

UNIVERSIDAD DE LIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta industrial para
la fabricación de tuberías y accesorios de cobre.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

BRICEÑO REYNEL, ADOLFO ANTONIO

LIMA, NOVIEMBRE 2003

1449*

Av. Javier Prado Este, Cuadra 46
Urbanización Monterrico, Lima 33, Perú

Apartado 852, Lima 100, Perú

T (511) 437 6767, 436 0500

F (511) 437 8066

www.ulima.edu.pe



**ACTA DE SUSTENTACION DEL TRABAJO DE INVESTIGACION
PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

En Lima, el 18 de noviembre del dos mil tres, siendo las 11:00 horas, bajo la Presidencia del **MAG. JAIME LEON FERREYRA**, se reunió el Jurado del que formaban parte los señores profesores:

ASESOR : DR. GEORGE POWER PORTO
INFORMANTE : ING. EDUARDO NORIEGA FEBRES
INFORMANTE : MAG. MARIO ROJAS DELGADO

Con el fin de recepcionar la Prueba de Sustentación del Trabajo de Investigación:

**“ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA
PLANTA INDUSTRIAL PARA LA FABRICACION DE TUBERIAS Y
ACCESORIOS DE COBRE”**

Que para optar el **Título Profesional de Ingeniero Industrial** presenta el Bachiller:

ADOLFO ANTONIO BRICEÑO REYNEL

Previa sustentación del trabajo de investigación, por el graduado y luego de haber dado respuesta a las preguntas formuladas por el Jurado, se acordó:

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> APROBARLO, con la calificación: | <input type="checkbox"/> SUMMA CUM LAUDE |
| | <input type="checkbox"/> MAGNA CUM LAUDE |
| | <input checked="" type="checkbox"/> CUM LAUDE |
| | <input type="checkbox"/> APROBADO |

DESAPROBARLO

Presidente del Jurado

Informante

Asesor

Informante

ero.

A mi madre, Rosa Purificación.
A mi padre, Carlos Francisco.
Por su inmenso amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

In memoriam, al Ingeniero Orlando Alva Ambrossini, maestro y amigo que me honró con su amistad, y me dio este tema de investigación para poder graduarme como ingeniero industrial.

Al Ingeniero George Félix Power Porto por brindarme su amistad, por los conocimientos compartidos como amigo y patrocinador de este humilde trabajo de investigación.

Al Ingeniero María Teresa Noriega Aranibar por su apoyo, comprensión y conocimientos brindados durante la realización de la tesis.

Al Ingeniero Luis Eduardo Noriega Febres por su preocupación y apoyo desinteresado en la realización de la tesis.

Al Ingeniero Gregorio Sotelo por su apoyo y conocimientos brindados para la realización de este trabajo de investigación.

Al Licenciado José Alarcón Centti; por sus sabios consejos en la realización de este trabajo de investigación.

A todos los catedráticos que me formaron para que sea un ingeniero industrial idóneo.

A mis padres, por su sacrificio y apoyo incondicional para que llegue a ser un hombre de bien para nuestra sociedad.

A mi querido hermano Walter Salomón por su inquebrantable Fe hacia mi persona.

A la Ingeniera Silvia Campos y los Ingenieros Derek Fetzer y Guillermo Davies, los tres, amigos que en la juventud compartimos las aulas en la Facultad de Ingeniería Industrial de la universidad de Lima y que me alentaron, apoyaron y confiaron en mi durante toda la realización del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

	INTRODUCCIÓN	1
1	ORIGEN Y PROMOCIÓN DEL PROYECTO	2
1.1	Antecedentes Históricos	2
1.2	Objetivos	8
1.3	Resumen Ejecutivo	9
1.4	Conclusiones y recomendaciones	10
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	13
2.1	El Estado Metálico	13
2.1.1	Generalidades	13
2.1.2	Metales Industriales	14
2.1.3	Clasificación de los metales	14
2.1.4	Estructura de los metales	16
2.1.5	Redes cristalinas de los metales	16
2.1.6	Distancias interatómicas en los cristales	21
2.1.7	Diámetros atómicos	21
2.1.8	Alotropía	22
2.2	El Cobre	22
2.2.1	Generalidades	22
2.2.2	Definiciones del cobre	23
2.2.3	Propiedades del cobre	26
2.2.4	Influencia de las impurezas sobre las propiedades del cobre	27
2.2.5	Tratamientos del cobre	30
2.2.6	Aplicaciones del cobre	31
2.3	Los Latones	35
2.3.1	Definiciones	35
2.3.2	Propiedades de los latones industriales	36
2.3.3	Clases de latones	39
2.3.4	Latones ordinarios	39
2.3.5	Tratamiento de los latones ordinarios	40
2.3.6	Latones Especiales	41
2.3.7	Aplicaciones de los latones	43
2.4	Los Bronces	44
2.4.1	Definiciones	44
2.4.2	Propiedades de los bronce cobre – estaño	45
2.4.3	Clases de bronce	46
2.4.4	Bronces ordinarios	47
2.4.5	Tratamiento de los bronce ordinarios	47
2.4.6	Aplicaciones de los bronce ordinarios	48
2.4.7	Bronces Especiales	48
2.4.8	Bronces conductores	49
2.5	Otras Aleaciones de Cobre	49
3	CONCEPTOS GENERALES: COBRE, TUBERÍAS, SALUD	50
3.1	Introducción	50

SRdt

27m04

D: Facultad de Ingeniería Industrial

3.2	Historia	53
3.3	El Cobre: Un buen amigo de la salud	54
4	ESTUDIO DE MERCADO	59
4.1	La Estrategia de Manufactura está dictada por Nuestra Clientela	59
4.2	Aspectos Generales	61
4.2.1	Definición del Producto desde el punto de vista de su comercialización	61
4.2.2	Principales características de los Productos	63
	- Posición arancelaria NANDINA	63
	- Usos: El cobre y sus usos en la industria	63
	- Usos de las tuberías y accesorios de cobre	68
	- Recomendaciones para el uso de las tuberías de cobre	77
	- Propiedades, ventajas y normas para su comercialización	78
	- Bienes sustitutos y complementarios	81
4.2.3	Determinación del Área Geográfica que abarcará el Estudio	82
4.2.4	Determinación de la Metodología que se empleará en la investigación del mercado	82
4.3	Análisis Macroeconómico de los países que abarcará el Proyecto	84
4.3.1	Análisis macroeconómico de la Comunidad Andina década 1990 – 1999	84
4.3.2	Perspectivas de las Economías de la Región Andina para el período 2002	98
4.4	Análisis de la Demanda	104
4.4.1	Demanda Histórica	104
	- Importaciones	111
	- Producción	111
	- Exportaciones	112
4.4.2	Demanda Potencial	115
	- Patrones de consumo	115
	- Mercado Peruano	115
	- Mercado Regional	143
4.4.3	Proyección de la Demanda	145
4.5	Análisis de la Oferta	154
4.5.1	Análisis de la competencia	154
4.5.2	Empresas productoras y comercializadoras	155
4.5.3	Capacidad instalada y oferta actual	155
4.5.4	Proyección de la Oferta	156
4.6	Demanda Insatisfecha	159
4.6.1	Diferencia entre Demanda y oferta proyectadas	159
4.7	Demanda para el proyecto	160
4.7.1	Segmentación del mercado	160
4.7.2	Selección del mercado meta	160
4.8	Comercialización	161
4.8.1	Política de Comercialización	161
	- Crédito y descuentos	161
	- Financiamiento a los clientes	161
4.8.2	Distribución	161
	- Canales de distribución	162
	- Transporte y almacenaje	162
	- Puntos de venta	163
4.8.3	Promoción y propaganda	163
	- Presentación de los productos	163
	- Publicidad	163
	- Promoción de Ventas	164

	- Ventas personales	164
4.8.4	Análisis de precios	164
	- Tendencia histórica de los precios	164
	- Precio internacional y local (actuales)	165
4.8.5	Programa de ventas	165
	- Consideraciones sobre el ciclo de vida de los productos	165
	- Consideraciones sobre el ciclo de vida de la empresa	165
	- Programa de ventas para 10 años	165
5	DISPONIBILIDAD DE INSUMOS	168
5.1	Características principales de la Materia Prima	168
5.2	Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto	170
5.3	Participación del proyecto dentro de la disponibilidad de insumos	192
5.4	Costos de la materia prima	195
6	LOCALIZACIÓN DE PLANTA	199
6.1	Posibles ubicaciones en base a factores predominantes	199
6.1.1	Proximidad a las materias primas	199
6.1.2	Cercanía al Mercado	199
6.1.3	Requerimientos de infraestructura industrial y condiciones socioeconómicas	200
6.2	Análisis de los factores de localización	200
6.2.1	Proximidades a las materias primas	200
6.2.2	Cercanía al mercado	200
6.2.3	Disponibilidad de mano de obra	202
6.2.4	Abastecimiento de Energía	202
6.2.5	Abastecimiento de agua	203
6.2.6	Servicios de transporte	203
6.2.7	Terrenos	203
6.2.8	Clima	203
6.2.9	Eliminación de desechos	204
6.2.10	Reglamentaciones fiscales y legales	204
6.2.11	Servicios de construcción, montaje y mantenimiento	204
6.2.12	Condiciones de vida	204
6.3	Estadísticas de los departamentos de Ica, Lima y Moquegua	205
6.4	Evaluación	208
6.4.1	Ranking de factores	208
6.4.2	Macrolocalización	210
6.4.3	Microlocalización	210
6.5	Análisis Costo a Costo	211
7	TAMAÑO DE PLANTA	214
7.1	Relación Tamaño – Mercado	214
7.2	Relación Tamaño – Tecnología	214
7.3	Relación Tamaño – Punto de Equilibrio	215
7.4	Relación Tamaño – Inversión	217
7.5	Relación Tamaño – Recursos Productivos	217
7.6	Relación Tamaño – Financiamiento	220
7.7	Selección del Tamaño de Planta	220
8	INGENIERÍA DEL PROYECTO	221
8.1	Especificaciones Técnicas del producto	221
8.1.1	Normas técnicas Peruanas elaboradas por el Comité	222

VII

8.2	Tecnologías Existentes y Proceso de Producción	234
8.2.1	Resumen de los procesos de producción de las tecnologías existentes	234
	- Diagramas y cuadros	235
8.2.2	Naturaleza de la tecnología requerida	258
	- Selección de Tecnología	262
8.2.3	Proceso de Producción	264
	- Diagrama de flujo	265
8.3	Características de las Instalaciones y Equipos	267
8.3.1	Selección de maquinaria y equipo	268
8.3.2	Diseño y Cálculo detallado	278
8.3.3	Montajes e instalaciones	294
8.4	Capacidad Instalada	295
8.4.1	Base Teórica	295
8.4.2	Cálculo de la Capacidad Instalada	304
8.5	Resguardo de la Calidad	314
8.5.1	Calidad de insumo, de proceso y del producto	314
8.5.2	Medidas de resguardo de la calidad a la producción	315
8.6	Estudio de Impacto Ambiental	319
8.7	Seguridad Industrial	319
8.8	Mantenimiento	320
	- Sistema de mantenimiento	321
	- Estrategia	321
8.9	Programa de Producción	322
8.9.1	Consideraciones sobre la vida útil de un proyecto	322
8.9.2	Porcentaje de utilización anual de la capacidad instalada	322
8.9.3	Programa de producción para la vida útil del proyecto	324
8.10	Requerimiento de Insumos, Personal y Servicios	325
8.10.1	Insumos y otros materiales	325
8.10.2	Operarios y trabajadores indirectos	327
8.10.3	Servicios de terceros	329
	- Energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	329
8.11	Características Físicas del Proyecto	337
8.11.1	Edificios y obras de Ingeniería Civil	337
8.11.2	Edificaciones y Servicios Auxiliares	337
8.12	Disposición de Planta	338
8.12.1	Base Teórica	338
8.12.2	Disposición General	339
8.12.3	Disposición de Detalle	346
8.13	Plan General de Implementación	355
8.13.1	Cronograma de actividades para la Ejecución del Proyecto	355
	- Uso y tipos de Calendarios.	355
8.13.2	Costos en la Ejecución del proyecto	355
9	INVERSIONES	361
9.1	Inversión Fija	361
9.1.1	Inversión Fija Tangible	362
9.1.2	Inversión Fija Intangible	370

