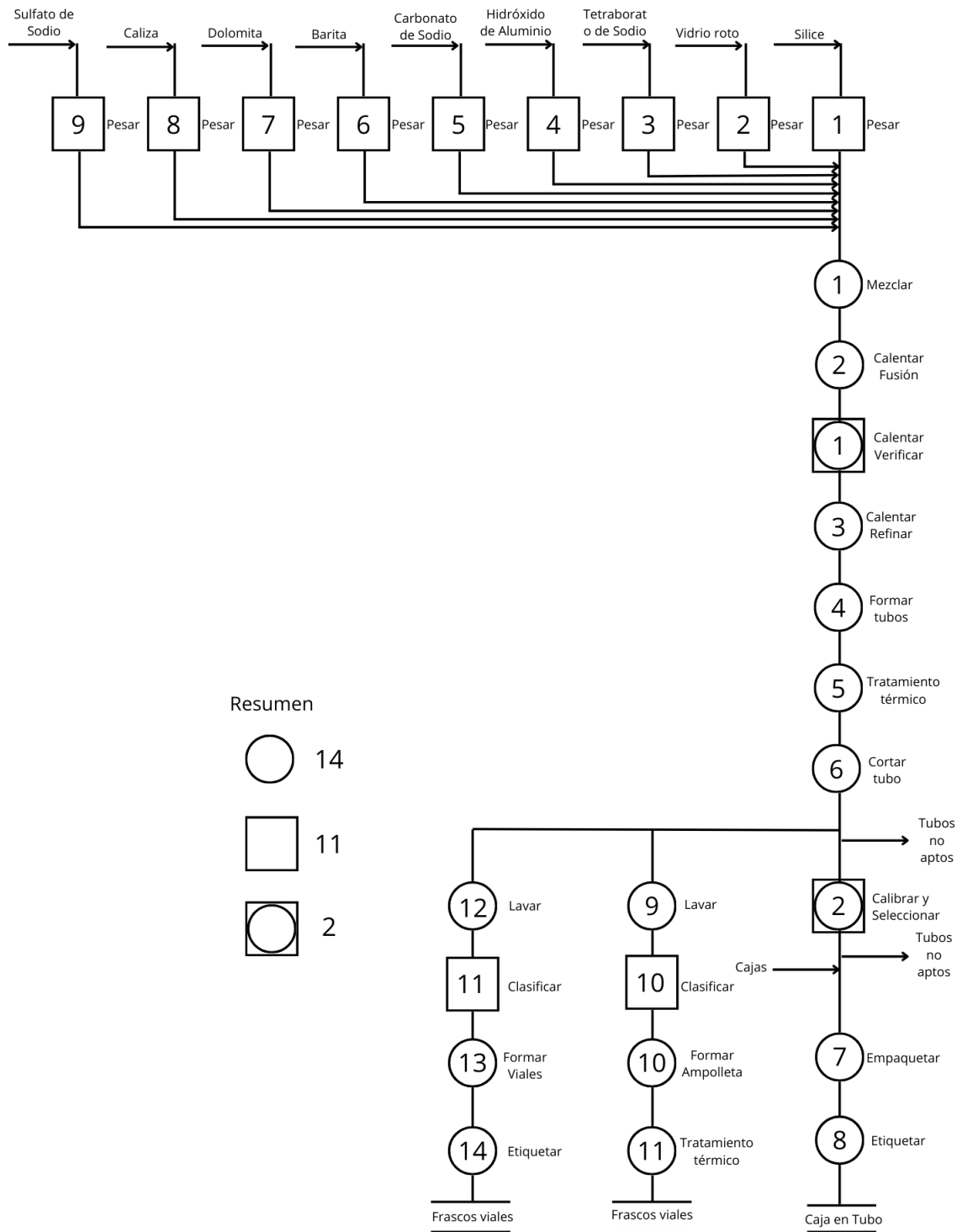
Considerando los análisis respectivos, las materias primas se mezclan en las debidas proporciones para obtener la composición del vidrio deseada. Estas proporciones serán muy importantes, pues cualquier variación en la composición del vidrio hará variar sus propiedades.

Las diferentes materias son pesadas en balanzas colocadas debajo de los silos y llevados por medio de una faja transportadora a un mezclador de tambor. Posteriormente, son descargadas y, luego, transportadas por medio de un elevador de cangilones hasta una tolva de almacenamiento de la mezcla preparada (tolva de día). En esta tolva, se almacena el material suficiente para que el horno opere las 24 horas del día (10,4 TM), aproximadamente.



**Figura 6.2**

*Diagrama de operaciones de vidrio neutro*



### **c) Proceso de fabricación**

Continuamente, el alimentador automático (dog-house) provee la mezcla al horno. El horno es de tipo tanque continuo con regeneradores de calor. Tiene dos zonas, una de fusión y otra de refinación, que se comunican entre sí por una garganta pequeña colocada a nivel del piso.

La masa se funde por contacto directo con la llama en la cámara de fusión a la temperatura de: 1575 °C. Se utilizan quemadores de petróleo Bunker “C” (Petróleo Industrial N° 6). Estos quemadores se alternan de acuerdo con el ciclo de calentamiento del aire de combustión con los gases de las llamas en los regeneradores (cada 20 minutos aproximadamente).

La masa de vidrio fundido pasa de la cámara de fusión a la cámara de refinación; enseguida, se traslada a la antecubeta; y, luego, reposa en la mufla situada en la conformadora. La antecubeta tiene por misión llevar el vidrio desde el horno hasta la máquina formadora de tubos y mantener a la temperatura adecuada de trabajo. Para esto, cuenta con quemadores de petróleo diésel N,° 2.

### **d) Formación del tubo**

El procedimiento se inspiró en la fabricación manual, y consiste en hacer fluir un hilo de vidrio sobre un mandril cilíndrico hueco, de materia refractaria y que gira sobre su eje. La rotación del mandril, cuyo eje está inclinado sobre la horizontal, permite repartir el vidrio de una manera uniforme. Se coge el vidrio en la extremidad del mandril y se procede a su estiramiento. El aire de soplado, cuya cantidad se controla con un rotámetro, produce el agujero interior del tubo. Se mantiene una ligera presión en el tubo de vidrio para evitar su rotura cuando todavía es frágil algunos instantes después de su formación.

El diámetro del tubo depende de la velocidad de estiramiento. El diámetro del mandril debe estar en relación con el rango de diámetros de los tubos a obtener. La máquina es flexible y permite pasar fácilmente de un diámetro a otro. La regulación se efectúa actuando sobre la temperatura de la mufla, en la cual gira el mandril sobre la salida del vidrio, y su temperatura, sobre la velocidad de rotación y la temperatura del mandril. También, existe un tipo de conformadora que actúa en forma vertical y no inclinada, como la que se acaba de describir. Los espesores de la pared del tubo varían

entre 0,45 y 1,05 mm. Los diámetros exteriores, entre 6 y 27 mm, con una tolerancia de 1 mm.

**e) Tratamiento térmico**

El objeto de este tratamiento es evitar los esfuerzos internos no uniformes durante el enfriamiento del tubo. La primera parte de este tratamiento se efectúa a lo largo de los 30 metros que tiene el conductor de carretes de grafito. Como el vidrio neutro presenta un coeficiente de dilatación muy bajo, la principal precaución es evitar las corrientes de aire, que podrán producir enfriamiento demasiado rápido. Para ello, se usarán biombos de asbesto-cemento en los primeros tramos del conductor de carretes. Debido a la velocidad de extracción, el enfriamiento continúa después del corte en depósitos durante 24 horas.

**f) Corte del tubo**

Este proceso se realizó en máquinas jaladoras-cortadoras que están colocadas inmediatamente después del conductor. Para los diámetros pequeños, se cuenta con la cortadora de golpe con capacidad para 150 tubos/minuto. Para los diámetros grandes, se usa la cortadora de sierra con capacidad para 60 tubos/minuto. Cada tubo tiene de 60 a 62 pulgadas de longitud. La cortadora de golpe produce un porcentaje elevado de desperdicio. Los tubos cortados son llevados a los depósitos de enfriamiento.

**g) Calibración y selección**

La calibración se realiza después del enfriamiento. Los defectos encontrados pueden ser los siguientes: diámetro variable; forma defectuosa (cónica, descentrada, ovalada); espesor de pared muy delgado, muy grueso o variable. Todos estos defectos están ligados al funcionamiento del horno, la máquina conformadora y la cortadora.

Los tubos defectuosos son enviados al depósito de *cullet*, de la pampa de materias primas. Se considera un 30 % de pérdidas entre vidrio roto y productos defectuosos. Los tubos buenos se clasifican por su diámetro y espesor de paredes, y son almacenados en estanterías.

**h) Empaque**

Finalmente, los tubos se colocarán en cajas rectangulares sobre capas alternadas de aserrín y tubos sucesivamente. Tanto la caja como el aserrín son pesados previamente.

La caja llena también se pesa y sus características son apuntadas en una tarjeta. Las cajas se llevan al almacén de productos terminados.

Como se ha detallado, los autores abordan la infraestructura que se necesita para sostener y facilitar la producción de tubos de vidrio, incluyendo detalles sobre la disposición física de las instalaciones, la tecnología utilizada para el transporte y manipulación de los tubos, así como los métodos para optimizar la eficiencia y la calidad en la producción (Given et al.,1960).

#### **6.4.2 Fabricación de ampollitas**

Los tubos de vidrio neutro requerirán, primero, un proceso de lavado. El equipo consta de cuatro cubas de madera de aproximadamente 1,80 m de longitud, 0,60 de ancho y 0,60 de alto.

El primer recipiente contiene agua caliente y clara para ablandar partículas de suciedad. El segundo contiene una solución alcalina (más o menos 500 gramos en 250 litros) para disolver y limpiar. El tercer depósito contiene agua con detergente para enjuagar; finalmente, el último recipiente tiene agua clara y caliente para enjuagar una vez más.

Una vez lavados los tubos, para facilitar la fabricación, se usa una mesa clasificadora que sirva para pre-clasificar tubos de vidrio según el diámetro exterior a través de tornillos medidores y en escalas de  $\frac{1}{4}$  de milímetro. Los tubos, después de que son preclasificados según el diámetro exterior, pasan a una máquina para pesar tubos de vidrio. Esta máquina los clasifica automáticamente según el espesor de la pared, por pesadas, con consideración automática de las diferencias en las longitudes.

Los tubos ya clasificados pasarán a un dispositivo automático que los conduce a los cargadores de la máquina formadora de ampollitas. En esta máquina formadora, los tubos de vidrio son colocados en dispositivos de sujeción, los cuales giran alrededor de su propio eje; al mismo tiempo, conducen los tubos en movimiento continuo alrededor de la máquina a través de las estaciones de trabajo. En estas estaciones de trabajo y, mediante tratamiento, estiraje y moldeo, se van formando las ampollitas. Inmediatamente, después del proceso de formación, las ampollitas pasarán a un dispositivo especial que las corta, requema y clasifica los picos.

Finalmente, para anular las tensiones en el vidrio originadas durante el trabajo, se usa una estufa automática de paso o con cinta transportadora. Luego, las ampollas serán empaquetadas y quedan listas para el despacho.