VIII

9.2	Capital de trabajo	371
9.2.1	Caja y Bancos	371
9.2.2	Inventarios	375
9.2.3	Anticipo a Proveedores y Cuentas por cobrar	375
9.3	Calendario de Inversiones	375
10	FINANCIAMIENTO	381
10.1	Financiamiento	381
10.2	Estructura Capital / Deuda	381
	- Esquema Financiero	381
	- Relación Deuda / Patrimonio	381
10.3	Fuentes de Recursos Financieros	381
10.3.1	Aportes de Capital. Estructura opcionales	381
	- Elección de la modalidad empresarial	381
10.3.2	Préstamos, Fuentes, Características	383
	- Fondos y Líneas de Crédito	383
10.3.3	Cronograma de Aportaciones y Desembolsos	387
10.4	Plan de Amortizaciones	390
10.4.1	Palanqueo Financiero	390
	- Costo de Capital	390
	- Costo de Préstamo	390
10.4.2	Servicio de la Deuda	390
11	ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN	393
11.1	Organización para la implementación Física del Proyecto	393
11.1.1	Gestión de la Ejecución del proyecto	393
11.1.2	Calendario de ejecución del proyecto	394
	- Proyección Técnica detallada, licitaciones, evaluación de ofertas de otorgamiento de contratos	394
	- Financiación del proyecto	395
	- Período de construcción	395
	. Adquisición del terreno	395
	. Supervisión, coordinación	395
	. Contratación del personal	395
	. Suministros	395
11.1.3	Estimación de costo para la Ejecución del proyecto	395
11.2	Organización para el funcionamiento de la empresa	402
11.2.1	Organización de la Planta	402
11.2.2	Gastos Generales	407
11.2.3	Necesidades de mano de obra directa	407
11.2.4	Normas Laborales	409
11.2.5	Personal de Supervisión y Gestión	409
	- Expertos extranjeros	410
	- Capacitación	410
12	PREŞUPUESTOS DE INGRESOS Y GASTOS	411
12.1	Ingresos	411
12.1.1	Determinación de los Precios de Venta	411
12.1.2	Presupuesto de Ingresos (10 años)	411
	- Productos principales y secundarios	411

	- Ventas Internas	412
	- Ventas de exportación	412
	- Devoluciones tributarias	412
12.2	Gastos (10 años)	417
12.2.1	Presupuesto de personal operativo	418
	- Beneficios sociales (cargas del empleador)	418
12.2.2	Presupuesto de materia Primas	418
12.2.3	Presupuesto de Depreciaciones	421
12.2.4	Presupuestos de Costos Indirectos	423
	- Materiales Indirectos	423
	- Costos Generales de fábrica	423
12.2.5	Presupuesto de Costos de Ventas	431
12.2.6	Presupuesto de gastos de Ventas	431
	- Comisiones	431
	- Publicidad y Promoción	431
	- Atenciones a Clientes	431
	- Pérdidas por malas cuentas	432
12.2.7	Presupuestos de Gastos Administrativos	437
	- Sueldos	437
	- Gastos Generales	437
12.2.8	Presupuestos de gastos Financieros	437
12.2.9	Presupuesto de impuesto General a las Ventas	438
13	ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO	443
13.1	Estados Financieros	443
13.1.1	Estados de Pérdidas y Ganancias	443
13.1.2	Estado de Utilidades Retenidas	443
13.1.3	Flujo de Caja	443
13.1.4	Balance general	443
13.1.5	Flujo de Fondos	443
13.2	Análisis de los Estados Financieros	448
13.2.1	Pruebas de Liquidez	448
13.2.2	Pruebas de Solvencia	449
13.2.3	Pruebas de Rendimiento	450
13.3	Punto de equilibrio	451
13.4	Análisis de Sensibilidad	451
14	EVALUACIÓN ECONÓMICA – FINANCIERA	456
14.1	Evaluación Económica	456
	- Indicadores (VAN, TIR, B/C, PR)	456
14.2	Evaluación Financiera	458
	- Indicadores (VAN, TIR, B/C, PR)	458
14.3	Análisis de sensibilidad	460
15	EVALUACIÓN SOCIO – ECONÓMICA	470
15.1	Valor Agregado	470
15.2	Balance de Divisas	470
15.3	Indicadores Macroeconómicos	470
	- Relación Producto/Capital	470

	- Intensidad de capital	470
	- Densidad de capital	470
15.4	Evaluación social del Proyecto	471
	ANEXOS	474
	ANEXO 1	475
	ANEXO 2	517
	ANEXO 3	534
	ANEXO 4	543
	ANEXO 5	550
	ANEXO 6	565
	ANEXO 7	568
	ANEXO 8	591
	ANEXO 9	616
	ANEXO 10	625
	ANEXO 11	627
	ANEXO 12	637
	BIBLIOGRAFÍA	656

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

CAPÍTULO 1

- Demanda Potencial estimada de tubos de cobre de los países de la Comunidad Andina 10
- Promedios de las proyecciones de la demanda histórica de tubos de cobre de los países de la Comunidad Andina para el período 2005 – 2014 10

CAPÍTULO 2

- Constantes del cobre 34
- Color de los latones según su composición 37
- Color de los bronce según su composición 46

CAPÍTULO 4

- Partidas arancelarias NANDINA 64
- Tuberías tipo K – Tiras rectas 72
- Tuberías tipo K – Rollos 72
- Tuberías tipo L – Tiras rectas 73
- Tuberías tipo L – Rollos 73
- Tuberías tipo M – Tiras rectas 74
- Tuberías tipo M – Rollos 74
- Tuberías tipo DWV – Tiras rectas 75
- Tuberías tipo ACR – Tiras rectas 76
- Tuberías tipo ACR - Rollos 76
- Accesorios: Diámetros exteriores e interiores 77
- Normas de Comercialización 81
- Comunidad Andina: Indicadores demográficos 476
- Bolivia: Indicadores demográficos 477
- Colombia: Indicadores demográficos 478
- Ecuador: Indicadores demográficos 479
- Perú: Indicadores demográficos 480
- Venezuela: Indicadores demográficos 481
- Bolivia: Producto Interno Bruto por tipo de gasto 482
- Colombia: Producto Interno Bruto por tipo de gasto 483
- Ecuador: Producto Interno Bruto por tipo de gasto 484
- Perú: Producto Interno Bruto por tipo de gasto 485
- Venezuela: Producto Interno Bruto por tipo de gasto 486
- Bolivia: Producto Interno Bruto por clase de actividad económica 487
- Colombia: Producto Interno Bruto por clase de actividad económica 488
- Ecuador: Producto Interno Bruto por clase de actividad económica 489
- Perú: Producto Interno Bruto por clase de actividad económica 490
- Venezuela: Producto Bruto Interno por clase de actividad económica 491
- Comunidad Andina: Indicadores monetarios y financieros 492
- Bolivia: Indicadores monetarios y financieros 493
- Colombia: Indicadores monetarios y financieros 494
- Ecuador: Indicadores monetarios y financieros 495
- Perú: Indicadores monetarios y financieros 496
- Venezuela: Indicadores monetarios y financieros 497
- Comunidad Andina: Resumen de la balanza de pagos 498
- Bolivia: Resumen de la balanza de pagos 499
- Colombia: Resumen de la balanza de pagos 500
- Ecuador: Resumen de la balanza de pagos 501
- Perú: Resumen de la balanza de pagos 502
- Venezuela: Resumen de la balanza de pagos 503
- Comunidad Andina: Comercio exterior de bienes 504
- Bolivia: Comercio exterior de bienes 505
- Colombia: Comercio exterior de bienes 506
- Ecuador: Comercio exterior de bienes 507
- Perú: Comercio exterior de bienes 508

• Venezuela: Comercio exterior de bienes	509
• Bolivia: Variaciones porcentuales anuales y mensuales del índice general al consumidor, nacional y La Paz.	510
• Colombia: Variaciones porcentuales anuales y mensuales del índice general de precios al consumidor, nacional y Bogotá	511
• Ecuador: Variaciones porcentuales anuales y mensuales del índice general de precios al consumidor, nacional y Quito	512
• Perú: Variaciones porcentuales anuales y mensuales del índice general de precios al consumidor, Lima Metropolitana	513
• Venezuela: Variaciones porcentuales anuales y mensuales del índice general de precios al consumidor, nacional y Caracas Metropolitana	514
• Comunidad andina: Precios y variaciones anuales de productos de exportación	515
• Estadísticas de producción minera y de petróleo	516
• Perú: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	518
• Perú: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	518
• Bolivia: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	519
• Bolivia: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	519
• Colombia: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	520
• Colombia: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	521
• Ecuador: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	522
• Ecuador: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	522
• Venezuela: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	523
• Venezuela: Importaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	523
• Perú: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	524
• Perú: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	524
• Bolivia: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	525
• Bolivia: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	525
• Colombia: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	526
• Colombia: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	526
• Ecuador: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	527
• Ecuador: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	527
• Venezuela: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	528
• Venezuela: Importaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	528
• Producción de tubos de cobre en el Perú (1981 – 1990)	112
• Perú: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	529
• Perú: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	529
• Colombia: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	529
• Colombia: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	529
• Venezuela: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en Tm)	530
• Venezuela: Exportaciones partida 74111000 – Tuberías de cobre (en miles de USD)	530
• Perú: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	531
• Perú: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	531
• Colombia: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	532
• Colombia: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	532
• Ecuador: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	533
• Ecuador: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	533
• Venezuela: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en Tm)	533
• Venezuela: Exportaciones partida 74121000 – Accesorios de cobre (en miles de USD)	533
• Cuadro Resumen de: Importaciones – Exportaciones de tuberías de cobre	114
• Cuadro Resumen de: Importaciones – Exportaciones de accesorios de cobre	114
• Establecimientos de hospedaje de los departamentos mas frígidos del país – Período 1993 - 1997	117
• Producción nacional de refrigeradoras (1992 – Mayo 2002)	124
• Cantidad de restaurantes de 2, 3, 4 y 5 tenedores	125
• Parque automotor nacional por clase de vehículo, (en miles de unidades) 1978 – 2000	129
• Determinación de las unidades netas del parque automotor, proyectadas de los datos 1978 – 2000, para el período 2001 – 2016. (en miles de unidades)	130

• Resumen de las unidades netas del parque automotor por clase de vehículo proyectadas para el período 2002 – 2016, (en miles de unidades)	131
• Resumen de los pesos para los períodos (2005 – 2010) y (2011 – 2014) por clase de vehículo	132
• VI Estudio: "El Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao" Multifamiliar en oferta, existencia de sistema centralizado de gas, Julio de 2001.	141
• Proyección de las demandas de tubos de cobre de los países andinos, (en Tm)	147
• Proyección de las demandas de accesorios de cobre de los países andinos, (en Tm)	147
• Principales países exportadores de tubos de cobre refinado a la Comunidad andina, período 1991 – 2000	157
• Principales países exportadores de accesorios de cobre refinado a la Comunidad Andina, período 1991 - 2000	157
• Programa de ventas para tubos de cobre refinado (2005 – 2014)	166
• Programa de ventas para accesorios de cobre refinado (2005 – 2014)	166
• Estimación de las ventas anuales de tubos de cobre refinado para el Proyecto (en Tm)	167
• Estimación de las ventas anuales de accesorios de cobre refinado para el Proyecto (en Tm)	167
CAPÍTULO 5	
• Cátodos de Cobre electrolítico	170
• Producción de cobre. Período 1991 – 2000 (t. de contenido Fino Recuperable)	173
• Exportación de cobre. Período 1991 – 2000 (Millones de US\$)	173
• Consumo local de cobre. Período 1991 – 2000 (t. Fina)	174
• Producción de cobre a nivel concentrados, según estratos. Períodos 1991 – 2000. (toneladas secas)	175
• Producción de cobre a nivel concentrados, según estratos. Períodos 1991 – 2000. (toneladas de contenido fino)	175
• Producción de cobre a nivel concentrados, según estratos. Períodos 1991 – 2000. (toneladas de contenido fino recuperable)	175
• Producción de cobre por departamento. Período: 1991 – 2000 (t. de contenido fino)	176
• Reservas Mineras – Período 1996 – 1999	176
• Principales países productores de cobre (miles de toneladas)	177
• Cotización del cobre. Período 1987 – 2000. Promedio anual	195
CAPÍTULO 6	
• Principales puertos del Perú	201
Departamento de Ica	
• Número de distritos, población total, superficie y densidad poblacional, según provincia: 1997	592
• Proyectos aprobados por FONCODES, según Trimestre: 1997	592
• Volumen de la Producción Minera: 1990 – 1997 (en contenido fino)	593
• Producción de Energía Eléctrica, según Provincia 1996 – 1997 (MW.h)	593
• Consumo de Energía Eléctrica por Provincia, según tipo de consumo: 1997 (MW.h)	594
• Principales indicadores de salud: 1996	594
• Establecimientos de Salud y Camas en el Ministerio de Salud, según Tipo: 1996	594
• Infraestructura asistencial del IPSS por tipo de centro asistencial: 1997	595
• Profesionales de la salud en el IPSS por Especialidad, según establecimiento: 1997	595
• Alumnos matriculados en el Sistema Educativo, según Nivel y Modalidad: 1993 – 1997	596
• Docentes en el sistema Educativo por Provincia, según Nivel y Modalidad: 1994 – 1997	596
• Población Universitaria, en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, según especificación: 1990 – 1997	597
• Longitud de la Red Vial por tipo de superficie de Rodaduras, según Sistema de Red Vial: 1990 – 1997	597
• Estaciones de Servicio de Radio y Televisión: 1997	598
• Número de distritos donde se ven canales de televisión de Lima Metropolitana	598
Departamento de Lima	
• Número de distritos, población total, superficie y densidad poblacional, según Provincia: 1997	599
• Proyectos de Inversión aprobados por FONCODES, según trimestre: 1997	599
• Volumen de Producción Minera Metálica: 1980 – 1997	600

• Número de distritos con servicio de electricidad, por porcentaje de cobertura a las viviendas, según provincia: 1997	601
• Número de distritos con servicio de agua potable, por porcentaje de cobertura a las viviendas, según provincia: 1997.	601
• Número de distritos con servicio de desagüe, por porcentaje de cobertura a las viviendas, según provincia: 1997	602
• Principales indicadores de salud:1997	602
• Establecimientos y Camas del Sector salud, según tipo y especialidad: 1996	603
• Infraestructura asistencial del IPSS por tipo de centro asistencial, según gerencia departamental: 1997	603
• Alumnos matriculados en el Sistema educativo, según Nivel y Modalidad: 1990 – 1997	604
• Docentes en el Sistema Educativo, según nivel y Modalidad: 1990 – 1997	604
• Alumnos matriculados, según nivel y modalidad: 1990 – 1997	605
• Provincia constitucional del Callao: Personal Docente, según Nivel y Modalidad: 1990 – 1997	605
• Población Universitaria, según Universidad: 1997	606
• Longitud de la Red Vial por tipo de superficie de rodadura, según Sistema de Red Vial: 1997	607
• Principales Características del aeropuerto Internacional Jorge Chávez: 1997	607
• Estaciones de servicio de radio y Televisión: 1997	608
• Principales indicadores del servicio Telefónico Radio aficionado: 1999 – 7	608
Departamento de Moquegua	
• Número de distritos, población total, superficie y densidad poblacional, según Provincia: 1997	609
• Proyectos aprobados por FONCODES según trimestre: 1997	609
• Volumen de la Producción Minera: 1988 – 1997 (Contenido Fino)	610
• Número de distritos con servicio de electricidad por porcentaje de cobertura a las viviendas, según Provincia: 1997	610
• Número de distritos con servicio de agua potable por porcentaje de cobertura a las viviendas, según Provincia: 1997	610
• Número de distritos con servicio de desagüe por porcentaje de cobertura a las viviendas, según Provincia: 1997	611
• Principales indicadores de salud:1997	611
• Establecimientos de salud y Numero de camas, según Provincia: 1996	612
• Infraestructura asistencial del IPSS, según Tipo de establecimiento: 1997	612
• Personal de la salud en el IPSS por especialidad, según establecimiento: 1997	612
• Alumnos matriculados en el sistema educativo, según nivel y modalidad. 1993 – 1997	613
• Docente en el sistema educativo, según nivel y modalidad: 1993 – 1997	613
• Población Universitaria, según especificación: 1993 – 1998	614
• Longitud de la Red Vial por Tipo de superficie de rodadura, según sistema de red vial: 1997 – (km)	614
• Estaciones de servicio de radio y Televisión:1997	615
• Número de distritos donde se ven canales de televisión de Lima Metropolitana	615
CAPÍTULO 7	
• Estructura de costos (en miles de US\$)	218
• Punto de Equilibrio	219
CAPÍTULO 8	
• Relación DE las principales maquinarias y su costo de inversión para el Proyecto	277
• Relación entre Epsilon y Phi	302
• Relación entre Sigma y Phi	303
• Plan de estirado A para 7,9,10,11 y 12 pasadas para la obtención de diámetro nominal intermedio de 1 ½”	306
• Plan de estirado B de 12 pasadas para la obtención de diámetros nominales finales, los que representan nuestra gama de productos	309
• Cálculo para determinar la capacidad instalada del proyecto	312
• Cuadro resumen de los porcentajes de capacidad instalada	322
• Cálculo del porcentaje de utilización de la capacidad instalada	323
• Programa de producción para la vida útil del Proyecto	324

• Requerimientos de insumos para cumplir con la producción	326
• Requerimiento de personal – área de producción	327
• Operarios y trabajadores indirectos desagregados por departamento	328
• Cálculo de la energía eléctrica requerida por la planta en una hora	330
• Consumo de energía eléctrica (kW – h/año)	331
• Análisis del agua potable de Lima (Sedapal)	332
• Análisis del agua cruda de Pozo de la costa	332
• Principales Zeolitas	333
• Consumo estimado de agua de la fabrica en metros cúbicos	336
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Producción	340
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Matricería	341
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Mantenimiento y servicios auxiliares	341
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Compras, Almacén y Suministros	342
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Laboratorio	342
• Cálculo del área requerida para el dpto. de Áreas Administrativas	343
• Cuadro del valor o importancia de la proximidad	346
• Cuadro de razones o motivos	347
• Identificación de las actividades	347
• Código de las proximidades	348
• Actividades para la Implementación del proyecto	355
• Gastos para la Ejecución Física del proyecto	357
CAPÍTULO 9	
• Inversión Fija Tangible	364
• Presupuesto del costo en nuestros almacenes de la maquinaria principal usada de nuestro proyecto	365
• Presupuesto del costo del puente grúa de 30 x 97 m en nuestros almacenes	366
• Presupuesto del costo del puente grúa de 26 x 139 m en nuestros almacenes	367
• Costos de maquinarias y equipo auxiliar y montacargas en nuestros almacenes	368
• Gastos para la ejecución física del proyecto	369
• Inversión fija Intangible	373
• Capital de trabajo	373
• Inversión Inicial	374
• Política de compras de materia prima	376
• Nivel de inventarios de productos terminados	377
• Nivel de inventarios de materias primas	378
• Calendario de inversiones esquematizadas mes a mes	379
• Calendario de inversiones esquematizados por año	380
CAPÍTULO 10	
• Estructura de Financiamiento	382
• Inversión según fuente de Financiamiento	388
• Cronograma de Aportaciones y desembolsos	389
• Cronograma de Servicio de la deuda	391
CAPÍTULO 11	
• Gastos de supervisión y gestión en la implementación del proyecto	395
• Gastos para la Ejecución Física del Proyecto	398
• Requerimientos de Mano de Obra Directa (Por turno)	407
• Personal requerido en el desenvolvimiento de la empresa	409
• Relación de Expertos Extranjeros en asesorarnos	410
• Personal Entrenado en Plantas Extranjeras	410
CAPÍTULO 12	
• Precios de las tuberías para el Proyecto	413
• Ventas del proyecto	414
• Ingresos del Proyecto	415
• Ingresos netos	416
• Descuentos y Beneficios Sociales a pagar por trabajador	418
• Presupuesto personal operativo directo	419
• Presupuesto de Materia Prima	420

• Tabla de depreciación	421
• Presupuesto de depreciación	422
• Presupuesto de Personal operativo indirecto	425
• Presupuestos de Servicios: Electricidad y agua	429
• Presupuesto de Costos indirectos de producción	430
• Gastos de comisiones, publicidad y pérdidas por malas cuentas	432
• Presupuesto de costo de Ventas	433
• Presupuesto del personal de Ventas	434
• Presupuesto de gastos de Ventas	436
• Presupuesto del Personal administrativo	439
• Presupuesto de gastos administrativos	441
• Presupuesto de Impuesto General a las ventas	442
CAPÍTULO 13	
• Estado de Pérdidas y Ganancias	445
• Flujo de caja Proyectado	446
• Balance General	447
• Análisis de los Estados Financieros Proyectados	452
• Estructura de costos	454
• Punto de Equilibrio	455
CAPÍTULO 14	
• Flujo De Caja Económico Proyectado	457
• Flujo de Caja Financiero Proyectado	459
• Flujo de Caja Económico Proyectado – Análisis de Sensibilidad 1	462
• Flujo de Caja Financiero Proyectado – Análisis de Sensibilidad 1	463
• Flujo de Caja Económico proyectado – Análisis de Sensibilidad 2	465
• Flujo de caja Financiero Proyectado – Análisis de Sensibilidad 2	466
• Flujo de Caja Económico Proyectado – análisis de Sensibilidad 3	468
• Flujo de Caja Financiero Proyectado – Análisis de Sensibilidad 3	469
CAPÍTULO 15	
• Evaluación Social : Valor Agregado	472
• Indicadores Macroeconómicos	473

ÍNDICE DE GRÁFICOS, DIAGRAMAS Y ESQUEMAS

CAPÍTULO 2	
• Esquema del proceso de metalurgia por vía húmeda	24
• Diagrama de conductividad eléctrica del cobre puro	25
• Diagrama de efecto de los aleantes en la conductividad eléctrica del cobre	27
• Diagrama efecto combinado de Fe y P en la conductividad eléctrica	29
• Diagrama de endurecimiento por deformación en frío	30
• Diagrama de recuperación del estado inicial por recocido	32
• Diagrama de influencia del grado de deformación en el recocido	32
• Gráfico: Producción mundial de cobre	33
• Gráfico: Consumo mundial de cobre	33
• Diagrama de fases Cu – Zn	35
• Diagrama efecto de otros aleantes en el sistema Cu – Zn	38
• Diagrama efecto del níquel en el límite de fases $\alpha / \alpha + \beta$	38
• Parte del diagrama de Fases Cu – Sn	44
CAPÍTULO 4	
• Representación porcentual de las importaciones de las tuberías de cobre refinado de los países de la Comunidad Andina.	105
• Representación porcentual de las importaciones de los accesorios de tuberías de cobre refinado de los países de la Comunidad andina	108
• Evolución mensual del sector construcción: 2001 – 2002	136
• Diagrama de bloques del proyecto Camisea	142
• Porcentaje de participación estimada del proyecto para el mercado peruano de tuberías de cobre refinado	146
• Porcentaje de participación estimada del proyecto para el mercado peruano de accesorios de cobre refinado.	146
• Porcentaje de participación estimada que tendría nuestra producción en los mercados andinos para tuberías de cobre refinado para el 1er y 2do año de vida útil que tendría nuestro proyecto.	150
• Porcentajes de participación estimada que tendría nuestra producción en los mercados andinos, en accesorios de cobre refinado.	152
• Porcentajes de participación de los principales países exportadores de tubos de cobre refinado a la comunidad andina, en el período 1991 – 2000.	158
• Porcentajes de participación de los principales países exportadores de accesorios de cobre refinado a la comunidad andina, en el período 1991 – 2000	158
CAPÍTULO 5	
• Producción de cobre y cotización: 1996 – 2000	196
CAPÍTULO 8	
• Diagrama del ciclo de producción del cobre	236
• Diagrama de bloques – Método de extrusión en caliente	237
• Diagrama D.O.P de tubería de cobre flexible en el método de extrusión en caliente	238
• Diagrama D.O.P de tubería de cobre rígida en el método de extrusión en caliente	239
• Diagrama de flujo del ciclo de producción de tubos de cobre sin costura	240
• Diagrama de bloques – Tecnología CAST and ROLL	242
• Diagrama D.O.P – Tecnología Cast and Roll	243
• Diagrama de Flujo del Proceso cast and Roll	244
• Diagrama de Flujo de nuestro proyecto	265
• Esquema: Balance de materia para determinar el factor: Insumo / Producto	325
• Diagrama de la tabla relacional de actividades	349
• Diagrama relacional de recorridos o actividades	350
• Diagrama relacional de espacios	351
• Cronograma General de Implementación	356
CAPÍTULO 11	
• Organización de la Gestión en la Ejecución del Proyecto	394
• Cronograma de implementación física del Proyecto	396

• Organigrama estructural de la empresa	404
• Organigrama funcional de la empresa	408
• Esquema 11.1	639