#### **6.4.3 Fabricación de frascos viales**

El proceso de producción de frascos, a partir de tubos de vidrio, es básicamente el mismo usado en ampollas. La diferencia se encontrará en que, para fabricar los frascos, se usa la máquina automática formadora de frascos, en lugar de la máquina automática formadora de ampollas. Además, los frascos no necesitan el dispositivo especial para cortar, requemar y clasificar los cuellos.

#### **6.4.4 Balance de materia**

Con el fin de determinar la capacidad de los equipos, el costo de operación en materias primas y la inversión necesaria en inventarios, se ha realizado un balance de materia, que toma como base la proyección de producción de la planta. El balance se realizó en las siguientes dos etapas presentadas a continuación.

#### **6.4.5 Determinación de la producción en peso entre las materias primas y el vidrio neutro**

Se utilizó el método de aproximaciones sucesivas partiendo de cantidades aproximadas en kg de cada materia prima y utilizando los porcentajes de óxidos del vidrio neutro que cada materia contenía.

Se determinó la composición resultante de vidrio. Se comparó esta composición con la del vidrio neutro típico.

De acuerdo con la comparación, se realizaron los ajustes hasta obtener los valores mostrados en el cuadro, obteniendo la composición bastante aproximada del vidrio neutro promedio. La proporción en peso resultante es 1,1225 kg M. P. / kg V. N.

Los porcentajes de cada materia que intervienen en la mezcla se muestran en la Tabla 6.2. En estos cálculos, se omite al vidrio roto o *cullet*.

**Tabla 6.2***Producción por años de materias primas y vidrio neutro*

Año	1981	1982	1983	1984	1985
Materia Prima	1483	2425	2512	2705	2880
Vidrio Neutro	1320	2160	2238	2410	2570

#### 6.4.6 Determinación de un factor de conversión para el consumo anual de materia prima

Con la proporción entre materias primas y vidrio neutro, se consideró una producción anual  $x$ , se tiene: Consumo anual =  $1,1225 x$  TM/año.

El vidrio roto necesario para la mezcla asciende al 30 % del total, que es procesado continuamente. Esto significa que, para obtener una producción neta de  $x$  toneladas anuales, se deben extraer del horno: Extracción Anual del Horno =  $x/0,7$  TM/año. De las cuales  $0,4285x$  es de vidrio que se procesa constantemente. La Tabla 6.3 muestra, el total de mezcla con que se va a alimentar el horno es así:

**Tabla 6.3***Factor de Conversión para el consumo anual de materia prima*

<b>Materias primas</b>	$1,1225x$ TM/año = 72,3%
<b>Vidrio procesado</b>	$0,4285x$ TM/año = 27,7%
<b>Total</b>	$1,551 x$ TM/año = 100%

Para la puesta en marcha de la producción, se requerirá la adquisición, si es posible, de vidrio neutro roto, o en todo caso, tubos para romperse. Teniendo en cuenta la rotación de la producción, se recomienda la compra de 50 TM de tubos de vidrio, considerando que, en la puesta en marcha, habrá pérdidas de material. Posteriormente, el horno proveerá su propio vidrio neutro para la mezcla.

En el Anexo 11, se presentan los factores (en función de la producción neta deseada) para el cálculo del consumo de materias primas.

Con la información que se contaba de manera detallada de la proyección de ventas y producción, así como de los costos y presupuestos de gastos en los que se incurrirá, se está en condiciones de mostrar el flujo de utilidades antes de impuestos en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4***Estado de ganancias y pérdidas presupuestadas (Miles de USD)*

	1981	1982	1983	1984	1985
Ingreso por Ventas	1 034 463	2 625 117	2 977 820	3 339 134	3 771 147
(Costo de lo Vendido)	1 370 533	1 463 297	1 518 864	1 632 688	1 757 760
Utilidad Bruta en Ventas	-103 070	1 161 820	1 458 956	1 706 446	2 013 387
(Gastos de Operación)	-157 690	-183 418	-201 743	-222 038	-235 638
<b>Utilidad antes de Impuestos</b>	<b>-260 760</b>	<b>978 402</b>	<b>1 257 213</b>	<b>1 484 480</b>	<b>1 777 749</b>

*Nota.* Adaptado de Memoria del Banco Central de Reserva del Perú, por el Banco Central de Reserva del Perú (1985)

El motivo por el cual no se consideraron las deducciones por concepto de impuesto a la renta y comunidad industrial, reparto de utilidades a los trabajadores, etc., es que la evaluación de la Línea 1 se hará con respecto al total de la planta y las comparaciones serán a nivel de utilidad antes de impuestos, pues estos se aplicarían a todo el conjunto y no individualmente.

Como se puede apreciar en la Tabla 6.4, el proyecto generará utilidades a partir del segundo año de implementación. El primer año reportará pérdidas debido a que, como se precisó anteriormente, la puesta en marcha del proyecto no permitirá la venta de toda la producción, ya que un porcentaje de esta se perderá hasta que se consiga el *expertise* necesario para evitar las pérdidas en producción.

#### **6.4.7 Inversión**

A continuación, se presentará la inversión inicial del proyecto dividida en inversión fija (costo de maquinaria + gastos de instalación); inversión intangible (que comprenden gastos en estudios, gastos del proyecto y gastos de constitución); y el capital de trabajo.

##### **a) Inversión Fija e Intangible**

En las Tabla 6.5 se presenta detalladamente la inversión fija y los costos de instalación. Los Intangibles fueron estimados en un 9,76 % de la Inversión Fija, contando además con un margen para imprevistos. De la información presentada en las citadas tablas, se determinó la inversión fija e intangible tal como se detalla en la Tabla 6.5.

**Tabla 6.5***Inversión fija e intangible*

Categoría de Inversión	Monto (Miles de USD)
Sección para fabricación de tubos	175 873
Sección para fabricación de ampollitas y frascos	453 273
Inversión Intangible	61 460
<b>TOTAL</b>	<b>629 146</b>

De la información presentada, se puede observar que la suma de la inversión fija e intangible asciende a USD 629 146.

**b) Capital de trabajo**

Teniendo en cuenta una política de ventas que considera el 50 % al contado y 50 % a 30 días, y asumiendo, además, previsión de pago de sueldos y salarios, de cuentas por cobrar, inventarios de materias primas y productos terminados, así como materiales indirectos, suministros, repuestos y seguros, se ha calculado que el capital de trabajo neto es de miles de USD 163 012 para el primer año.

**c) Inventarios y Compra de materias primas**

El presupuesto de inversión y compras de materia prima se elaboró en base a: i) los niveles de producción necesarios; ii) el cálculo del consumo anual de materias primas; y de las siguientes consideraciones:

- Para el año 1981, se estimó un 30 % de pérdidas en materias primas debido a los problemas de producción del ejercicio.
- Se proyectó un aumento del 5 % anual en los precios de las materias primas.
- La política de inventarios será de un mes de requerimiento normal para las nacionales y de 2 meses para las importadas, considerando el periodo promedio de reposición.

Desde el Anexo 12 al 16, se muestra el detalle de los costos requeridos para materia prima para ampollitas, frascos y tubos; materiales directos e indirectos; y mano de obra. De la información presentada en el citado anexo, se elaboraron los siguientes requerimientos totales de producción anual:

**Tabla 6.6***Presupuesto de materia prima*

<b>Año</b>	<b>Monto (Miles de USD)</b>
1981	167 047
1982	208 139
1983	217 417
1984	246 896
1985	276 787

*Nota.* Adaptado de Memoria del Banco Central de Reserva del Perú, por Banco Central de Reserva del Perú 1985

**d) Presupuesto de mano de obra**

El presupuesto de mano de obra se muestra en la siguiente Tabla 6.7

**Tabla 6.7***Presupuesto de mano de obra directa*

<b>Puesto</b>	<b>Salario Básico Anual (Miles de USD)</b>	<b>Número de Obreros</b>	<b>Total, Salario Básico por puesto (Miles de USD)</b>
<b>Sección Tubos:</b>			
Horneros	1113	9	10 107
Ayudantes	1090	9	9810
Volantes	1113	6	6678
Jaladores	1113	9	10 017
Maquinistas	1113	9	10 017
Empacadores	1036	9	9324
Pesadores	1079	6	6474
<b>Sección Ampolletas y Frascos:</b>			
Operarios	1134	27	30 618
Clasificadores	1079	9	9711
Empacadores	1036	12	12 432

(Continúa)

(Continuación)

<b>Cargas salarias</b>	<b>Total Salarios Básicos (Miles de USD)</b>
	<b>115 098</b>
Incremento por Turno (28,33% del Básico)	32 607
Beneficios Sociales (17,54% del Básico)	20 189
Gratificaciones (2 básicos mensuales: 1 Jul, 1 Dic)	19 183
<b>Total Mano de Obra Directa</b>	<b>187 077</b>

*Nota.* Adaptado de Memoria del Banco Central de Reserva del Perú, por Banco Central de Reserva del Perú 1985

Considerando que se trabaja en tres turnos, el salario se incrementa en un 35 % en el tercer turno (3 pm – 11 pm), y en un 50 % en el primer turno (11 pm – 7 am). Asimismo, considerando que hay rotación de turnos, a cada obrero le corresponde 10 días en cada turno, lo cual implica un incremento en el jornal del 28,33 %.

Teniendo en cuenta estos detalles sobre el incremento en la jornada laboral, los gastos totales de mano de obra ascienden a USD187 007.

#### **e) Presupuesto de materiales indirectos**

Los materiales indirectos necesarios para la producción final son los siguientes:

- **Tapas y accesorios:** los tipos de tapas están de acuerdo con el destino de los frascos viales. Pueden ser propileno con sello metálico, si el destino es para inyectables; también, en gotero y tapa rosca de plástico; o, simplemente, una tapa plástica. Se ha presupuestado un precio promedio por accesorio de 0,65 centavos de dólar por cada frasco, y un incremento de este del 5 % anual. El presupuesto de tapas y accesorios para frascos viales se muestra en el Anexo 5.
- **Materiales de Empaque:** el despacho de la producción será en cajas de cartón corrugado. De ese modo, las ampollitas estarán empacadas en cajas de 15 x 20 x 20 cm con emparrillado, y bases de separación para evitar la rotura por golpes. A su vez, estas cajas irán dentro de otra mayor de 60 x 60 x 60 cm, lo cual genera una relación de 36 cajas chicas por una grande.