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	
• Tabla Periódica	15
• Red cúbica centrada en el cuerpo	18
• Red cúbica centrada en las caras	18
• Red hexagonal compacta	19
• Resumen de los tres estados cristalinos de los metales	19
• Estructura cúbica centrada en el cuerpo (bcc)	20
• Estructura cúbica centrada en las caras (fcc)	20
• Estructura hexagonal compacta (hcp)	20
• Microestructura del cobre electrolítico (ETP) destruída por acción del hidrógeno	28
• Microestructura del cobre desoxidado (DHP) inerte a la acción del hidrógeno	28
• Virutas de maquinado de latones con distinto contenido de plomo	42
CAPÍTULO 4	
• Sistema de refrigeración de una refrigeradora	119
• Congeladora tipo refrigeradora	120
• Congeladora horizontal	121
CAPÍTULO 5	
• Mapa Geológico del Perú	178
• Ocurrencias de cobre en el Perú	179
• Zona de influencia de Southern Perú	185
• Zona de influencia de Doe Run Perú	191
CAPÍTULO 6	
• Departamentos – Macrolocalización	212
• Ciudades – Microlocalización	213
CAPÍTULO 8	
• Parte del control de una prensa de tubos de 3150 Mp – Rohr presse	246
• Representación de la producción de tubos de cobre	247
• Tambor de estirado	248
• Maquinado de estirado, de enderezado y de corte a medida (Shumag)	249
• Banco de estirado en la parte superior izquierda: barras, mandrinadoras, con mandril	250
• Representación esquemática de la fabricación de barras, alambres y perfiles	251
• Parte del control de una prensa de 32 MN	254
• Trefiladora con tambor para tubos de cobre	254
• Esquema de producción de tubos de cobre	255
• Máquina de trefilado, de enderezado y de corte a medida	256
• Banco de estirado. Parte superior izquierda: Barras Mandrinadoras con mandril	256
• Esquema de producción: a) barras b) Perfiles de materiales fáciles de prensar c) Barras perfiladas y alambres perfilados de materiales difíciles de prensar.	257
• Banco de estirado hidráulico de tres dados ABBEY LOMBARD de 90,000 libras	283
• Banco de estirado de tres dados LOMBARD de 50,000 libras	285
• Banco de estirado de tres dados LOMBARD de 25,000 libras	287

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo su origen de una conversación que tuviera con el Ingeniero Orlando Alva Ambrossini, un 29 de junio del año 2000. El ingeniero Alva Ambrossini me obsequió un pedazo de tubo de cobre diciéndome: "investiga sobre esto y luego conversamos"; lamentablemente el anciano amigo falleció cuatro días después de la conversación.

Recuerdo una expresión de un catedrático de la Facultad de Ingeniería Industrial que lo dijo en varias oportunidades durante sus clases: "Muchachos el hombre ya llegó a la luna"

Yo me pregunto, si el hombre ya llegó a la luna como es que nuestro país no pueda fabricar tuberías y accesorios de cobre si somos uno de los principales exportadores de cobre en el mundo.

Es por ello que mediante el presente estudio de pre – factibilidad, se verá si es posible que podamos implementar una planta industrial para fabricar tuberías y accesorios de cobre. Este estudio técnico – económico contará de tres partes bien marcadas; el estudio de mercado, la ingeniería del proyecto y el análisis económico – financiero.

En el estudio de mercado, se verá de estimar el tamaño de mercado y se buscará los nichos donde se pueda sacar una ventaja competitiva de los otros exportadores de la región andina.

En la ingeniería del proyecto se analizará las tecnologías existentes y se verá la opción del tipo de maquinaria mas adecuado a usar.

En el análisis económico – financiero se decidirá si es factible en implementar la planta industrial o bajo que condiciones podría serlo.

Mediante el presente trabajo de investigación se busca ayudar a contribuir con un grano de arena, a un proceso que pueda incrementar la industrialización de nuestras materias primas, fabricando productos más sofisticados y con mayor valor agregado.

1 Origen y Promoción del Proyecto

1.1 Antecedentes Históricos

“Porque el señor los llevará a una buena tierra, con arroyos y manantiales; con trigo, viñedos, olivos y miel; en ese país no tendrán que preocuparse por alimentos ni por otras cosas, en sus piedras hallarán hierro y de sus montañas sacarán cobre”. Es Moisés a los israelitas conduciéndolos a la tierra prometida. (Deuteronomio 8: 8,9)

Se refería a las minas del Timna ubicadas entre el Mar Muerto y el golfo de Acaba en un desierto abrasador. El arqueólogo Beno Rothenberg ha encontrado ahí vestigios de explotación de cobre desde el cuarto milenio antes de Cristo y parece ser el registro más antiguo de uso por el hombre. En esas minas hay el sulfuro chalcocita, el óxido cuprita, los bellos carbonatos malaquita y azurita y también cobre metálico. Algunos historiadores dicen que esas son las minas del rey Salomón de las que hablan las Escrituras. Se ha verificado que han sido explotadas continuamente hasta hoy en que lixivian los óxidos con ácido y extraen unas doce mil toneladas del llamado cemento de cobre.

En algún momento de su desarrollo, que puede ser hace ocho mil años, el hombre empieza a golpear los trozos de cobre nativo que halla y viendo que se deforman y moldean con facilidad, los va convirtiendo en pocillos, puntas de lanza, ornamentos. Es la transición de la Edad de Piedra a la Edad del Metal, en particular del Neolítico al Chalcocítico, del griego litos que es piedra y chalcos, cobre. Es uno de los grandes hitos en el avance de la civilización.

El siguiente paso es calentar los trozos de cobre para fundirlo y vaciarlo en moldes, logrando objetos más elaborados. Al hacer esta fundición rudimentaria, descubre que otras piedras distintas también producen cobre al fundirlas, y es cuando empieza a beneficiar minerales compuestos como son los óxidos y los carbonatos. En ciertos lugares, como el sudoeste de Inglaterra, se encuentran minerales de estaño junto a los de cobre y, primero por azar y luego deliberadamente, hallan que la mezcla de esos dos metales produce una aleación más tenaz y resistente que el cobre puro y es cuando comienza la Edad de Bronce.

No es casualidad que las culturas que primero avanzan son las que tienen acceso al cobre, ya sea por hallarlo en su tierra o por conquistar las que lo tienen. Los egipcios lo extraían de Timna y nos han dejado manijas de puertas de templos; otras culturas nos legan clavos como en Troya; cencerros en China; la cabeza de un toro en Ur, Mesopotamia; estatuas en Creta y Grecia.

Al terminar el segundo milenio A.C. se descubre la metalurgia del hierro y para los historiadores es cuando termina la Edad de Bronce y empieza la Edad de Hierro. Si bien el hierro desplaza al cobre y al bronce de muchas aplicaciones, estos, debido a sus peculiares propiedades de maleabilidad, ductilidad, resistencia a la corrosión y belleza natural, mantienen muchos de sus usos, encuentran nuevos y crece la demanda por el cobre.

Con los romanos viene una era de intenso uso del cobre que lo extraían mayoritariamente de la isla de Chipre, conocida por ellos como Cyprium y es de donde viene el nombre cuprum, el símbolo químico Cu y el castellano cobre.

Fabrican tuberías de cobre, petos, cascos y mangos de cuchillo de bronce, puertas y techos, muebles e infinidad de adornos, estatuas y monumentos. Expertos metalurgistas del Adriático descubren que mezclando el cobre con el zinc que había en la Dalmacia, tienen una nueva aleación con propiedades distintas y es lo que hoy llamamos latón en español y en inglés y otros idiomas, brass. El cobre va así encontrando nuevos usos por todo el imperio romano.

Durante la Edad Media se incrementa el empleo de cobre pero esencialmente para más de lo mismo. Los árabes lo usan en la alquimia para los jardines imperiales. Es con la llegada de la pólvora a Europa, empero, y el consiguiente invento del cañón, que la industria da un nuevo brinco. Los cañones y sus balas las hacen de latón y también los blindajes de portones y barcos para protegerlos de esas mismas balas. A fines del siglo XV, Georgius Agrícola se entrega a estudiar la minería y metalurgia por toda Europa y publica su monumental *De Re Metálica*, verdadero tratado sobre la ciencia y el arte mineros de su tiempo.

- **América**

Los primeros vestigios humanos en América parecen ser los sílex tallados por percusión hallados por McNeish en Ayacucho que tienen 22 mil años de antigüedad. El verdadero paleolítico, empero, se remonta a los 10 mil años A.C a decir de lo hallado por Lanning en el valle del Chillón cerca de Lima y que el historiador José A. Del Busto califica como el taller paleolítico más rico del Perú. Son notables las pinturas rupestres en las cavernas de Toquepala a las que Muelle las ubica en el 7600 A.C. También el hombre de Lauricocha descubierto por Cardich y que es del 6000 A.C.

La edad de los metales empieza en Sudamérica con la cultura Chavín por el año 1000 A.C. Es el martillado de piezas de oro nativo y de su aleación natural con plata conocida como electrum. Después viene la fundición de minerales oxidados con contenidos menores de cobre como lo atestiguan los análisis hechos por Lothrop que halla hasta 7% de cobre en narigueras de oro. Según Paul Rivet los primeros objetos de cobre como tal aparecen en la cultura Tiahuanaco en el siglo IV D.C, posiblemente provenientes de la mina Corocoro, hoy Bolivia, que contiene cobre nativo. Petersen describe en Atacama hornos para fundir cobre oxidado con carbón vegetal. También lo trabajan los chimúes en la costa norte peruana pero mucho más tarde. Lechtman ha encontrado que este cobre con frecuencia estuvo aliado con arsénico, y si bien pudo deberse a los minerales de cobre arsenical del norte peruano, como la enargita, sugiere que después se lo añadían adrede para obtener una aleación más manejable.

Rivet y Letchman sugieren que en el siglo IX D.C ya había objetos de bronce entre los tiahuanacos, tesis apoyada en las vecinas minas de estaño de la actual Bolivia, puesto que el bronce es la aleación del cobre con el estaño. Es el inicio de la Edad de Bronce en América. En la costa, en donde no hay estaño, el bronce aparece recién en el siglo XIII preparado con estaño necesariamente importado, posiblemente de los aluviales de Poto en el altiplano.

Fue en la cultura Chimú, sin embargo, la de breve duración entre el 1200 y su conquista por Pachacútec en el 1460, en que la metalurgia preinca alcanza su esplendor. Practicaron la fundición en crisoles, el método de la cera pérdida, laminación, repujado, remaches, soldadura y dorados y plateados. Muchas de las piezas son de cobre al que oxidan y eliminan con ácidos vegetales dejando una película de oro. El cobre y el bronce adquieren aquí una amplia difusión para hacer hachas, martillos, petos.

- **Los Incas**

Como era su costumbre, los quechuas van dejando su civilización por los pueblos que conquistan pero también recogen la que encuentran. Kauffmann dice que llevaron expertos metalurgistas chimúes al Cusco y que el hallazgo de tumis allá lo atestiguan. Lo cierto es que los incas son los verdaderos difusores del bronce por todo su imperio, y practican la minería del cobre y del estaño para la metalurgia del bronce, técnica que llegan a dominar con pericia. Toynbee dice que la Cultura Andina, a la llegada de los europeos, terminaba su ordenamiento para constituirse en un estado hegemónico desde Tucumán hasta Quito, proceso que venía construyendo de tres siglos atrás.

- **La Colonia**

Garcilazo de la Vega tiene recuentos de la minería autóctona que subsistía en su niñez pero el avasallamiento por parte de los conquistadores terminó con todo eso. Primero fue el saqueo de las abundantes piezas de oro y plata que encontraron y después las mitas para trabajar las minas subterráneas con la pólvora que trajeron. Sólo les interesó el oro y la plata, después el mercurio, pues el cobre y el estaño lo tenían en abundancia en Europa y el acero había desplazado al bronce en muchas cosas. Es así que durante la colonia la minería del cobre desapareció, salvo en aquellas minas, como el Cerro de Pasco, en las que por estar asociado con la plata lo recuperaban como subproducto. Ocasionalmente lo usaban para fabricar cañones de bronce cuando no llegaban a tiempo de España.

“Este Reino tendría muy poca estimación si le faltase el oro y la plata, pues estos fueron el incentivo de la Conquista y el motivo de nuestra permanencia”. Son las frases del virrey Amat al dejar su cargo en 1776 y que ilustran la importancia de la minería durante toda la Colonia. Durante el siglo XVIII, no obstante, la minería en las posesiones españolas fue declinando. Las Ordenanzas de Minas de Carlos III fueron un buen intento pero tardío. El Conde de Lemos cita en su memoria que en 1790 había en el virreynato del Perú 728 minas de plata, 69 de oro y 4 de cobre y plata. El cobre pues era un accidental subproducto.

A finales de ese siglo se hace un último esfuerzo para salvar la minería trayendo la misión Nordenflicht la cual tuvo poca acogida en vísperas de la independencia. A inicios del siglo XIX en su breve visita Alexander von Humboldt hace un minucioso relato del potencial minero peruano.

- **La República**

En la independencia y durante las guerras intestinas que le siguieron, toda la minería languideció. Después vino el auge del guano que concentró el interés, los recursos y adormeció el espíritu empresarial al extraer este material de facilísimo beneficio que llevó a enriquecimientos vertiginosos. Le siguió la bonanza del salitre en el sur y después vino la guerra con Chile, la ocupación del territorio peruano y el pillaje. Durante este tiempo subsistieron aisladas operaciones mineras, casi todas de oro y plata siendo la excepción de Morococha con los trabajos de Pflucker y de Cerro de Pasco con los de Sal y Rosas y otros, donde trabajaban plata junto con cobre.

La revolución industrial y el invento para generar electricidad por Faraday crean una súbita demanda por cobre pues es el mejor conductor eléctrico. Hasta antes el mayor uso habían sido las piezas de bronce y de latón y la cubierta de cascos

de barcos. La invención del telégrafo por Morse empezó por demandar kilómetros de cables de cobre y ya en 1866 se tiende un cable aislado bajo el Canal de la Mancha. Luego vendría el invento del teléfono por Bell y el tranvía eléctrico por los hermanos Siemens. Rápidamente se tienden cables de cobre por todo el mundo y la demanda hace que se exploten minas de cobre por doquier.

Debido a esto y al término de la guerra con Chile es que en los últimos quince años del siglo XIX, llamados de reconstrucción nacional, en que hay un renacer minero y el verdadero inicio de la minería del cobre. En 1884, los herederos del pionero y constructor de ferrocarriles, Enrique Meiggs, le vende sus derechos sobre vías férreas y terrenos minerales a Michael P Grace que forma la compañía McKay y dos años después clavan ocho taladros de 180 metros en las vetas de Cerro de Pasco donde encuentran mineral de cobre. A los años Grace transfiere sus propiedades mineras a varios mineros y el ferrocarril a los tenedores británicos de la deuda peruana. A fines de siglo ya operaban allí treinta minas y seis fundiciones. En este tiempo J. Vannoni empieza a extraer cobre de Morococha y J. Backus y H. Jhonston de la mina Casapalca donde ponen una fundición. También Ricardo Bentín en Aguas Calientes. El ferrocarril central llega a La Oroya.

- ***Inversión***

Al voltear el siglo ya operaban seis fundiciones en Cerro de Pasco que producían 12,000 toneladas de cobre al año, y se inicia el Socavón Rumiallana que irá a desaguar las minas cinco años más tarde. En ese tiempo llegan al Perú los inversionistas norteamericanos James Haggin y Alfred McCune y verifican la gran riqueza cuprífera de Cerro de Pasco. Negocian opciones de compra con los mineros locales y retornan a los Estados Unidos en busca de capitales. Es así que se constituye la Cerro de Pasco Mining Company teniendo como accionistas a W.K. Vanderbilt, H.C. Frick, J.P. Morgan y W.R. Hearst y a los dos promotores iniciales. Esta compañía compra 80% de las propiedades y el derecho de construir el ferrocarril hasta Cerro de Pasco el que concluye en 1907.

Con la estabilidad política en el país, la promulgación de un moderno código de minería y la llegada de tecnología foránea, comienza la inversión extranjera en la minería del cobre en el Perú. Se instalan capitales anglo – franceses en Ticapampa y franceses en Huarón. La Cerro de Pasco Mining Co., construye una gran fundición de cobre en Tinyahuarco. En 1907 el precio del cobre cae de 20 a 12 centavos la libra, lleva a la ruina a muchos mineros particulares y la compañía norteamericana las termina comprando. Adquiere Morococha y Casapalca. El Perú ya producía 20,000 toneladas anuales de cobre.

El flamante Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú se entrega a prospecta por cobre en todo el territorio y Carlos E. Velarde describe en 1908 los cuerpos con cobre diseminado en el cerro Toquepala. Diez años más tarde Carlos Basadre estudia con detenimiento estos depósitos de bajísima ley situados cerca de Moquegua.

La apertura del canal de Panamá en 1914, la gran demanda ocasionada por la Guerra Mundial y la llegada del revolucionario proceso de concentración por flotación, crean una intensificación de la minería del cobre en el Perú. En 1922 se construye la fundición de La Oroya para todos los minerales del centro del país. Anaconda compra a C. Lohman la mina cuprífera de Cerro Verde en Arequipa y Asarco la mina Quiruvilca a J. Gildemeister. Se concluye el túnel Kingsmill de 13 kilómetros que desagua las minas de Morococha y permite producir más cobre. La

fijación del precio internacional del oro quita incentivos a la minería de metales preciosos y se acentúa en la del cobre. Juan Oviedo denuncia Toquepala y la Cerro de Pasco Copper Corp. Opciona Cuajone a Julio Gianella y compra la mina Yauricocha a Klepetko y Miculicij. Se construye en La Oroya la refinería de cobre de Huaymanta y el país empieza exportar cátodos en vez de cobre ampoloso.

La Segunda Guerra Mundial aumenta la demanda por cobre y en 1950 se promulga el código de minería diseñado por Mario Samamé Boggio. Este moderno marco legal junto con la estabilidad política y económica atraen a la inversión extranjera. Fue de fundamental trascendencia el sistema de minado a cielo abierto con maquinaria pesada que D. Jackling había desarrollado en Bingham a comienzos de siglo. Con esta innovadora idea empezaron a trabajar minas de cobre de baja ley que antes era impensable hacerlo. La tecnología se había aplicado con éxito en el oeste de los Estados Unidos y en Chile, pero aún no en el Perú.

- ***La gran minería***

A mediados de los años cincuenta la Asarco, asociada con Newmont, Phelps Dodge y la Cerro de Pasco Corp., adquieren depósitos de cobre diseminado de Tacna y Moquegua, forman la Southern Peru Copper Corporation y en 1960 empiezan a explotar la mina de Toquepala a razón de 28,000 toneladas por día y a beneficiar los concentrados en la nueva fundición de Ilo para producir 90,000 toneladas de cobre ampoloso. Hochschild abre la mina Pativilca en Lima, un consorcio peruano – japonés la mina Chapi en Arequipa. El país ya produce 180,000 toneladas anuales.

En la década de los sesentas la Cerro de Pasco pone en producción la mina Cobriza en Huancavelica y abre el tajo Mc Cune en Pasco, la Mitsui las minas de Katanga en el Cusco y Santa Luisa en Huanuco, St. Joe Minerals la mina Madrigal en Arequipa, Badani la mina Cóndor en Ica, y la Nipón, Condestable en Lima. Se completa el nuevo pique Lourdes en Cerro de Pasco y la planta de lixiviación para producir cemento de cobre. Al terminar la década ya producíamos 200,000 toneladas.

En los setentas el Estado toma una participación directa en la industria del cobre. Se forma la Comisión Intergubernamental de Países Exportadores de Cobre, CIPEC, a la que se incorpora el Perú. Todas las propiedades mineras inoperativas pasan a manos del gobierno que toma el monopolio de la comercialización de todos los productos minerales y en 1975 inaugura en Ilo una moderna planta para refinar el cobre de Toquepala. Construye la mina de cobre de Cerro Verde con la novísima tecnología de lixiviación y en 1976 pasa a producir 33,000 toneladas de cátodos de cobre. En 1974 estatiza todas las minas de la Cerro de Pasco Corp., que pasan a Centromín. Después de varios años de negociaciones con el gobierno, la Southern Perú inaugura el nuevo tajo abierto de Cuajone cerca de Moquegua para producir 100,000 toneladas. Al finalizar esta década el país producía 370,000 toneladas.

Los años ochentas son de estancamiento de la minería con cierre de minas y largas paralizaciones laborales. La mina Tintaya la abre el gobierno en el Cusco para producir 60,000 toneladas anuales que junto con la expansión de la Mina Cobriza mantienen la producción en 370,000 toneladas.

Los años noventas son de un intenso proceso de exploraciones en todo el territorio nacional en busca mayormente de oro y de cobre. La pacificación del

país después de doce años de guerra interna, la estabilidad política y económica junto con una moderna legislación atraen inversiones nacionales y de todo el mundo. Se privatizan las minas del estado como Cerro Verde que la adquiere Cyprus Mines, Tintaya por Magma Inc, la refinera de Ilo la compra Southern Perú, mientras que las minas de Centromín van siendo adquiridas por otras compañías y los grandes prospectos cupríferos también se privatizan. Quellaveco en Tacna lo toma Anglo American; La Granja en Lambayeque, Cambior; Antamina en Ancash, la asociación de Inmet con Río Algom. Las privatizaciones motivan inversiones en ampliar la capacidad de minas en operación como en Tintaya, Cerro Verde, Toquepala y Cuajone. Con las inversiones en curso, la producción peruana del cobre deberá llegar a 900,000 toneladas en el año 2003, proveyendo el 9% de la demanda mundial de este metal y ofreciendo ingresos por dos mil millones de dólares. Varios milenios después que Moisés se dirigiera a su pueblo, sigue vigente el mensaje de que el cobre es sustento de la civilización.

- ***Evolución de la Industria Local Consumidora de Cobre***

La industria local procesadora de cobre tiene sus orígenes en la década del cincuenta con el surgimiento de Industrias del Cobre (Indeco Peruana). Ante el desabastecimiento de cable de cobre norteamericano (motivado por la guerra de Corea) y en pleno auge urbanizador, los industriales Cánepa y Tabini se vieron en la necesidad de fundar Indeco Peruana para continuar con sus obras de electrificación. De esta forma y con una tecnología rudimentaria se empezaron a producir cables forrados con yute a partir de cables viejos que eran retrefilados.

Inmediatamente, Cánepa y Tabini se percataron de que su empresa no tendría futuro si la Cerro de Pasco Copper Corp., (CPCC) decidía instalar su propia empresa de cables. La salida para estos industriales fue la de buscar asociarse con la CPCC. Sin embargo, también calibraron la gran diferencia de poder económico que los separaba del grupo internacional y que, por lo tanto, era necesario fortalecer su propia capacidad de negociación antes de iniciar las gestiones para la asociación.

Como la CPCC exportaba wire – bars e Indeco Peruana producía alambón, Cánepa y Tabini aprovecharon esta situación para anunciar públicamente que no era necesario que la CPCC exportara wire – bars si Indeco Peruana podía transformarlo previamente en alambón. Por el año 1962, ante la posibilidad de tener que depender de otra empresa, la CPCC fue forzada a tomar la iniciativa de la asociación. Esto significó a Cánepa y Tabini tener una mayor capacidad de negociación, logrando al final de las negociaciones retener el 52% del capital.

Como parte de las instalaciones de Indeco Peruana, había una planta de extrusión de aluminio que en ningún momento fue puesta en funcionamiento, hasta que en 1964 es independizada de Indeco Peruana para formar con ella la empresa Metales Industriales del Perú S.A: (Metinsa). En 1967, Metinsa se trasladó a un nuevo local trabajando aluminio e inició la línea de cobre y latón en menor escala.

En 1969 al producirse la nacionalización de la CPCC, los socios de Metinsa deciden alterar la composición del capital social en proporción 75/25 favorable a los nacionales, para de esta forma evitar la expropiación, que finalmente nunca se produjo. Cuando hacia finales de los setenta el grupo norteamericano Marmon adquiere la Cerro de Pasco Copper Corporation, los socios nacionales deciden comprar el 25% restante del capital social.

Desde sus inicios, el capital extranjero tuvo una presencia fundamental. Durante las décadas siguientes se mantendrá este patrón. Se constituyen: Fundición de Metales Bera, principal productor de aleaciones de cobre, una subsidiaria de Pirelli, Conductores Eléctricos Peruanos, que juntamente con Indeco Peruana controlaron la totalidad del mercado de cables hasta que en la década de los setenta surgen empresas nacionales pequeñas como Cables y Conductores de Cobre (CCC). En la segunda mitad de la década de los setenta, con excepción del alambroón, las exportaciones de semimanufacturas de cobre eran sumamente reducidas. Solo a partir de esa fecha, ante la contracción del mercado interno, se empezó a otorgar subsidios a los exportadores, con lo cual la expansión se mantuvo hasta 1981, año en que se redujo el subsidio a la exportación. Sin embargo, la expansión se reinicia en 1982, debido al surgimiento de empresas tales como Condsur, subsidiaria de Pirelli, ubicada en Chíncha; Tecnofil, que ante la pérdida de mercados extranjeros que sufría el alambroón de cobre de Centromín, empezaron a adquirir este producto para someterlo a un proceso de trefilado para producir perfiles diversos. Estos, además de contar con el subsidio de la exportación, tenían mayor entrada en el mercado extranjero que el alambroón.