El presupuesto de materiales indirectos y para empaque se encuentra en la Tabla 6.8, en la que se muestra el presupuesto total de materiales indirectos:

**Tabla 6.8**

*Presupuesto total de materiales indirectos (Miles de USD)*

	1981	1982	1983	1984	1985
Materiales para embalaje de frascos	4211	10 464	11 570	13 060	14 652
Materiales para embalaje de tubos	25 547	65 215	73 271	82 753	92 793
Materiales de empaque para ampollitas	14 487	35 969	39 773	44 944	50 372
Materiales indirectos	127 905	316 621	352 986	395 396	445 174
<b>Costos totales</b>	<b>172 150</b>	<b>428 269</b>	<b>477 600</b>	<b>536 153</b>	<b>602 991</b>

*Nota.* Adaptado de Memoria del Banco Central de Reserva del Perú, por Banco Central de Reserva del Perú 1985

**f) Gastos generales de fabricación**

Algunas consideraciones generales son las siguientes:

- La depreciación de la maquinaria y equipo será en línea directa al 10 % anual.
- La reserva para reparaciones y repuestos será de aproximadamente el 5 % de la depreciación acumulada.
- El rubro suministros considera consumo de gas propano, oxígeno, lubricantes, gasolina, grasas, petróleo Bunker “C”, Petróleo Diesel N,º 4, limpieza y otros.
- Ha sido considerado como una cantidad fija de USD 35 700, durante los dos primeros años, el pago del “know-how” de especialistas internacionales que participan en la elaboración del vidrio neutro.
- El monto de seguros se ha calculado considerando una prima de 4 % anual para el monto de los activos fijos (USD 629 146)
- El rubro energía eléctrica considera un consumo promedio mensual de USD 1778 (dato obtenido en base al histórico de gasto de La Empresa) para la Línea 1. Considerando las demás máquinas, que funcionan a base de energía eléctrica, se llegó a un promedio mensual de USD 2847, que se incrementarán en un 5 % anual.

**g) Necesidades de fondo totales**

La suma de las inversiones en Activo Fijo, Intangibles y Capital de Trabajo resultó el monto de inversiones necesarias al inicio de operaciones:

**Tabla 6.9***Inversión Inicial (Miles de USD)*

Maquinaria y Equipo (CIF)	596 044
Costos de Instalación	33 102
<b>Total Activo Fijo</b>	<b>629 146</b>
Intangibles	61 460
Capital de Trabajo	163 012
<b>Inversión Inicial</b>	<b>853 618</b>

Tal como se muestra en la Tabla 6.9, los gastos totales para la inversión inicial ascienden a USD 853 618.

#### **6.4.8 Financiamiento**

Para el año 1980, La Empresa contaba con un préstamo a través del Banco Industrial; los Bancos corresponsables fueron el BID y el EXIMBANK. Como garantía, se presentó parte de la maquinaria de la fábrica. El monto del préstamo recibido fue de USD 1 360 000, que es el 80 % de la inversión que se está realizando en instalaciones (silos, con un nuevo horno automático tipo regenerativo de 100 TM de extracción diaria, etc., correspondiente a una nueva etapa de ampliación y modernización), por un total de USD 1 700 000.

Las condiciones establecidas en el préstamo consideraron que se pagarán en 5 años, cuotas semestrales y con un semestre de gracia. El Banco Industrial cobraba el 34,5% de intereses; el Banco Corresponsal, el 9 %. Además, el Estado cobraba el 17 % del monto de los intereses por concepto de impuestos. La Empresa financió el 20 % de la inversión (USD 170 000) con fondos propios. Si el proyecto resultaba factible, se esperaba poder financiarlo de la misma manera.

##### **a) Financiamiento interno**

El financiamiento interno se obtendría a través de la emisión de acciones comunes por un monto de USD 170 724 compuesto por 58 047 acciones comunes de S/ 10,00 cada una (USD 2,94 a S/ 3,40 por dólar), y que comprenden el 20 % de la inversión inicial.

##### **b) Financiamiento externo**

Por intermedio del Banco Industrial y con las mismas condiciones expuestas en el numeral 2.4, se financió el 80 % de la Inversión Inicial, que asciende a USD 682 894.

#### 6.4.9 Presupuesto de ventas e ingresos

Antes de iniciar el análisis de los presupuestos, fue oportuno considerar que se estimó que el primer semestre del primer año tendría un nivel de producción del 20 % vendible de lo que correspondía a un semestre normal. Este porcentaje se presentaba a consecuencia de:

- Los problemas ocasionados por la difícil tecnología del vidrio neutro, hasta lograr las normas de calidad requeridas.
- El tiempo que requiere el horno para alcanzar la temperatura de operación, que es de un mes.

En el segundo semestre del mismo año, se ha estimado un incremento paulatino de la producción hasta un 100 % vendible con un promedio para el semestre del 70 %. Dadas estas consideraciones, se analiza a continuación el detalle de los presupuestos.

##### a) Proyección de ventas y producción

Dado que la capacidad de la planta es de 3000 TM/año de vidrio neutro, y la proyección de la producción de cada ejercicio, estimada en 40 % para tubos, y 60 % para frascos y ampollitas (que en conjunto equivalen entre sí al 21,3 % las ampollitas y 78,7 % los frascos), se calcularon los siguientes porcentajes para la mezcla de producción:

**Tabla 6.10**  
*Distribución por tipo de producción*

Ítem	Porcentaje (%)
Tubos	40
Frascos	47
Ampolletas	13
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>

La política de inventarios que se estableció para los productos terminados fue del 4,8 % del nivel de producción del ejercicio (aproximadamente, el 5 % de las ventas). En el quinto año, 1985, debido a la parada de la Línea 1 (2 meses) para el mantenimiento del horno, se debería trabajar al 100 % de la capacidad instalada durante los restantes 10 meses para satisfacer las ventas e inventarios presupuestados. En consecuencia, se

proyectó un incremento de los precios de venta (en dólares) del 5 % anual. De acuerdo con esto, se estructuraron los presupuestos de ventas y de producción.

#### **b) Presupuesto de costos de los productos vendidos**

Para un posterior presupuesto de ganancias y pérdidas, fue necesario el cálculo del costo anual de los productos que se proyecta vender, de acuerdo con el presupuesto de ventas, Los detalles de este presupuesto se presentan en la Tabla 6.11.

**Tabla 6.11**

*Proyección de los costos de productos vendidos (Miles de USD)*

	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>
Inventario Inicial		11 406	18 927	19 534	21 222
Compras	167 047	208 139	217 417	246 895	276 787
Total	167 047	219 545	236 344	266 429	298 009
(Inventario Final)	11 406	18 927	19 534	21 222	22 629
Total Costo M,P,	155 641	200 618	216 810	245 207	275 380
Mano de Obra Directa:	187 077	187 077	187 077	187 077	187 077
Costos Indirectos de Fabricación:	794 815	1 075 002	1 114 977	1 200 404	1 295 303
<b>Costo de Fabricación (costo de lo vendido):</b>	<b>1 137 533</b>	<b>1 463 297</b>	<b>1 518 864</b>	<b>1 632 688</b>	<b>1 757 760</b>

#### **6.4.10 Presupuesto de costos y gastos**

- **Costos y gastos variables:** los costos y gastos considerados variables serán la materia prima, la mano de obra, los materiales indirectos, repuestos y reparaciones, energía eléctrica, los suministros y, por último, todos los gastos de ventas (menos oficina y promoción).

Se ha considerado Mano de Obra Directa variable a toda aquella necesaria en las etapas posteriores a la fusión del vidrio en el horno, siguiendo el orden del proceso de producción, lo cual da sobre el total de este rubro un porcentaje del 84 %, Criterios análogos fueron empleados en el rubro de Energía Eléctrica.

**Tabla 6.12***Proyección de los costos y gastos variables (Miles de USD)*

	1981	1982	1983	1984	1985
Materia Prima	155 641	200 618	216 816	245 207	275 380
Mano de Obra Directa	149 662	149 662	149 662	149 662	149 662
Costos Indirectos:					
- M,O, Indirecta	14 950	14 950	14 950	14,950	14 950
- Materiales Indirectos	172 143	429 269	477 600	536 153	602 991
- Costos Generales	8 954	12 390	15 840	19 306	22 789
- Suministros	94 307	99 022	103 973	109 172	114 630
<b>Total Costos Indirectos</b>	<b>290 354</b>	<b>554 631</b>	<b>612 363</b>	<b>679 581</b>	<b>755 360</b>
Gastos de Operación	20 114	45 745	51 569	57 846	64 617
<b>Total Costos Variables</b>	<b>615 771</b>	<b>950 656</b>	<b>1 030 410</b>	<b>1 132 296</b>	<b>1 245 019</b>
Volumen de Producción <sup>TM</sup>	924 79	2 159 73	2 238	2 409 90	2 575 31
<b>Costo Variable Unitario (USD/TM)</b>	<b>665 85</b>	<b>440 17</b>	<b>460 42</b>	<b>469 85</b>	<b>483 44</b>

- **Costos y Gastos Fijos:** los costos y gastos fijos son aquellos que no hayan sido considerados variables. Se hace especial mención al rubro Petróleo N° 6, que se considera constante para cualquier nivel de producción, pues el funcionamiento del horno es independiente del volumen de vidrio a producir. Esta es la razón por la cual todos los costos asociados al horno son fijos. Los costos y gastos fijos se presentan en la Tabla 6.13.

**Tabla 6.13***Proyección de los costos y gastos fijos (Miles de USD)*

	1981	1982	1983	1984	1985
Mano de Obra Directa	37 415	37 415	37 415	37 415	37 415
Costos Indirectos:					
- Mano de obra indirecta	72 990	72 990	72 990	72 990	72 990

(Continúa)

(Continuación)

- Gastos Generales	101 132	101 132	65 432	65 432	65 432
- Petróleo N,° 6	301 976	317 075	332 923	349 575	367 054
- Electricidad	28 363	29 774	31 263	32 826	34 467
Total Costos Indirectos	504 461	520 971	502 608	520 823	539 943
Gastos de Operación	137 576	137 673	150 174	164 192	171 021
<b>Total Costos y Gastos F.</b>	<b>679 452</b>	<b>696 059</b>	<b>690 197</b>	<b>722 430</b>	<b>748 379</b>

#### 6.4.11 Proyección de utilidades y rentabilidad

Con base en los estados de ganancias y pérdidas detallados, se elaboró la proyección del flujo neto económico para el periodo 1981-1985, antes de reserva legal, el cual se muestra en la Tabla 6.14.

**Tabla 6.14**

*Proyección de utilidades (Miles de USD)*

	1981	1982	1983	1984	1985
<b>Renta Neta(*)</b>	-260 760	978 402	2 977 820	3 339 134	3 771 147
<b>(Impuesto a las Utilidades)</b>		376 361	1 328 683	1 527 406	1 765 013
<b>Utilidad después de Impuestos</b>	-260 760	603 041	1 649 137	1 811 728	2 006 134
<b>(Gastos y Participaciones)</b>					
<b>Participación Patrimonial (15%)</b>		90 306	247 371	271 759	300 920
<b>Dividendos Comunidad Ind, (10%)</b>		60 204	164 914	181 173	200 613
<b>Investigación Tecnológica (2%)</b>		12 041	32 983	36 235	40 123
<b>Total, Gastos y Participaciones</b>		162 551	445 268	489 167	541 656
<b>Utilidad antes de Reserva Legal</b>	<b>-260 760</b>	<b>439 490</b>	<b>1 203 869</b>	<b>1 322 561</b>	<b>1 464 478</b>

Ahora bien, la proyección de la sostenibilidad consideró un periodo adicional de 5 años (1986-1990). Para dicho cálculo, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- La utilidad, antes de la reserva legal para el período 1986-1990, se consideró constante e igual al promedio de los períodos en que fue positiva (cabe recordar que, en el primer año, existen pérdidas por puesta en marcha).
- Existe una reinversión estimada en USD 200 000 por concepto de reacondicionamiento del horno y reparaciones.