En la década de los noventa, la inversión chilena hace su presencia en diferentes sectores de nuestra economía. Es así que la empresa chilena Madeco del grupo Ludsik instala en el país la empresa Cobretel que al poco tiempo compra a Cables y Conductores de Cobre (CCC). Indeco Peruana ante el temor de la inversión chilena decide asociarse con Madeco, cambiando la razón social de Indeco Peruana S.A a Indeco S.A.

Años más tarde los socios peruanos deciden vender su parte de las acciones a la contraparte chilena, siendo en la actualidad Indeco S.A, 100% capital chileno.

1.2 Objetivos

Dentro de los objetivos del presente estudio de pre – factibilidad se señala el objetivo planteado en el plan de trabajo. En el cual se indicaba que mediante un Estudio Técnico – Económico, se haría un trabajo de investigación serio y realista que nos indique el grado de factibilidad de implementar una planta industrial que fabrique tuberías y accesorios de cobre, generando de esta manera valor agregado y ahorro de divisas.

Se plantea además que nuestro país tiene que buscar hacer un solo PRODUCTO /SERVICIO bien hecho y que las industrias giren alrededor de ese producto bien hecho, y debe ser producido a nivel masivo y no artesanal. Y este producto bien puede ser alrededor del cobre.

Actualmente las tendencias de lo que es producir está cambiando en el mundo.

En cuanto a nosotros como ingenieros industriales mirando la tecnología, una de las pocas tecnologías realmente revolucionaria ha sido el desarrollo de producción en masa (con Ford). Ahora podemos mirar por medio del Internet lo que se llama “mass customization” o sea producción en masa pero con cada unidad hecha a una diferente especificación deseada. También, en los Estados Unidos de Norteamérica, hay una tendencia de ya no hacer productos ni servicios sino vender “soluciones” o sea que una empresa se hace responsable de resolver tu problema con una serie de productos, servicios, garantía y financiamiento. La

empresa ahora simplemente dice: “Ya no te preocupes por X; nosotros nos encargamos del TODO”. También se observa, por eso, una convergencia de industrias y las líneas de definición entre ellas son cada vez más tenues.

Por ejemplo, cada vez hay menos empresas que producen o sólo vidrios o sólo ladrillos. Ahora, la empresa dice: nosotros nos encargamos de poner todas las paredes y ventanas, su estilo, su mantenimiento, su reparación y garantía X años; y chequearemos cada X tiempo con un sistema de sensores para asegurar que todo esté bien. Es un ejemplo simple, pero es más complicado en caso de software/ hardware y servicios financieros y seguros, etc.

Regresando a nuestros objetivos podemos decir que:

- Si luego del estudio técnico – económico vemos que es factible instalar una planta industrial que fabrique tuberías y accesorios de cobre, esto tendría un efecto multiplicador en nuestra economía, ya que los tubos de cobre, como se verá en el desarrollo de la investigación, involucran diversos sectores de nuestra economía. Además, que sería la base para implementar una industria alrededor del cobre.
- Se crearía la necesidad de tener mano de obra calificada para realizar las instalaciones de los tubos y accesorios de cobre, creando puestos de trabajo y brindando un servicio de calidad ya que para ser un operario o gasfitero que manipule tuberías y accesorios de cobre se necesitaría una constancia que garantice su idoneidad para hacerlo. Y por tanto, para tal fin se tendría que crear centros de especialización.
- Las exportaciones que se realizarían, significarían un ahorro de divisas e ingresos al fisco.

En definitiva, esta industria en proyecto no es solamente para crear un mayor valor agregado para los productos tradicionales y no tradicionales sino también para promover la industria peruana y, como consecuencia de ello, crear mas fuentes de trabajo y de este modo contribuir al desarrollo sostenido del país.

1.3 Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de investigación, consiste en la implementación de una planta industrial dedicada a la fabricación de tuberías y accesorios de cobre refinado por el procedimiento de extrusión en caliente y estirado en frío.

Debido a que una gran parte de la materia prima para la elaboración de estos productos, como es el cobre electrolítico refinado, se exporta sin añadir mayor valor agregado, por tanto cabe la necesidad de crear una industria alrededor del cobre si es factible. A ello se añade que la industria peruana utiliza escasamente el cobre para la producción de productos de cobre.

Entre los productos significativos de este sector de industria básica de metales no ferrosos, puede mencionarse tiras, chapas, flejes, barras, planchas y tubos. En el caso de manufacturas, que se contabiliza en otros sectores, el desarrollo también ha sido poco significativo, ya que principalmente se produce solamente alambres y cables de cobre.

Nuestro objetivo principal es la producción de tuberías de cobre con calidad internacional para poder atraer y abastecer una creciente demanda de tubos de cobre en el Mercado Andino.

La principal materia prima de nuestros productos, tiene una alta producción extractiva en nuestro país; además, con interesantes perspectivas de inversión y crecimiento, con lo que no habría que preocuparnos por su abastecimiento.

La implementación de ésta fábrica con maquinaria adecuada y con una fuerza de trabajo, que se adiestraría en el extranjero, dará como resultado que ésta sea una planta industrial muy competitiva en Sudamérica.

1.4 Conclusiones y Recomendaciones

Dentro de las conclusiones podemos decir que para nuestro país se vislumbran dos hechos muy importantes; el primero, es la llegada del gas de Camisea a Lima en agosto del año 2004 y el segundo, el anuncio del presidente Alejandro Toledo de que a partir del año 2005 los países de la comunidad andina tendrán un arancel cero.

Estos dos hechos dan una coyuntura favorable y una gran oportunidad para la implementación de una planta industrial de tuberías de cobre. De acuerdo al análisis de sensibilidad efectuado en el Capítulo 14, para que el proyecto sea rentable con una tasa interna de retorno financiera del 40%, es posible hacerlo aumentando las ventas en un 103%.

Esto quiere decir que las ventas anuales serían de 2640 Tm, lo que equivaldría a 56% de la participación del mercado, en el período comprendido entre 1991 y 2000, donde el consumo histórico promedio de la demanda de tuberías de cobre de los países de la comunidad andina fue de 4686 Tm.

Pero cuánta sería nuestra participación estimada en el mercado de la comunidad andina con un volumen de ventas no menor de 2640 Tm para el período de vida útil de nuestro proyecto comprendido entre los años 2005 y 2014. Para estimar esta participación nos ayudaremos de los siguientes cuadros:

Cuadro 1.1: Demanda Potencial estimada de tubos de cobre de los países de la Comunidad Andina, (en Tm)

	Perú	Bolivia	Colombia	Ecuador	Venezuela	TOTAL
FACTOR	1.00	0.13	6.23	0.80	5.90	
Demanda Potencial	755	98.15	4703.65	604	4454.50	10615.30

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. Abril 2003.

Cuadro 1.2: Promedios de las proyecciones de la demanda histórica de tubos de cobre de los países de la comunidad andina para el período 2005 – 2014, (en Tm)

	Perú	Bolivia	Colombia	Ecuador	Venezuela	TOTAL
Promedio Demanda Proyectada 2005 – 2014	657.52	72.14	3584.05	455.10	1212.59	5981.40

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. Abril 2003.

Como se puede ver, la demanda potencial estimada de tubos de cobre para los países de la Comunidad Andina es de 10,615 Tm y el promedio de la proyección de la demanda histórica para el período 2005 – 2014 es de 5,981 Tm.

Podríamos concluir que nuestra participación de mercado estimada para el mercado de la comunidad andina para el período 2005 – 2014 sería del **44%** aproximadamente.

Con un arancel cero, se podría desplazar las exportaciones de Chile, México y Estados Unidos que no son miembros de la Comunidad Andina pero junto con Venezuela son los principales exportadores de tuberías de cobre al mercado andino.

Con la llegada del gas natural a Lima se abarataría la energía para uso industrial, entre muchas cosas. Y tal vez habría un mayor consumo de tuberías de cobre para el uso de gas natural en las viviendas así como para el transporte de agua caliente, demanda que podría estar escondida a los cálculos efectuados en el estudio de mercado por falta de información más exacta.

Con una energía más barata que la actual nuestros precios podrían competir mejor con los precios de los tubos de cobre venezolanos.

En el capítulo de ingeniería se vio que los hornos de colada continua imponen el ritmo de la producción siendo esto el cuello de botella, por lo que se podría buscar en el mercado internacional un horno de colada continua con mayor capacidad al mismo precio o con un precio ligeramente mayor, lo que aumentaría nuestra capacidad instalada sin sacrificar mucho dinero en una inversión costosa.

Podríamos concluir también que los socios locales deberán buscar y asociarse con un socio estratégico que tenga el know how de la fabricación de tuberías de cobre y además tenga experiencia sobre este negocio. Debido a la fuerte competencia que existe internacionalmente y donde todos los grandes productores mundiales están dispuestos a crecer en la participación del mercado a costa de otros, tal vez sería conveniente buscar socios europeos como los alemanes o italianos.

De esta manera también los bancos locales estarían dispuestos a prestar el dinero en mejores condiciones porque al tener un socio estratégico que sepa del negocio, disminuiría el riesgo que la empresa fracasase por falta de una adecuada orientación técnica y me atrevería a decir que nuestros flujos de caja mejorarían, ya que se necesitaría menos capital de trabajo por el ingreso por ventas, entonces se necesitaría menos caja y porque se tendría un préstamo de dinero más barato y como se dijo líneas arriba, en mejores condiciones.

En cuanto a los accesorios de cobre. Luego del Estudio de Mercado se llegó a la conclusión que la demanda era muy pequeña para justificar una inversión extra para la fabricación de accesorios de cobre. Debido también que para la fabricación de accesorios de cobre involucra otros procesos que no se contempla en la fabricación de tuberías por lo que se concluyó que se seguiría importándose. Siendo el principal exportador de la comunidad andina los Estados Unidos con una participación promedio del mercado de accesorios de cobre de aproximadamente el 80%.

Como recomendaciones podríamos decir que el presente estudio de pre – factibilidad dé lugar a dos estudios de investigación que continuasen con este tema. Estos estudios serían:

- Un estudio de factibilidad que sea la continuación del presente estudio de pre – factibilidad, en donde se ahonde en el Estudio de Mercado y también mediante el volumen de ventas estimado para obtener un TIRF de 40%, se acondicione la ingeniería del proyecto a estas necesidades al menor costo de inversión.
- Un estudio de investigación, pudiendo ser de pre – factibilidad o de factibilidad para ver que tan factible es implementar una fábrica de accesorios de cobre, como una unidad de producción, aparte de la fábrica de tuberías de cobre.

Finalmente, cabe señalar que en estos dos años y seis meses de investigación se ha avanzado, un gran trecho del largo camino, quedando sólo esperar y desear que bachilleres más jóvenes tomen la posta.

2 Fundamentos Teóricos

2.1 El Estado Metálico

2.1.1 Generalidades

METALES

Definición¹ 1:

“Cualquiera de una clase de elementos, que por lo general son sólidos a temperatura de ambiente; presentan color grisáceo y superficie brillante, y conducen calor y electricidad en forma satisfactoria. En una solución electrolítica en estado puro, un metal forma iones positivos. Los metales constituyen cerca de tres cuartas partes de los elementos conocidos y forman aleaciones entre sí y con elementos no metálicos.

Entre los metales comunes se incluyen oro, plata, cobre, estaño, hierro, plomo, aluminio y magnesio.”

Definición² 2:

“Cuerpo simple que tiene tendencia a ceder electrones de la órbita periférica transformándose en ión positivo (catión) y como tal suele encontrarse en sus compuestos. Los metales son dúctiles, maleables y buenos conductores del calor y de la electricidad. Tienen brillo característico. Con excepción del mercurio, a temperatura ordinaria son sólidos. Forman óxidos de naturaleza básica. Muestran actividad débil o nula para el hidrógeno. Pueden clasificarse del modo siguiente: metales ligeros, que son los alcalinos (potasio, sodio), alcalinotérreos (calcio, magnesio), y térreos (aluminio); metales pesados, que son los del grupo del cobre (cobre, plata, oro), grupo del cinc(cinc, mercurio), grupo del estaño (estaño, plomo), grupo del hierro (hierro) y grupo del platino(platino).

En estado natural raramente se encuentran puros; en general se hallan combinados con el oxígeno o con otros metales, especialmente el azufre.”

Entonces podemos definir a los metales como los elementos que poseen lo que se ha denominado características metálicas; como son:

- a. El brillo metálico.
- b. Elevada conductividad térmica y eléctrica.
- c. Gran resistencia mecánica.
- d. Gran *plasticidad*, que es una gran capacidad para deformarse sin romperse

Como la plasticidad y la gran conductividad térmica y eléctrica son propiedades exclusivas de los metales, se ha supuesto que los metales tienen una constitución distinta de los demás sólidos, debido al enlace característico de sus átomos,

¹ Diccionario enciclopédico de Ciencia y Tecnología, Prentice – Hall Hispanoamérica, S.A.

² Enciclopedia Británica, Océano. “Hombre, Ciencia y Tecnología”.

llegando a considerarse a los metales como una clase especial dentro del estado sólido que se conoce con la denominación de *estado metálico*.

2.1.2 Metales Industriales

Entre los metales más utilizados en la industria tenemos: hierro, aluminio, plomo, cobre, cinc, estaño, níquel, cromo y magnesio. También se emplean, aunque en menores cantidades, la plata, oro, titanio, wolframio, cobalto, zirconio, berilio y germanio. Y con el advenimiento de la era nuclear se emplean en cantidades crecientes el uranio y plutonio.

De todos los metales, y con gran diferencia, el más utilizado es el hierro. Le sigue ahora el aluminio. El cobre, que tenía antes la exclusiva utilización como conductor en las líneas eléctricas, se ha visto moderadamente desplazado por el aluminio o por los cables aluminio – acero, formados por un núcleo de alambre de acero galvanizado, recubierto por un trenzado de alambre de aluminio. Y valga decir también que ha sido reemplazado en algunos casos por la fibra óptica, como en telecomunicaciones.

Puede ser que el número de metales industriales sea reducido, pero el número de aleaciones de dos o más de ellos y con metaloides, que se emplean modernamente, supera el millar, habiéndose conseguido, obtener casi una aleación de características adecuadas para cada aplicación específica importante.

2.1.3 Clasificación de los metales

Los metales pueden clasificarse en dos grandes grupos: el A y el B.

El grupo A es el de “los verdaderos metales” y comprende los alcalinos (litio, sodio, potasio, rubidio y cesio), los alcalino – térreos (berilio, magnesio, calcio, estroncio y bario), los metales de transición (escandio, titanio, vanadio, cromo, manganeso, hierro, cobalto, níquel, itrio, zirconio, niobio, molibdeno, tecnecio, rubidio, rodio, paladio, hafnio, tántalo, wolframio, renio, osmio, iridio, platino, radio, actino, torio, protactinio y uranio) y el grupo del cobre (cobre, plata y oro).

La característica fundamental de los metales del grupo A es que su enlace es exclusivamente metálico con ausencia de todo otro tipo de enlace. Por eso tienen características metálicas más acentuadas que los del grupo B.

El grupo B está formado por el aluminio, cinc, cadmio, mercurio, plomo, bismuto, silicio, galio, indio, germanio, estaño, arsénico, antimonio, selenio, y telurio. Estos metales se caracterizan porque sus átomos no tienen un enlace exclusivamente metálico, sino que en él intervienen enlaces homopolares.

En la página siguiente se muestra la Tabla periódica de los elementos químicos, tomada de la Enciclopedia Británica, año 1,997.

group	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period	Ia	IIa	IIIa**	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	VIIIa	VIIIa	IIb	IIIb***	IVb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb
1	H												B	C	N	O	F	Ne
2	Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
3	Na	Mg											13	14	15	16	17	18
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	31	32	33	34	35	36
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	49	50	51	52	53	54
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	81	82	83	84	85	86
7	Fr	Ra	Ac	****	****	****	****	****	****	****	****	****	112	111	110	109	108	107
				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
			6	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			7	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	
				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	

Metals alcalinos	Otros metales	Gases nobles
Metals alcalinos terrosos	Otros no metales	Lantánidos
Metals de transición	Halógenos	Actínidos

* Numbering system recommended by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
 ** Previous IUPAC numbering system
 *** Numbering system recommended by the Chemical Abstracts Service
 **** For the names of elements 104-112, see Table 27.

2.1.4 Estructura de los metales

Los metales, aunque exteriormente no tengan una forma geométrica definida, poseen una distribución perfectamente organizada de sus átomos, a la que deben en gran parte sus características metálicas.

Esta ordenación está compuesta de tres estructuras, cada una de ellas está formada por elementos de la anterior, y son:

La estructura cristalina.

La estructura granular.

La estructura macrográfica.

La estructura cristalina, tiene como elemento fundamental la celda unitaria del cristal, cuyas dimensiones son de escala atómica, es decir, del orden de 10^{-8} cm. Como no es posible observar los cristales ni aun con los microscopios más potentes, se recurren a métodos indirectos, como es el de la difracción de los rayos X.

La estructura granular o micrográfica, tiene como elemento fundamental el grano, cuyas dimensiones son del orden de 0.2 a 0.02 milímetros, y, por tanto, son observables con microscopio metalográfico. De ahí su nombre de estructura micrográfica. Los granos están constituidos por agrupaciones de cristales.

La estructura macrográfica, que es observable a simple vista, tiene como elemento constitutivo la fibra.

2.1.5 Redes cristalinas de los metales

Los metales del grupo A, o verdaderos metales, cristalizan, con pocas excepciones, en tres redes espaciales: la red cúbica centrado en el cuerpo (bcc), la red cúbica de caras centradas (fcc) y la red hexagonal compacta (hcp).

Concepto de Número de coordinación. :

En los cristales, el número de átomos vecinos que rodean a uno determinado depende de la estructura."Se define como número de coordinación de una red cristalina con relación a un átomo dado, al número de átomos de su misma naturaleza que, equidistando de él, son sus vecinos más próximos."¹

¹ Tecnología de los Materiales Industriales, Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban

Red cúbica centrada en el cuerpo (bcc): En la red cúbica centrada, los átomos se hallan dispuestos en los vértices y en el centro del cubo.

Es necesario considerar que en cada vértice de la celdilla unidad coinciden ocho celdillas, por lo que es lo mismo, tan sólo $\frac{1}{8}$ de átomo ha de considerarse específicamente asociado a cada una. De aquí que el número de átomos a considerar en cada celdilla sería:

$$1 \text{ átomo central} + \frac{1}{8} \text{ átomo} \times 8 \text{ vértices} = 2 \text{ átomos por celdilla.}$$

La masa real de un átomo es: $\frac{Mm}{N_a}$

siendo: Mm = Masa molar del elemento = g/mol

$$N_a = \text{Número de Avogrado, cuyo valor es } 6.0228 \times 10^{23} \text{ átomos/mol}$$

La masa atómica de la celdilla será, por tanto:

$$M_{\text{celdilla}} = \text{número de átomos} \times \text{masa molar de un átomo.}$$

$$M_{\text{celdilla}} = n \times \frac{Mm}{N_a} = 2 \times \frac{Mm}{N_a} \quad (1)$$

El volumen de la celdilla será: $V = a^3$

Dividiendo los dos miembros de (1) por Volumen, nos quedará:

$$\frac{M_{\text{celdilla}}}{V_{\text{celdilla}}} = \frac{2Mm}{N_a a^3}; \text{ densidad del metal} = \frac{2Mm}{N_a a^3}$$

Lo que nos permite determinar la densidad teórica del metal, conocida su configuración cristalina.

De la misma expresión podríamos obtener:

$$a = \sqrt[3]{\frac{n \cdot Mm}{N_a \cdot d}}$$

que nos permite obtener la constante reticular del elemento.

En una red cúbica centrada en el cuerpo, el átomo central equidista de los ocho vértices, siendo: $\frac{a\sqrt{3}}{2}$ la menor distancia posible entre dos átomos reticulares, por lo que el número de coordinación de este tipo de red será de 8.

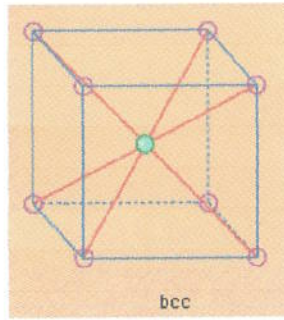


Figura 2-1: Red cúbica centrada en el cuerpo
Fuente: Enciclopedia Británica. Inc.

Red cúbica de caras centradas (fcc): En la red cúbica de caras centradas, los átomos están dispuestos en los vértices y en los centros de las caras del cubo.

Los átomos situados en el centro de las caras solamente son compartidos por la celdilla adyacente, mientras que los situados en los vértices estarán compartidos del mismo modo que en una red cúbica centrada. El número de átomos asociados a la celdilla será, por consiguiente:

$$\begin{aligned}
 n &= 6 \text{ caras} \times \frac{1}{2} \text{ átomo} + 8 \text{ vértices} \times \frac{1}{8} \text{ átomo} \\
 &= 3 + 1 \\
 &= 4 \text{ átomos}
 \end{aligned}$$

La densidad teórica del metal vendrá dada por:

$$d = \frac{4Mm}{N_a a^3}$$

El número de coordinación en esta red es de 12.

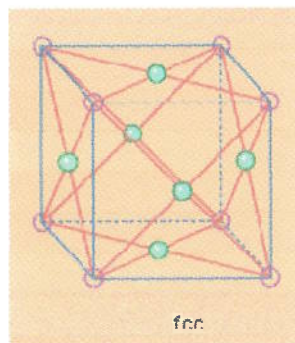


Figura 2-2: Red cúbica centrada en las caras
Fuente: Enciclopedia Británica. Inc.

Red hexagonal compacta (hcp): En una red hexagonal compacta, los átomos se hallan situados en los vértices de los hexágonos básicos y en los centros de ambas bases, así como en los tres triángulos no adyacentes de la base media.

Se puede decir que solamente $\frac{1}{6}$ del átomo se considerará específicamente asociado a cada vértice.

Los átomos situados en el centro de las bases solamente son compartidos con la celdilla contigua, y los tres átomos de la base media pertenecen exclusivamente a la celdilla que los contiene.

El número de átomos por celdilla unidad será:

$$n \text{ átomos} = 12 \text{ vértices} \times \frac{1}{6} \text{ átomo} + 2 \text{ bases} \times \frac{1}{2} \text{ átomo} + 3 \text{ átomos.}$$

$$n \text{ átomos} = 2 + 1 + 3$$

$$n \text{ átomos} = 6 \text{ átomos.}$$

La densidad teórica se determinará por la fórmula:

$$d = \frac{6.Mm}{N_a.V}$$

en dónde V es el volumen del prisma hexagonal.

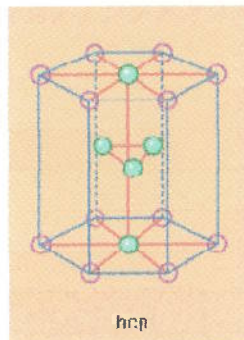


Figura 2-3: Red hexagonal compacta

Fuente: Enciclopedia Británica. Inc.

Resumiendo los tres estados cristalinos de los metales, tenemos:

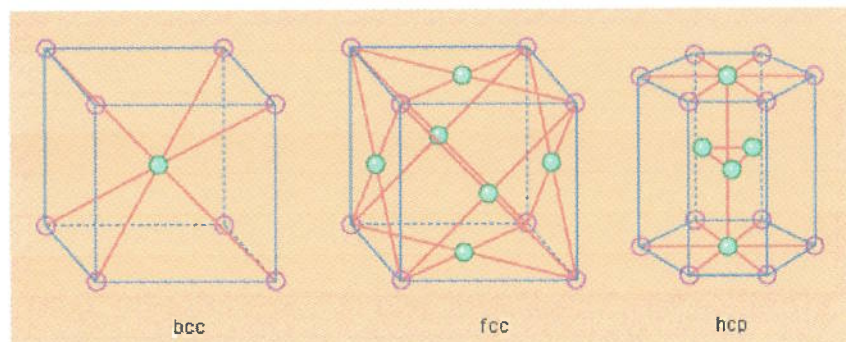


Figura 2-4

Fuente: Enciclopedia Británica. Inc.