#### 6.4.12 Evaluación financiera

**Tabla 6.15**

*Flujo Económico del Proyecto (USD)*

	Año Cero	1981	1982	1983	1984	1985
Utilidad antes Res Legal		-260 760	439 490	1 203 869	1 322 561	1 464 478
Depreciación y Amortización de gastos preoperativos		62 915	62 915	62 915	62, 915	62 915
Gastos Financieros		89 886	71 909	53 932	35 954	17 977
Comunidad Industrial			150 510	412 284	452 932	501 534
Inversiones	-853 618					
Reinversiones						(200 000)
<b>FNE</b>	<b>-853 618</b>	<b>-107 959</b>	<b>724 824</b>	<b>1 733 000</b>	<b>1 874 362</b>	<b>1 846 904</b>

- **Valor Actual Neto Económico (VANE):** El llamado VANE es un método de evaluación para medir el valor presente neto del proyecto a través de la actualización de sus beneficios, o flujos netos y costos. Se determina sobre la base del costo de oportunidad y a partir del flujo de caja económico, donde:  
Del cálculo, se determinó: VANE = USD 2 373 880.
- **Tasa interna de retorno económica (TIRE):** es el método que introduce el valor del dinero en el tiempo; su tasa de descuento iguala al valor actual de los beneficios y al valor actual de los costos previstos. Se obtiene a partir del flujo de caja económico.
- Se encontró resolviendo la ecuación:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{10} \frac{F_t}{(1 + TIRE)^t} = 0$$

Obteniendo como resultado: TIRE = 72%,

- **Relación Beneficios Costo Económico (BICE)**

Se obtuvo BICE = 3,9 veces, aplicando la fórmula:

$$BICE = 1 + \frac{VAN}{\sum_{t=0}^{10} \frac{I_t}{(1+k)^t}}$$

$K$  = el costo del capital

$I_t$  = valor de la inversión en el año  $t$

- **Período de Repago Económico (PRE):** el periodo de recuperación se encuentra determinado por el año anterior a la recuperación total más el costo no recuperado al inicio del año, dividido entre el flujo de efectivo durante el año.

Al resolver la ecuación:

$$\sum_{t=0}^{PRE} \frac{FNE_t}{(1+k)^t} = 0$$

Se obtuvo como período de repago económico el tercer año.

## 7 Resultados y Discusión

El resultado de la transformación de la línea 1 de envases de vidrio a una línea de producción de vidrio neutro fue positivo y rentable para la empresa, puesto que, partiendo de una inversión inicial de USD 853,618, la relación beneficio/costo fue favorable (3,9 meses). Además, la línea 1 contaba con máquinas obsoletas y deficiente funcionamiento, y el horno utilizado era pequeño y tenía limitada capacidad de producción, lo que dificultaba obtener beneficios significativos.

Ante esta situación, la empresa consideró la posibilidad de paralizar la línea 1, debido a que no era rentable. Sin embargo, en lugar de inactivar por completo esta línea, se decidió explorar la opción de aprovechar lo que sí funcionaba en ella, tal como el adecuado estado del horno de la Línea 1. Así surgió la idea de transformarla en una línea de producción de vidrio neutro. Por lo que, a partir del aprovechamiento de las maquinarias y las mejoras implementadas, la capacidad de producción de vidrio neutro aumentó en 500 TM/Año.

El vidrio neutro es un tipo de vidrio que no contiene aditivos que le brinde color o propiedades especiales. A diferencia de la producción de envases de vidrio, la producción de vidrio neutro requería volúmenes menores, lo que implicaba una inversión menor en comparación con la inversión inicial realizada en la línea 1.

La transformación se llevó a cabo principalmente mediante la instalación de máquinas conformadoras en la línea existente. Esto permitió aprovechar la infraestructura y los recursos ya disponibles, minimizando los costos de adaptación. En consecuencia, la inversión necesaria fue relativamente baja en comparación con la implementación de una línea de producción completamente nueva.

La decisión de transformar la línea 1 a una línea de producción de vidrio neutro resultó ser acertada. La empresa pudo utilizar de manera eficiente los recursos existentes y aprovechar las capacidades operativas del horno y las máquinas conformadoras previamente instaladas. Esto permitió incrementar la rentabilidad de la línea y generar un nuevo flujo de ingresos a partir de la producción de vidrio neutro, debido a que el proyecto generó un retorno de 2,3 millones de dólares en un período de cinco años.

Por lo tanto, la transformación de la línea 1 de envases de vidrio a una línea de producción de vidrio neutro fue una decisión estratégica acertada para la empresa. Al

aprovechar las capacidades existentes y minimizar la inversión requerida, se logró convertir una línea no rentable en una fuente de ingresos viable y prometedora.

No obstante, es importante agregar que, debido a circunstancias internas entre La Empresa y, hasta ese entonces, el practicante, no se cuenta con data palpable de los resultados que este proyecto. Esto debido a que La empresa empezó los trámites para trasladarse a Lurín. A pesar del interés continuo en el tema de investigación y el deseo de incluir esos resultados en este estudio, los datos financieros presentados tales como la proyección de venta de vidrio neutro (2562,6 Ton en el 1985, lo que significa más de 500 Ton a comparación de la venta en 1981) no fueron suficientes para continuar con el estudio, debido a que no se contó con acceso a los registros pertinentes ha sido un obstáculo significativo en este proceso.

No obstante, el hecho de haber obtenido información relevante presentada a lo largo de la investigación, ha permitido que el estudio se haya podido retomar luego de más de cuatro décadas de haberse iniciado.

## CONCLUSIONES

El proyecto de implementación de la cadena de producción de vidrio neutro en La Empresa fue viable sobre la base de los resultados de los flujos proyectados y por tener una menor inversión inicial con el aprovechamiento de la Línea 1. Esto permitió que la empresa comenzará a generar valor rápidamente mejorando las ganancias en la compañía.

- Se logró incluir la tecnología apropiada para la producción de vidrio con la instalación de los siguientes equipos: conformadora, conductor de tubo, jaladora, cortadora de sierra, cortadora, rebordadora, calibrador y transportador de faja; para la producción de ampollas y frascos, se emplearon los equipos para calibración, pesadora de tubos, máquina ampolleterera, máquina para acabado, templa automática, transportador de faja y máquina para hacer frascos. La proyección de la demanda a mediano plazo y la capacidad instalada de La Empresa, en lo que concierne a infraestructura y el tamaño del horno existente en la Línea 1, se estableció en base al tamaño de la Línea 1 con una producción de 3000 TM/Año.
- La demanda del mercado nacional en 1980 era suficientemente amplia como para instalar una industria de vidrio neutro en la ciudad de Lima. El estudio indicó que la demanda real para sustitución de importaciones fue del orden de 1900 TM/Año para 1981 y continuaba incrementándose hasta alcanzar 2500 TM/Año para el año de 1985. Por ser un producto de consumo industrial, el sistema de comercialización fue muy simple y directo, consistente en venta por pedido directo de los clientes. Adicionalmente, existía un mercado como en el GRAN, donde no se producía vidrio neutro. Esto permite una perspectiva de crecimiento orientada, en un futuro, a cubrir este mercado.
- Para una inversión inicial de USD 853 618, la tasa interna de retorno estimada fue del 79 % y el periodo de retorno fue al tercer año (1983), donde la relación de beneficios a costo económico es de 3,9 meses. Considerando que el costo de oportunidad (en USD) fue del 15 % aproximadamente, se concluye que el estudio de este proyecto fue conveniente desde el punto de vista de la rentabilidad y que se justificaban los gastos necesarios para su implementación.

## REFERENCIAS

Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (1970). *Memoria del Banco Central de Reserva del Perú* - 1970.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/Memoria-BCRP-1970.pdf>

Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (1980). *Memoria del Banco Central de Reserva del Perú* - 1980.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/Memoria-BCRP-1980.pdf>

Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (1985). *Memoria del Banco Central de Reserva del Perú* - 1985.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Memoria/Memoria-BCRP-1985.pdf>

Bustíos, C. (2015). *Memorias alrededor del proyecto de la ley general de salud: 1975 – 1980*. <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/5301.pdf>

Garrido, C., Pérez, W., Bisang, R., De Quadros, R., Bernardes, R., Bonelli, R., Castillo, M., Álvarez, R. y Misas, G. (1998). *Grandes empresas y grupos industriales latinoamericanos. Expansión y desafíos en la era de la apertura y la globalización*. Siglo veintiuno editores. México.

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ef0ad14f-6499-4bca-ab0c-fa4de5ee0818/content>

Given, H., Corning, N., Schwab, J., Parkersburg, W. & Richmond, W. (1960). *Runway for Supporting Glass Tubing* (Patente de Estados Unidos, N°699616). Corning Glass Work.

[https://books.google.com.pe/books/about/Official\\_Gazette\\_of\\_the\\_United\\_States\\_Pa.html?id=3uch5eVc-REC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Official_Gazette_of_the_United_States_Pa.html?id=3uch5eVc-REC&redir_esc=y)

Ministerio de Economía y Finanzas. (1970). *Estadística del Comercio Exterior 1970*.

<https://books.google.com.pe/books?id=GIgcPDDucjoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Ministerio del Comercio. (1971). *Estadística del comercio exterior 1971*.

<https://books.google.com.pe/books?id=j-5RAQAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Ministerio del Comercio. (1972). *Estadística del comercio exterior 1972*. <https://books.google.com.pe/books?id=q6G5iU1KkxgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Ministerio del Comercio. (1973). *Estadística del comercio exterior 1973*. <https://books.google.com.pe/books?id=SuFRAQAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Ministerio del Comercio. (1974). *Estadística del comercio exterior 1974*. <https://books.google.com.pe/books?id=nOFRAQAAMAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración. (1975). *Anuario estadístico de comercio exterior*. [https://books.google.com.pe/books?id=jSg\\_AAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q=neutro&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=jSg_AAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q=neutro&f=false)

Ministerio de Industria, Comercio, Turismo e Integración. (1980). *Anuario Estadístico de Comercio Exterior Peruano 1975 – 1977*. <https://books.google.com.pe/books?id=FG95o-WJ1loC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Nieto, M. (1993). La fabricación de envases de vidrio. *Ingeniería Industrial*, 5, 8-16. <https://doi.org/10.26439/ing.ind1993.n005.3112>

Oficina Nacional de Estadística y Censos (1969). *Anuario Estadístico del Perú 1969. Resultados de 1967 a 1969*. <https://books.google.com.pe/books?id=-CQLtP6a0BsC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Vinageras, M. (1951). *Fabricación de Vidrio Neutro*. Banco de México S.A. Investigaciones Industriales. <https://nautilo.iib.unam.mx/Record/000257043#details>



## **ANEXOS**

## Anexo 1: Descripción de las partidas arancelarias

<b>Part, Arancelaria</b>	<b>Descripción</b>
70,10,3,01	Recipientes de vidrio neutro destinados exclusivamente para el envasado de productos medicamentosos inyectables que medidos hasta el borde tengan una capacidad de hasta 100 cc, (frascos, ampollas, etc.).
70,10,3,02	Igual que en el caso anterior, pero con capacidad de más de 100 cc.
70,10,4,01	Recipientes de vidrio neutro (excepto los anteriores) resistentes a los ácidos, de bajo coeficiente de dilatación, que medidos hasta el borde tengan una capacidad de hasta 1,000 cc.
70,10,4,02	Idéntico al anterior, pero con capacidades mayores de 1000 cc.
,70,17,0,03	Ampolleta para sueros y productos farmacéuticos.
70,10,01,01,01	Frascos, ampolletas para el envasado de productos medicamentosos, de color ámbar y con una capacidad de hasta 2,5 litros.
70,10,01,01,09	Idéntico al anterior, pero incoloros y con capacidades entre 250 cc, y 2,5 litros.
70,10,01,01,00	Tubos de vidrio neutro para la fabricación de frascos y ampolletas.
70,17,01,00,00	Recipientes de vidrio neutro para uso de laboratorio.
70,17,02,00,00	Recipientes de vidrio neutro para uso tópico, higiene y farmacia.
70,17,03,00,00	Ampolletas para sueros y productos farmacéuticos.
70,10,01,99,01	Recipientes de vidrio neutro resistente a los ácidos, de bajo coeficiente de dilatación y que medidos hasta el borde tengan una capacidad de hasta 300 cc.
70,10,01,99,02	Idéntico al anterior, pero con capacidades de más de 300 cc.

## Anexo 2: Importación de vidrio neutro (considerados por bienios)

Bienio	Miles de Toneladas de vidrio neutro
1969 – 1970	1 989 083
1971 – 1972	2 337 971
1973 – 1974	1 848 025
1975 – 1976	2 573 048
1977 – 1978	1 106 259
1979 – 1980	1 903 038

### Anexo 3: Cálculo del coeficiente de correlación

X = Egresos gubernamentales (bianuales) en millones de dólares

Y = Importaciones de vidrio neutro (bianuales) en cientos de toneladas

n = 6

$\sum x = 1\,974,72$

$\sum y = 117,58$

$\sum xy = 22\,147,13$

$\sum x^2 = 203\,477,06$

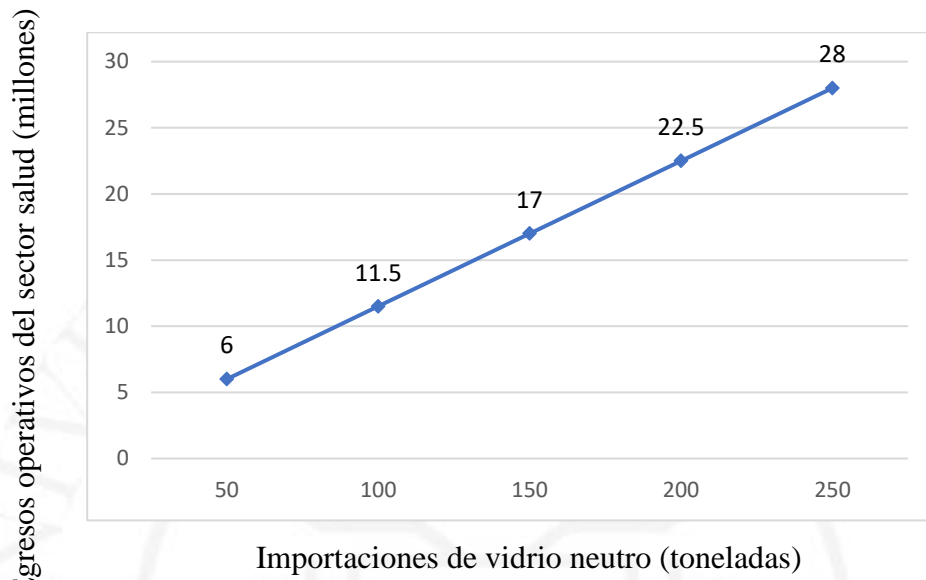
$\sum y^2 = 2\,430,47$

Aplicando la Fórmula:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \cdot [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Se obtuvo:  $r = 0,923$

**Anexo 4: Recta de regresión de mínimos cuadrados de las importaciones de vidrio neutro y egresos gubernamentales operativos presupuestados para el sector salud**



## Anexo 5: Equipamiento de planta

- 2 hornos, uno de fuego directo y el otro regenerativo (los cuales pertenecen a la Línea 1, motivo del presente Estudio)
- 1 máquinas Lynch y canales alimentadores Hartford
- 1 templa de 4 pies de ancho para producción
- 1 templa de decorado
- 1 máquinas semiautomáticas Strutz
- 1 nave de tijerales metálicos, cubierta de plancha corrugada
- 1 mezcladora
- 1 balanza
- Compresores y ventiladores
- Pozo profundo de 114 metros para agua y tanque reservorio elevado
- Equipo de lavado y reparación de moldes
- Sistema de desagüe
- Pistas y alumbrado
- Transformador y tablero de 10 000 V/440v
- Depósitos cerrados para sílice y carbonato de sodio
- Planta automática para mezcla y sistema de recuperación, limpieza y almacenaje de vidrio roto (cullet)

## Anexo 6: Inversión para la sección de fabricación de tubos

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad (Unidades)</b>	<b>Costo CIF-Callao (Miles de USD)</b>	<b>Costo de Instalación (Miles de USD)</b>	<b>TOTAL (Miles de USD)</b>
1, Conformadora Danner	1	31 383	1 427	32 810
2, Conductor del Tubo	1	25 851	1 783	27 634
3, Máquina Jaladora	1	51 810	1 070	52 880
4, Cortadora y Rebordeadora	1	19 970	713	20 683
5, Calibrador	1	19 970	1 426	21 396
6, Transporte de Faja	1	18 687	1 783	20 470
<b>TOTAL, USD</b>		<b>167 671</b>	<b>8 202</b>	<b>175 873</b>

## Anexo 7: Inversión para la sección de fabricación de ampolletas y frascos

Equipo	Cantidad (Unidades)	Costo CIF- Callao (Miles de USD)	Costo de Instalación (Miles de USD)	TOTAL (Miles de USD)
1, Recipiente para lavado de tubos	1	1 783	1 070	2 853
2, Dispositivo de Calibración	3	695	285	980
3, Máquina Pesadora de tubos	1	5 335	1 426	6 761
4, Máquina ampolletera	4	99 854	2 853	102 707
5, Alimentadores	4	18 544	1 070	19 614
6, Aditamento para fondos cóncavos	4	2 853	713	3 566
7, aditamento para cuellos	3	2 158	1 070	3 228
8, Máquinas para acabado	4	20 327	1 070	21 397
9, Templa automática	1	71 324	3 576	74 900
10,Transportador de Faja	2	28 530	2 852	31 382
11, Ventiladores	4	5 706	1 783	7 489
12, Máquina para hacer frascos	5	<u>171 264</u>	<u>7 132</u>	<u>178 396</u>
<b>TOTAL, USD</b>		<b>428 373</b>	<b>24 900</b>	<b>453 273</b>

## Anexo 8: Presupuesto de ventas

	Tubos (TM)	Ampolletas (TM)	Fracos (TM)	Total (TM) – (USD)
Primer Año (1981):				
Toneladas	341 82	111 09	401 64	854 55
Precio (USD/TM)	748 9	2 817 30	1 159 00	--
Total 1981	255 989	312 974	465 500	1 034 463
Segundo Año (1982):				
Toneladas	826 05	268 47	970 61	2 065 13
Precio (USD/TM)	786 35	2958 15	1 217 15	--
Total 1982	649 564	794 175	1 181 378	2 625 117
Tercer Año (1983):				
Toneladas	892 4	290 03	1048 57	2 231
Precio (USD/TM)	825 6	3106 15	1278 10	--
Total 1983	736 765	900 877	1 340 178	2 977 820
Cuarto Año (1984):				
Toneladas	958 72	311 58	1126 50	2396 80
Precio (USD/TM)	866 95	3 261 65	1341 95	--
Total 1984	831 162	1 016 265	1 511 707	3 359 134
Quinto Año (1985):				
Toneladas	1025 04	333 14	1204 42	2562 60
Precio (USD/TM)	910 45	3424 60	1409 00	--
Total 1985	933 248	1 140 871	1 697 028	3 771 147

## Anexo 9: Presupuesto de producción de ampollitas y frascos (Toneladas)

Producto	Rubro / Año	1981	1982	1983	1984	1985
Ampollitas	Presupuesto de Ventas	111 09	268 47	290 03	311 58	333 14
	Inventario Final	5,6	13 25	13 96	15 01	16 04
	Unidades Necesarias	116 69	281 72	303 99	326 59	349 18
	(Inventario Inicial)	- -	-5,6	-13,25	-13,96	-15,01
	Producción Presupuestada	116 69	276 12	290 74	312 63	334 17
Frascos	Presupuesto de Ventas	401 64	970 61	1048 57	1126 50	1204 42
	Inventario Final	20,25	47,92	50,45	54,25	57 99
	Unidades Necesarias	421 89	1018 53	1099 02	1180 75	1262 41
	(Inventario Inicial)	-,	-20,25	-47,92	-50,45	-54,25
	Producción Presupuestada	421 89	998 28	1051 10	1130 30	1308 16
<b>Producción Presupuestada</b>						
<b>Total: Ampollitas y Frascos</b>		<b>538 58</b>	<b>1274 40</b>	<b>1341 84</b>	<b>1442 93</b>	<b>1542 33</b>

## Anexo 10: Presupuesto de producción de tubos (Toneladas)

Rubro / Año	1981	1982	1983	1984	1985
Tubos para la fabricación de ampollitas y frascos	538 58	1274 40	1341 84	1442 93	1542 33
Presupuesto de Ventas	341 82	826 05	892 4	958 72	1 025 04
Inventario Final	44,39	103 67	107 43	115 68	123 62
Unidades Necesarias	924 79	2204 12	2341 67	2517 33	2690 99
(Inventario Inicial)		-44,39	-103 67	-107 43	-115 68
Producción Presupuestada	924 79	2159 73	2238 00	2409 90	2575 31

## Anexo 11: Presupuesto de materiales (Toneladas)

MATERIA PRIMA	%	1981	1982	1983	1984	1985
Sílice	62,6	928 34	1517 63	1572 61	1693 40	1806 74
Prioboro	10,2	151 26	247 28	256 24	275 92	294 86
Hidróxido de Aluminio	7,5	111 22	181 82	188 41	202 88	216 81
Caliza	2,7	40,04	65,46	67,83	73,04	78,05
Barita	5	74,15	121 22	125 61	135 26	144 54
Óxido de Zinc	0,7	10,38	16,97	17,59	18,94	20,24
Carbonato de Sodio	5,5	81,56	133 34	138 17	148 78	158 99
Sulfato de Sodio	1,5	22,24	36,36	37,68	40,58	43,36
Nitrato de Sodio	0,6	8,9	14,55	15,07	16,23	17,34
Dolomita	3,7	54,87	89,7	92,95	100 09	106 96
Unidades Necesarias para la producción	100	1482 97	2424 30	2512 60	2705 11	2887 89

## Anexo 12: Presupuesto de compra de materias primas 1981

	Toneladas necesarias para la producción	Inventa-rio final deseado	Total nece-sario	Toneladas a comprar	Precio unitario (USD/TM)	Costo de las compras (USD)
Sílice	928 34	77,36	1005 70	1005 70	11,75	11 817
Prioboro	151 26	12,61	163 87	163 87	318 1	52 127
Hidróxido de Aluminio	111 22	18,54	129 76	129 76	272 8	35 398
Caliza	40,04	3,34	43,38	43,38	28,55	1238
Barita	74,15	6,18	80,33	80,33	82	6587
Óxido de Zinc	10,38	1,73	12,11	12,11	955 75	11 574
Carbonato de Sodio	81,56	13,59	95,15	95,15	10,65	1 013
Sulfato de Sodio	22,24	3,71	25,95	25,95	267 45	6 940
Nitrato de Sodio	8,9	1,48	10,38	10,38	96,3	1 000
Dolomita	54,88	4,57	59,45	59,45	32,1	1908
* Tubos para Cullet	50	- -	50	50	748,9	167 047
<b>Costo Total de las Compras para el Primer Año:</b>						<b>USD 167 047</b>

## Anexo 13: Presupuesto de compra de materias primas 1982

	Toneladas necesarias para la producción	Inven-tario final deseado	Total nece- sario	(Inventa- rio Final)	Tonela-das a comprar	Precio uña-ta-rio (USD/ TM)	Costo de las compras (USD)
Sílice	1517 63	126 47	1644 10	-77 36	1566 74	12,35	19 349
Prioboro	247 28	20,61	267 89	-12,61	255 28	334	85 264
Hidróxido de Aluminio	181 82	30,31	212 13	-18,54	193 59	286 45	55 454
Caliza	65,46	5,46	70,92	-3,34	67,58	29,95	2 024
Barita	121 22	10,1	131 32	-6,12	125 14	86,1	10 775
Óxido de Zinc	16,97	2,83	19,8	-1,73	18,07	1003 50	18 133
Carbonato de Sodio	133 34	22,22	155 56	-13,59	141 97	11,15	1583
Sulfato de Sodio	36,36	6,06	42,42	-3,71	38,71	280 8	10 870
Nitrato de Sodio	14,55	2,42	16,97	-1,48	15,49	101,1	1566
Dolomita	89,7	7,48	97,18	-4,57	92,61	33,7	3121
Costo Total de las Compras para el Segundo Año:							<b>USD 208 139</b>

## Anexo 14: Presupuesto de compra de materias primas 1983

	Toneladas necesarias para la producción	Inventario final deseado	Total nece- sario	(Inventa- rio Final)	Tonela- das a com-prar	Precio unitario (USD/ TM)	Costo de las com-pras (USD)
Sílice	1572 61	131 05	1703 6	(127 47)	1 576 19	12,95	20 412
Priroboro	256 24	21,35	277 59	(20,61)	256 98	350 70	90 123
Hidróxido de Aluminio	188 41	31,40	219 81	(30,31)	189 5	300 80	57 002
Caliza	67,83	5,65	73,48	(5,46)	68,02	31,45	2139
Barita	125 61	10,48	136 09	(10,10)	125 99	90,40	11 389
Óxido de Zinc	17,59	2,93	20,52	(2,83)	17,69	1 053 70	18 640
Carbonato de Sodio	138 17	23,03	161 02	(22,22)	138 98	11,70	1626
Sulfato de Sodio	37,68	6,28	43,96	(6,06)	37,9	294 90	11 177
Nitrato de Sodio	15,07	2,51	17,58	(2,42)	15,16	106 15	1609
Dolomita	92,95	7,75	100 7	(7,48)	93,22	35,40	3300
Costo Total de las Compras para el tercer Año:							<b>USD 217 417</b>

## Anexo 15: Presupuesto de compra de materias primas 1984

	Toneladas necesarias para la producción	Inventa- rio final deseado	Total necesario	(Inventa-rio Final)	Tonela- das a comprar	Precio unitario (USD/TM)	Costo de las compras (USD)
Sílice	1693 4	141 12	1 834 52	(131 05)	1 703 47	13,60	23 167
Pirroboro	275 92	22,99	298 91	(21,35)	277 56	368 25	102 211
Hidróxido de Aluminio	202 88	33,81	236 69	(31,4)	205 29	315 80	64 831
Caliza	73,04	6,09	79,13	(5,65)	73,48	33,0	2425
Barita	135 26	11,27	146 53	(10,48)	136 05	94,95	12 918
Óxido de Zinc	18,94	3,16	22,1	(2,93)	19,17	1 106 40	21 210
Carbonato de Sodio	148 78	24,80	173 58	(23,03)	150 55	12,30	1852
Sulfato de Sodio	40,58	6,76	47,34	(6,28)	41,06	309 60	12 712
Nitrato de Sodio	16,23	2,7	18,93	(2,51)	16,42	111 45	1830
Dolomita	100 09	8,34	108 43	(7,75)	100 68	37,15	3740
Costo Total de las Compras para el cuarto Año:							<b>USD 246 896</b>

## Anexo 16: Presupuesto de compra de materias primas 1985

	Toneladas necesarias para la producción	Inventario final deseado	Total necesario	(Inventario Final)	Toneladas a comprar	Precio unitario (USD/TM)	Costo de las compras (USD)
Sílice	1806 74	150 56	1957 3	(141 12)	1816 18	14,30	25 971
Prioboro	294 86	24,57	319 43	(22,99)	296 44	386 65	114 618
Hidróxido de Aluminio	216 81	36,13	252 94	(33,81)	219 13	331 60	72 664
Caliza	78,05	6,50	84,55	(6,09)	78,46	34,70	2723
Barita	144 54	12,04	156 58	(11,27)	145 31	99,70	14 487
Óxido de Zinc	20,24	3,37	23,61	(3,16)	20,45	1161 70	23 757
Carbonato de Sodio	158 99	26,5	185 49	(24,80)	160 69	12,90	2073
Sulfato de Sodio	43,36	7,23	50,59	(6,76)	43,83	325 10	14 249
Nitrato de Sodio	17,34	2,89	20,23	(2,7)	17,53	117 0	2051
Dolomita	106 96	8,91	115 87	(8,34)	107 53	39,0	4194
Costo Total de las Compras para el cuarto Año:							<b>USD 276 787</b>

## Anexo 17: Presupuesto de materiales para embalaje de frascos

	<b>1981</b>	<b>1982</b>	<b>1983</b>	<b>1984</b>	<b>1985</b>
Producción Anual de Frascos	19 677 749	46 561 929	49 025 940	52 719 400	56 351 114
Número Promedio de Frascos por Caja	4000	4000	4000	4000	4000
Total de Cajas requeridas	4919	11 640	12 256	13 179	14 088
Precio Unitario por Cajas	0 856	0 899	0 944	0 991	1 04
<b>Costo Total para Empaque</b>	<b>4211</b>	<b>10 464</b>	<b>11 570</b>	<b>13 060</b>	<b>14 652</b>



## Anexo 18: Presupuesto de materiales para embalaje de tubos

	1981	1982	1983	1984	1985
Producción Anual de Tubos (TM)	341 82	826 05	892 4	958 72	1 025 04
(Para la venta)					
Peso Promedio por Tubos	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Número Total de Tubos	1 799 053	4 347 632	4 696 842	5 045 895	5 394 947
Requerimiento de Cajas (a 50 Tubo/Caja)	35 981	86 953	93 937	100 918	107 899
Costo Unitario de las Cajas (USD)	0,71	0,75	0,78	0,82	0,86
<b>Costo Total del Embalaje (USD)</b>	<b>25 547</b>	<b>65 215</b>	<b>73 271</b>	<b>82 753</b>	<b>92 793</b>

## Anexo 19: Presupuesto de materiales de empaque para ampolletas

	1981	1982	1983	1984	1985
Producción Anual de Ampolletas (TM)	116 7	276 12	290 74	312 63	334 17
Requerimiento de Cajas Chicas (considerando cada una hay 2487 gr de ampolletas)	46 920	11 1025	116 904	125 706	134 367
Precio Unitario de Cajas Chicas (USD/caja)	0,285	0,299	0,314	0,33	0,346
Costo Total Cajas Chicas (USD)	13 372	33 196	36 708	41 483	46 491
Requerimiento de Cajas Grandes (1 caja grande por 36 chicas)	1303	3084	3247	3492	3732
Precio Unitario de Cajas Grandes (USD/caja)	0,856	0,899	0,944	0,991	1,04
Costo Total Cajas Grandes (USD)	1115	2773	3065	3461	3881
<b>Total Materiales de Empaque</b>	<b>14 487</b>	<b>35 969</b>	<b>39 773</b>	<b>44 944</b>	<b>50 372</b>

## Anexo 20: Presupuesto de materiales indirectos

	1981	1982	1983	1984	1985
Presupuesto de Producción de Frascos (TM)	538 58	1274 40	1341 84	1442 93	1542 33
Peso promedio de frascos (gramos)	27,37	27,37	27,37	27,37	27,37
Producción anual de frascos (compras anuales de tapas y accesorios)	19 677 749	46 561 929	49 025 940	52 719 400	56 351 114
Precio promedio Unitario (USD/Tapa o accesorio)	0,0065	0,0068	0,0072	0,0075	0,0079
<b>Costo Anual Total de Tapas y Accesorios para frascos viales (USD)</b>	<b>127 905</b>	<b>316 621</b>	<b>352 986</b>	<b>395 396</b>	<b>445 174</b>

## Anexo 21: Flujo neto económico hasta 1985 (USD)

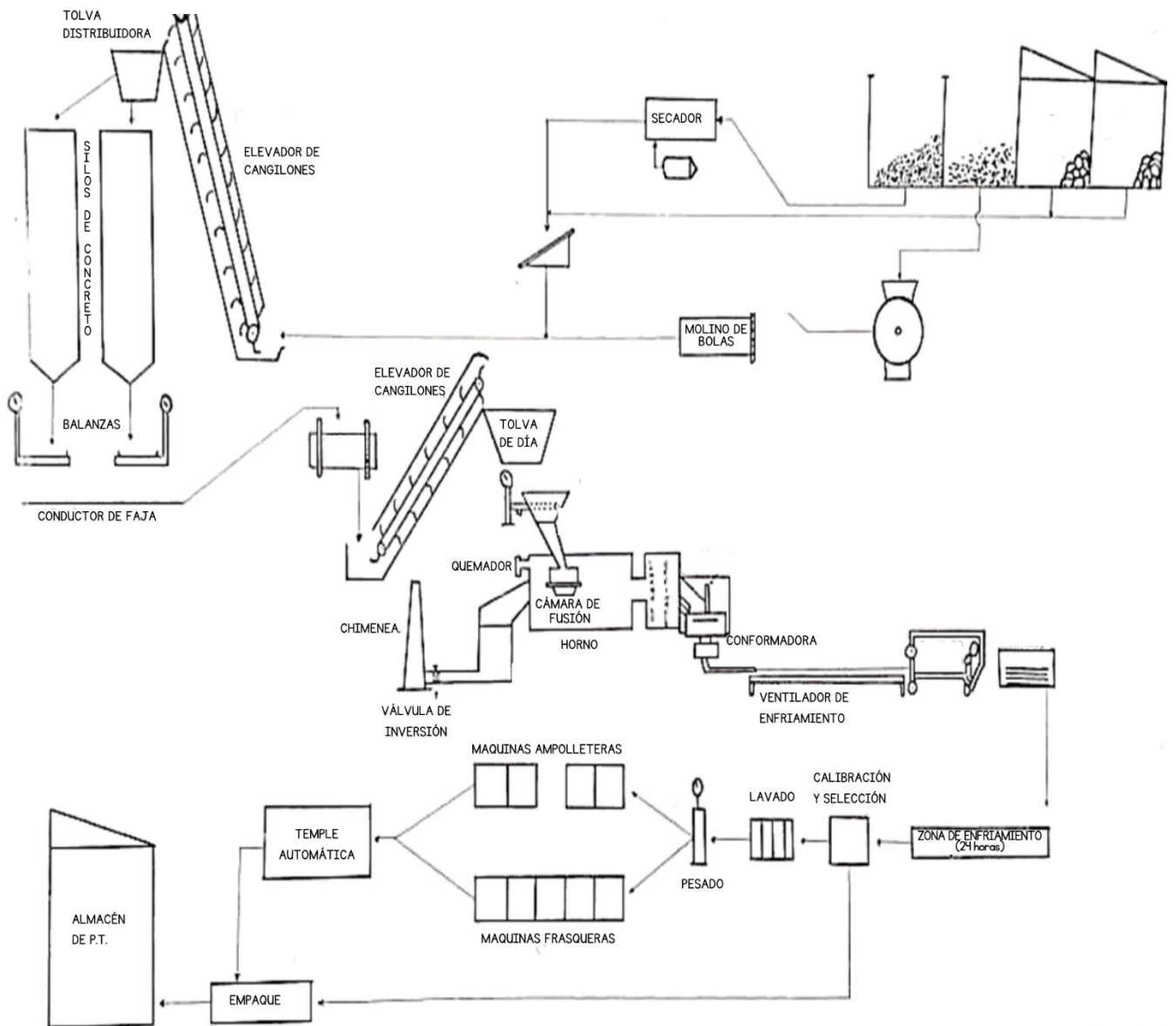
	Año Cero	1981	1982	1983	1984	1985
<b>Utilidad antes Res Legal</b>		-260 760	439 490	1 203 869	1 322 561	1 464 478
<b>Depreciación y Amortización de gastos preoperativos</b>		62 915	62 915	62 915	62 915	62 915
<b>Gastos Financieros</b>		89 886	71 909	53 932	35 954	17 977
<b>Comunidad Industrial</b>			150 510	412 284	452 932	501 534
<b>Inversiones</b>	-853 618					
<b>Reinversiones</b>						(200 000)
<b>FNE</b>	-853 618	-107 959	724 824	1 733 000	1 874 362	1 846 904

## Anexo 22: Flujo neto económico (1986 A 1990) (USD)

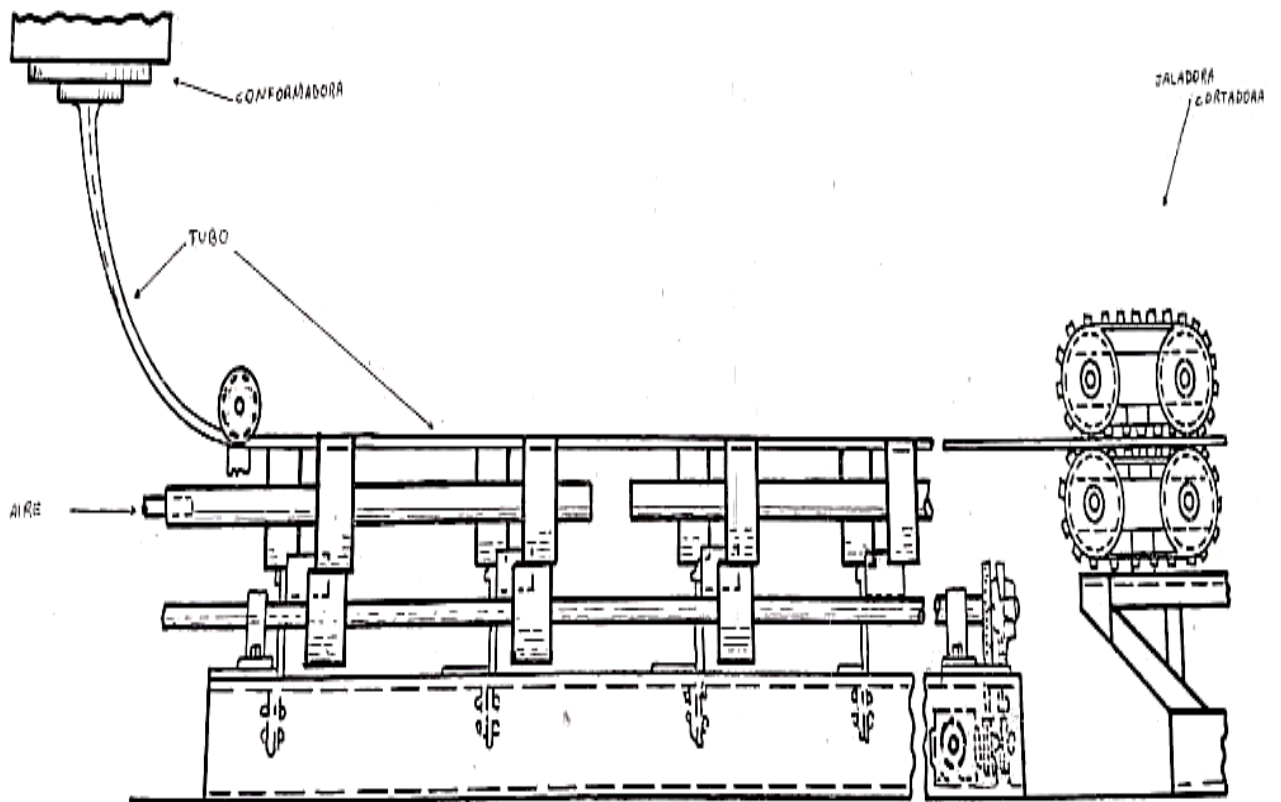
	1986	1987	1988	1989	1990
<b>Utilidad antes Res, Legal</b>	1 107 600	1 107 600	1 107 600	1 107 600	1 107 600
<b>Depreciación y amortización de gastos pre-operativos</b>	62 915	62 915	62 915	62 915	62 915
<b>Gastos Financieros</b>	42 120	33 696	25 272	58 968	29 484
<b>Comunidad Industrial</b>	379 315	379 315	379 315	379 315	379 315
<b>Reinversiones</b>			(200 000)		
<b>FNE</b>	1 591 950	1 583 526	1 375 102	1 608 798	1 579 314



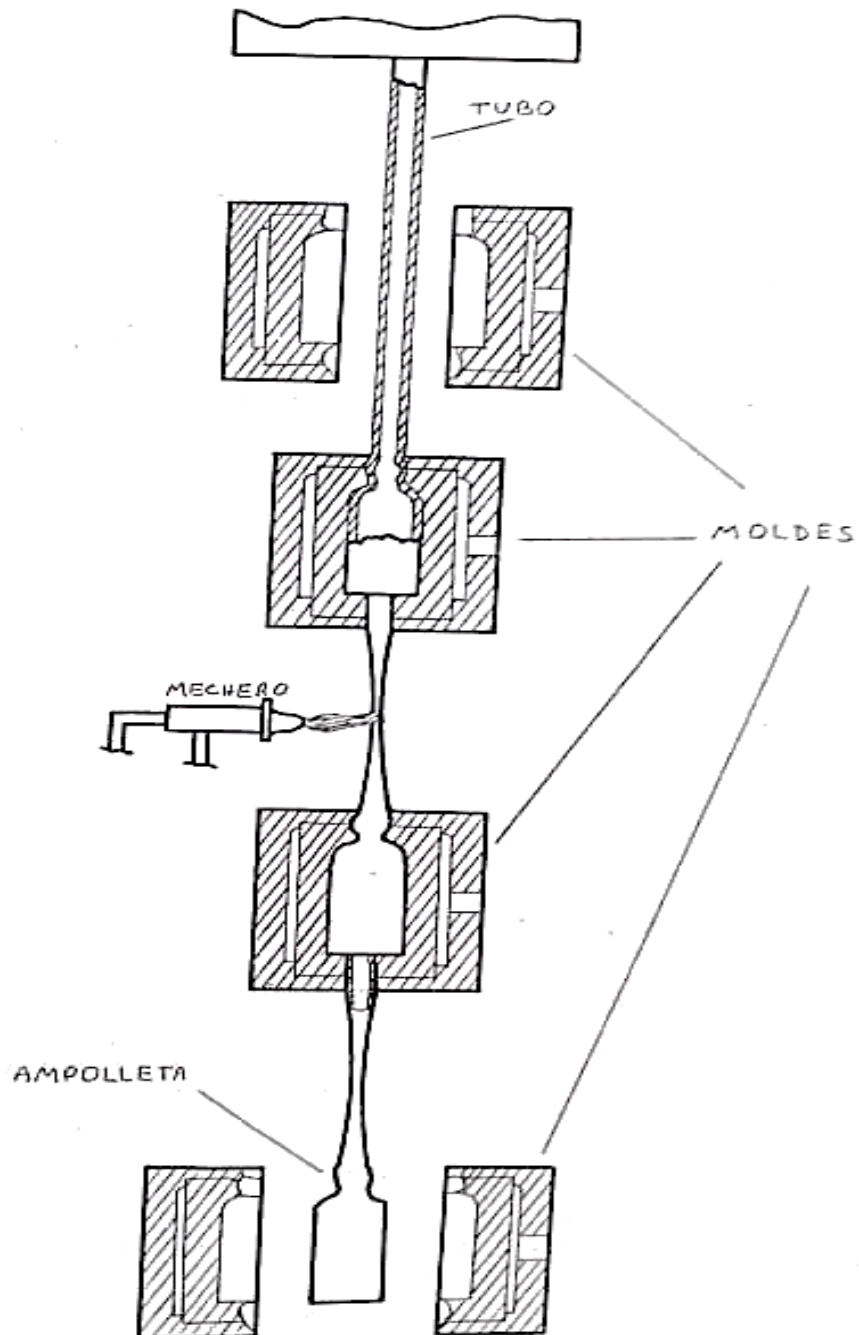
## Anexo 23: Diagrama de Procesos



## Anexo 24: Elaboración del tubo



## Anexo 25: Elaboración de ampolleta



## Anexo 26: Balance de materias (%/kg) Vidrio neutro

Materias Primas	%	Kgs	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	CaO	ZnO	Na <sub>2</sub> O
Sílice	62,6	70,4	98,5/69,35	0,88/0,62			0,25/0,176		
Piroboro	10,2	11,45	0,08/-,-	0,04/-,-	68,8/7,96				30,7/3,49
Hidróxido de Al,	7,5	8,42		65,0/5,47					
Caliza	2,7	3	0,27/0,08				55,6/1,67		
Barita	5	5,62	1,82/0,102	0,17/0,009		63,67/3,58	0,46/0,0254		
Óxido de Zn,	0,7	6,74							
Carbonato de Na,	5,5	6,16							58,5/3,61
Sulfato de Na,	1,5	1,65							43,0/0,71
Nitrato de Na,	0,6	0,66							50,0/0,33
Dolomita	3,7	4,15	0,77/0,034				30,94/1,28		
<b>Total Kilos y composición promedio del Vidrio Neutro</b>	<b>100</b>	<b>112 25</b>	<b>69 495</b>	<b>6099</b>	<b>7,96</b>	<b>3,58</b>	<b>3 1514</b>	<b>0,74</b>	<b>8,14</b>
<b>SUMA</b>								<b>100 0319</b>	

**Anexo 27: Factores para el cálculo del consumo anual de materias primas en función de la producción neta planeada**

<b>Materias Primas</b>	<b>% en la Mezcla</b>	<b>Factor de Conversión (por x)</b>
Sílice	62,6	0,7027
Priboro	10,2	0,1145
Hidroxido de Al	7,5	0,0842
Caliza	2,7	0,0303
Barita	5	0,0561
Óxido de Zn	0,7	0,0079
Carbonato de Na	5,5	0,0617
Sulfato de Na	1,5	0,0168
Nitrato de Na	0,6	0,0067
Dolomita	3,7	0,0416
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>1,1225</b>

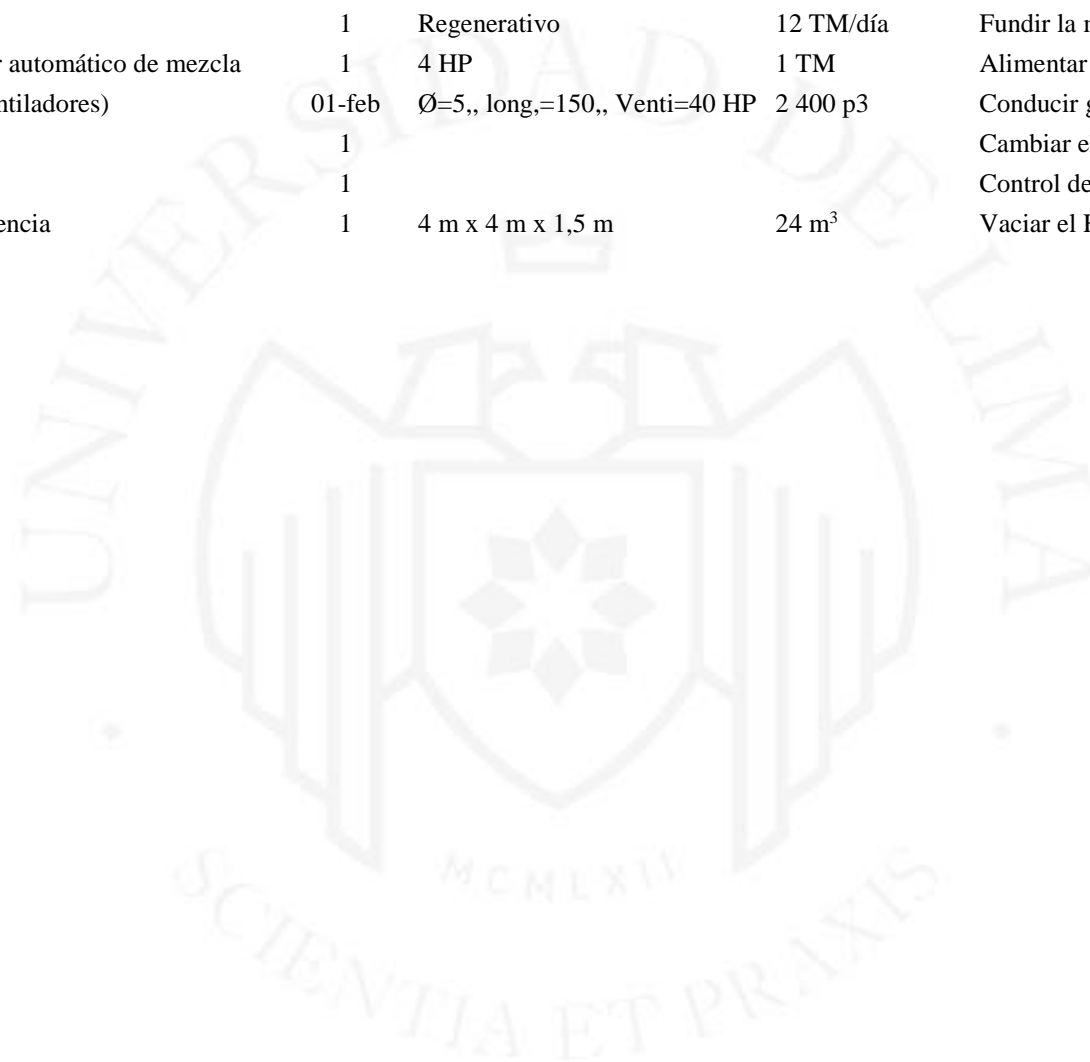
## Anexo 28: Equipos y edificaciones existentes

	Cantidad	Descripción	Capacidad	Uso
<b>I. Edificaciones y Almacenes</b>				
1. Almacén MP1 y zona de acondicionamiento MP	1	Ambiente Abierto	Compartida	Almacenar y acondicionar vidrio y Sílice.
2. Almacén MP2	1	Ambiente Cerrado	Compartida	Almacenar materiales empacados.
3. Almacén P,T, (Zona Línea 1)	1	Ambiente Cerrado	2,400 m3	Almacenar productos terminados.
4. Silos de concreto	2	Ø=3,5m; NT= 5m	125 TM/Silo	Almacenar vidrio y sílice tratados.
5. Balanza de camiones	1	Plataforma 15m x 3m	30 TM	Control de despacho de mercancías.
6. Edificio Línea 1	1	60m x 17m	1,020 m2	Línea de producción de vidrio neutro.
7. Oficinas y Laboratorio	1			Laboratorio y Oficinas Administrativas.
8. Talleres y oficina de producción y mant,	1			Dpto, de producción y mantenimiento.
<b>II. Sección Acondicionamiento de MP</b>				
1. Chancadora de quijadas	1	10" x 12", 5 HP	3 TM/turno	Desmenuzar el vidrio (Línea 1).
2. Zaranda	1	2, x 3, (40 mesh) 3 HP	1 TM/hora	Cernir el Sílice y otros materiales.
3. Secador rotativo	1	Ø=5, x 8, long, 25 HP	4 Ton/Hora	Deshumedecer el Sílice.
4. Elevador de cangilones	1	Cucharas de 6", 10 HP	12 TM/turno	Elevar mezcla a tolva.
5. Carretillas y lampas	35	Manuales		Acarreo de materiales.
<b>III. Sección preparación de la mezcla</b>				
1. Transportador de Faja	1			Llevar materiales al mezclador de tambor.
2. Balanzas	3	2 de plataforma y 1 de plato	500 Kg y 100 Kg	Pesar materias primas.
3. Tolva Stock del Horno	1	8,6 m3	22 TM	Stock de mezcla preparada.
4. Mezclador de Tambor	1	Ø=30", 10, long – 25 HP	4,5 TM/H	Mezcla de MP.
5. Elevador de cangilones	1	Cucharas de 6", 10 HP	12 TM/Turno	Elevar mezcla a tolva.
<b>VI. Sección Horno</b>				

(continúa)

(continuación)

1. Horno	1	Regenerativo	12 TM/día	Fundir la mezcla y refinar el vidrio.
2. Tolva, Balance y cargador automático de mezcla	1	4 HP	1 TM	Alimentar el horno.
3. Accesorios (chimenea, ventiladores)	01-feb	Ø=5,, long.=150,, Venti=40 HP	2 400 p3	Conducir gases – enfriar.
4. Válvula de inversión	1			Cambiar el flujo de gases calientes.
5. Instrumentos	1			Control del horno.
6. Tanque de agua de emergencia	1	4 m x 4 m x 1,5 m	24 m <sup>3</sup>	Vaciar el Horno en emergencias.



## Anexo 29: Equipos por adquirir

	Cantidad	Descripción	Capacidad	Uso
<b>I. Sección Fabricación del Tubo</b>				
1. Conformadora	1	Equipo completo	10 TM/DIA	Formación del Tubo de Vidrio.
2. Conductor del Tubo (con ventiladores)	1	36 m, largo, 5 HP	-,-	Llevar el tubo a la zona de corte.
3. Jaladora cortadora de sierra	1	3 HP	1000 pies/min,	Controlar extracción del tubo.
4. Cortadora y rebordeadora	1	2 HP	60-150 tubos/min,	Cortar el tubo a medida.
5. Calibrador	1	-,-	-,-	Calibrar los tubos.
6. Transportador de faja	1	5 HP, 130 pies	-,-	Lleva los tubos a la zona de enfriamiento.
<b>II. Sección de Fabricación de Ampolletas y Frascos</b>				
1. Recipiente para lavado de tubos	1	Madera	-,-	Lavado de tubos.
2. Quemadores	-	Incorporados en la máquina	-,-	Proporcionan calor.
3. Dispositivos para calibración	3	Tipo ST,, AMBEG	-,-	Clasificación de los tubos.
4. Máquina pesadora de tubos	1	Tipo RW,, AMBEG - 3HP	600-800 Tub./hora	Pesar los tubos.
5. Máquina ampolleterera	4	Tipo U3, AMBEG - 5HP	2000 Amp./hora	Formación de las ampolletas.
6. Alimentadores	4	Tipo RZ, AMBEG	-,-	Conducción de tubos.
7. Aditamento para fondos cóncavos	4	AMBEG, TIPO BF	-,-	Formación de fondos cóncavos.
8. Aditamento para cuellos	3	AMBEG, Tipo TD	-,-	Formación de los cuellos.
9. Máquina para acabado	4	AMBEG, Tipo SM4-2-5HP	1000 - 2400 un/H	Cortar, quemar, clasificar.
10. Templa automática	1	Tipo continuo, 20 HP	2000 unid/hora	Eliminar esfuerzos en productos.
11. Transportador de faja	2	De Banda, 5 HP	-,-	Conducir productos en la línea.
12. Ventiladores	4	Centrífugas, 4 HP	-,-	Aire para máq, ampolleteras.
13. Máquina para hacer frascos	5	AMBEG, Tipo RP-2 HP	800-1300 uni/hora	Hacer frascos viales.
<b>III, Secciones Auxiliares</b>				
1. Equipo de laboratorio	1	Equipo - 5 HP	-,-	Pruebas al vidrio.

## TSP 2022-0

### INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

2

[vsip.info](https://vsip.info)

Fuente de Internet

1%

3

[kipdf.com](https://kipdf.com)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.ulima.edu.pe](https://repositorio.ulima.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

5

[patents.google.com](https://patents.google.com)

Fuente de Internet

<1%

6

[biblioteca.usac.edu.gt](https://biblioteca.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

<1%

7

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

8

[www.coursehero.com](https://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1%

9

[qdoc.tips](https://qdoc.tips)

Fuente de Internet

<1%