Figura 2-5: ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN EL CUERPO (bcc)

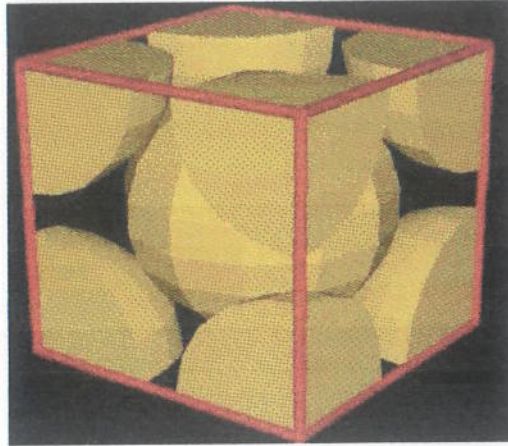


Figura 2-6: ESTRUCTURA CUBICA CENTRADA EN LAS CARAS (fcc)

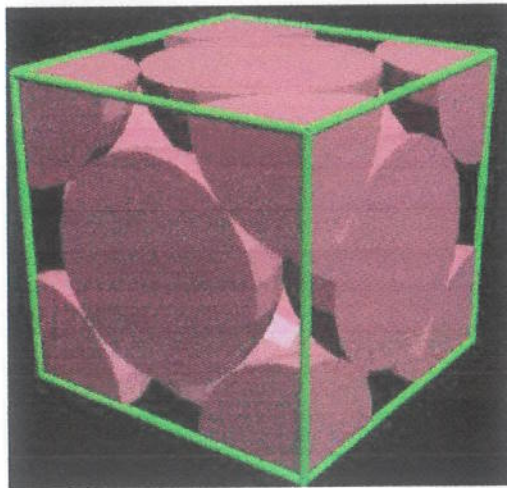
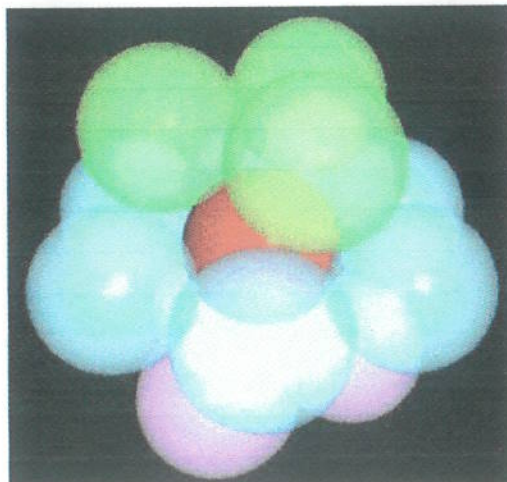


FIGURA 2-7: ESTRUCTURA HEXAGONAL COMPACTA (hcp)



2.1.6 Distancias interatómicas en los cristales

En cristalografía se denomina direcciones compactas a las que pasan por los centros de los átomos vecinos de un cristal que están a la mínima distancia.

Si designamos por a el parámetro fundamental del cristal, o sea, la arista del cubo en la red cúbica y el lado de los hexágonos de las bases en la red hexagonal compacta, las distancias interatómicas en estas tres redes serán:

En la red cúbica centrada en el cuerpo, las direcciones compactas son las diagonales del cubo, y por tanto, las distancias entre los centros de los átomos de la diagonal en función del parámetro d será la siguiente:

$$d = \frac{a\sqrt{3}}{2}$$

En la red cúbica centrada en las caras, las direcciones compactas son las diagonales de las caras, y las distancias entre los centros de los átomos serán:

$$d = \frac{a\sqrt{2}}{2}$$

En la red hexagonal compacta, son direcciones compactas las diagonales de los hexágonos. La distancia interatómica es igual al parámetro a .

Las distancias interatómicas están, por tanto, todas relacionadas con el parámetro fundamental, cuyas dimensiones reales son del orden de los 10^{-10} m. El cobre, por ejemplo, tiene un parámetro de 2.55×10^{-10} m.

Se debe aclarar, que las distancias interatómicas y su situación relativa es solamente una media, pues los átomos están en constante agitación alrededor de las posiciones en que los hemos supuesto, siendo la amplitud de la vibración aproximadamente un 10 por ciento de la distancia de dos átomos vecinos. Y además la distancia interatómica crece al aumentar la temperatura del metal.

2.1.7 Diámetros atómicos

Se denomina corrientemente diámetros atómicos a los diámetros de unas esferas ideales que son tangentes en las direcciones compactas.

El diámetro atómico tiene mucha importancia en el estudio de las aleaciones, en las que pueden verificarse sustituciones en los cristales de átomos de un elemento por los de otro.

Hay que tener bien presente que los diámetros atómicos cristalográficos no tienen ninguna relación con el diámetro atómico real, y además no es una magnitud constante, ya que depende del sistema que cristalice el elemento. Así, por ejemplo, el diámetro atómico del cromo, que cristaliza en la red cúbica centrada, es distinto del que tiene cuando sustituye a un átomo de níquel en el cristal de una

aleación de estos dos metales, ya que el níquel cristaliza en la red cúbica centrada en las caras.

Por eso los diámetros atómicos se refieren todos al mismo número de coordinación, que generalmente es 12.

2.1.8 Alotropía

Hay algunos metales que presentan cambios de estructura al pasar por determinadas temperaturas, que se denominan puntos críticos.

A este fenómeno de cambios de estructura se le denomina alotropía, y a las variedades cristalinas de un mismo elemento, estados alotrópicos.

El hierro, por ejemplo, desde los 1400° hasta los 910° cristaliza en la red cúbica centrada en las caras. Y desde los 910° a la temperatura de ambiente, en la red cúbica centrada en el cuerpo.

Se ha convenido en designar por α , β , γ , ..., a los distintos estados alotrópicos de los metales en el orden de las temperaturas crecientes a las que se hacen estables. Es decir, que la forma más estable a más baja temperatura será la α , la siguiente la β , etc.

2.2 El Cobre

2.2.1 Generalidades

El cobre fue uno de los primeros metales empleados por el hombre, ya que en tiempos remotos debió de existir con relativa abundancia en la naturaleza en estado nativo. Todavía existen cantidades relativamente importantes en América, al Sur del lago Superior, en el Lake Cooper y en Cocoroco (Brasil).

Sin embargo, en la actualidad la casi totalidad de la producción de cobre se obtiene de minerales que lo contienen en forma de:

Sulfuros: Calcopirita, CuFeS_2 (mezclada generalmente con pirita de hierro, FeS_2); y calcosina, Cu_2S .

Óxidos: Cuprita, Cu_2O

Carbonatos: Malaquita, $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$; azurita, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Los minerales más utilizados son los sulfuros, que contienen hierro en gran cantidad y otras impurezas más o menos interesantes de arsénico, antimonio, plomo, bismuto, oro, plata y níquel. La ganga es, generalmente, muy siliciosa.

La obtención del cobre se realiza por dos métodos fundamentales, que se denominan de *vía seca* y *vía húmeda*. La metalurgia del cobre por vía seca es la más utilizada, pero sólo se puede aplicar a minerales con concentración mínima del 10 por ciento del cobre. La vía húmeda se emplea para minerales de

contenido de cobre entre el 3 y el 10 por ciento. Los minerales de contenido de cobre inferior al 3 por ciento, por ahora, no se benefician.

La **metalurgia del cobre por vía seca** se realiza en cuatro fases:

- 1.^a Concentración de mineral por flotación, a fin de eliminar parte de la ganga, y conseguir un porcentaje de cobre de un 25 por ciento, aproximadamente.
- 2.^a Eliminación parcial mínimo del hierro por tostación incompleta, que elimina también parte del azufre en forma de SO_2 , que se utiliza para la fabricación de ácido sulfúrico (H_2SO_4). El hierro se elimina en forma de óxido de hierro. Y queda un producto intermedio denominado *mata*, formado por sulfuros de cobre y de hierro ($\text{XCu}_2\text{S} \cdot \text{YFeS}$).
- 3.^a Oxidación de la mata en convertidores para eliminar el hierro que resta por tostación y reacción, y obtener cobre bruto.
- 4.^a Afino del cobre en horno de reverbero, por oxidación del cobre y reducción después, y finalmente afino al fuego y/o por electrólisis, hasta conseguir una pureza de 99.99 por ciento.

La **metalurgia por vía húmeda** de minerales oxidados de cobre se realiza en las siguientes fases:

- 1.^a Lixiviación, con ácido sulfúrico, de los minerales oxidados o de las cenizas producidas por la tostación de las piritas en la fabricación del ácido sulfúrico, hasta obtener sulfato de cobre (CuSO_4).
- 2.^a Concentración y purificación de la solución de sulfato de cobre obtenida, (pobre en cobre, aproximadamente 1 g/L en CuSO_4), por medio de solventes orgánicos. El proceso de purificación se denomina extracción solvente ó líquido/líquido, (Sx) por las siglas en inglés.
- 3.^a Precipitación electrolítica (electrodeposición), utilizando como ánodo plomo o grafito, con regeneración del ácido sulfúrico para las etapas previas de lixiviación y Sx. (VER ESQUEMA 2 – 1, DEL PROCESO DE METALURGIA POR VÍA HÚMEDA).

2.2.2 Definiciones del cobre

Las nociones sobre la metalurgia del cobre que hemos expuesto son necesarias para comprender las clases de cobre que ordinariamente se encuentran en el mercado.

1. Cobre

Con la denominación de cobre se designa el elemento químico de este nombre, así como los productos metalúrgicos de los que, solamente con el carácter de impurezas, pueden formar parte otros elementos. Se presenta en forma cristalina de cubos centrados en las caras, con un parámetro de red de 3.6078×10^{-8} centímetros, a 20 °C.

ESQUEMA 2 – 1: PROCESO DE METALURGIA POR VÍA HÚMEDA

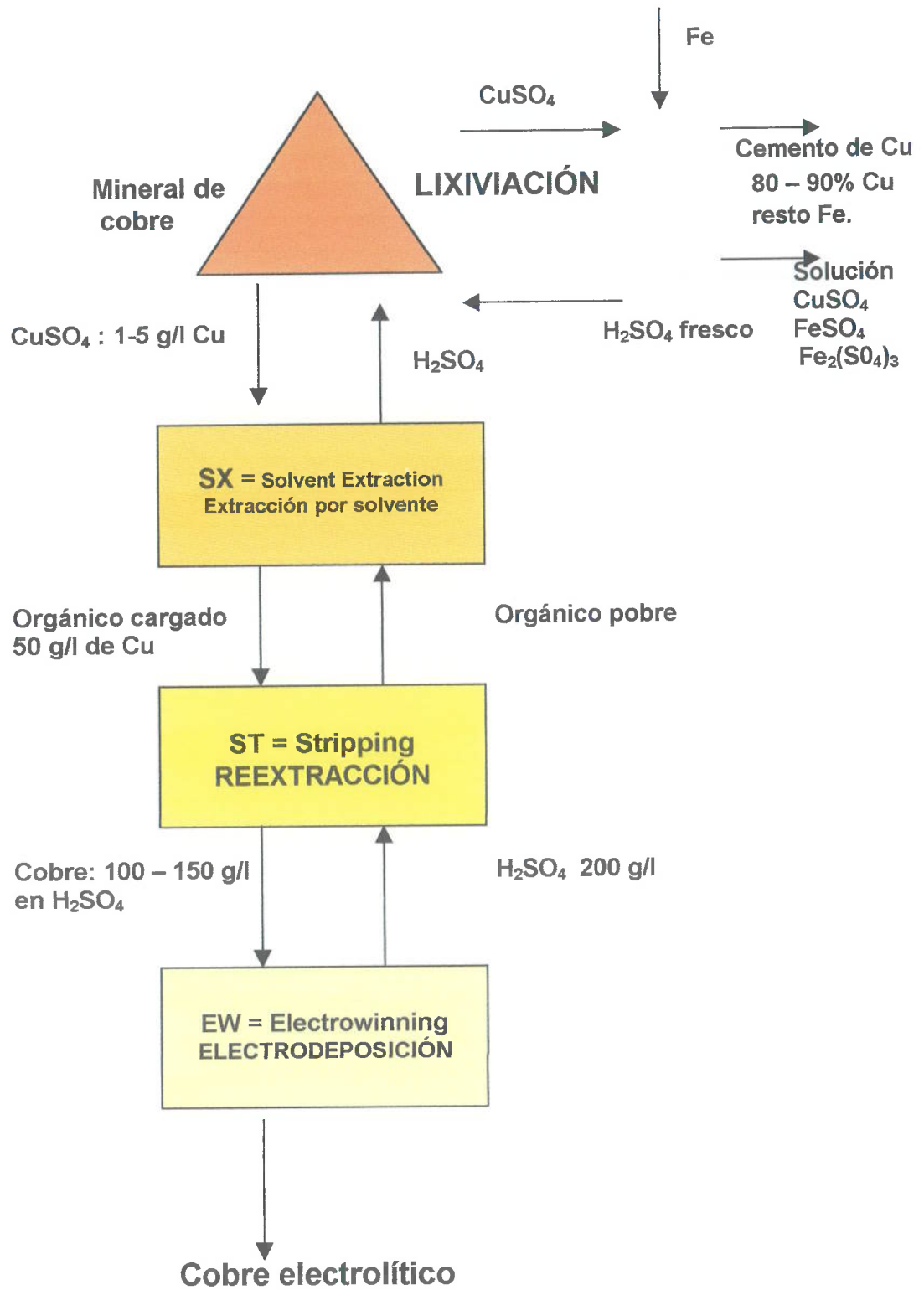
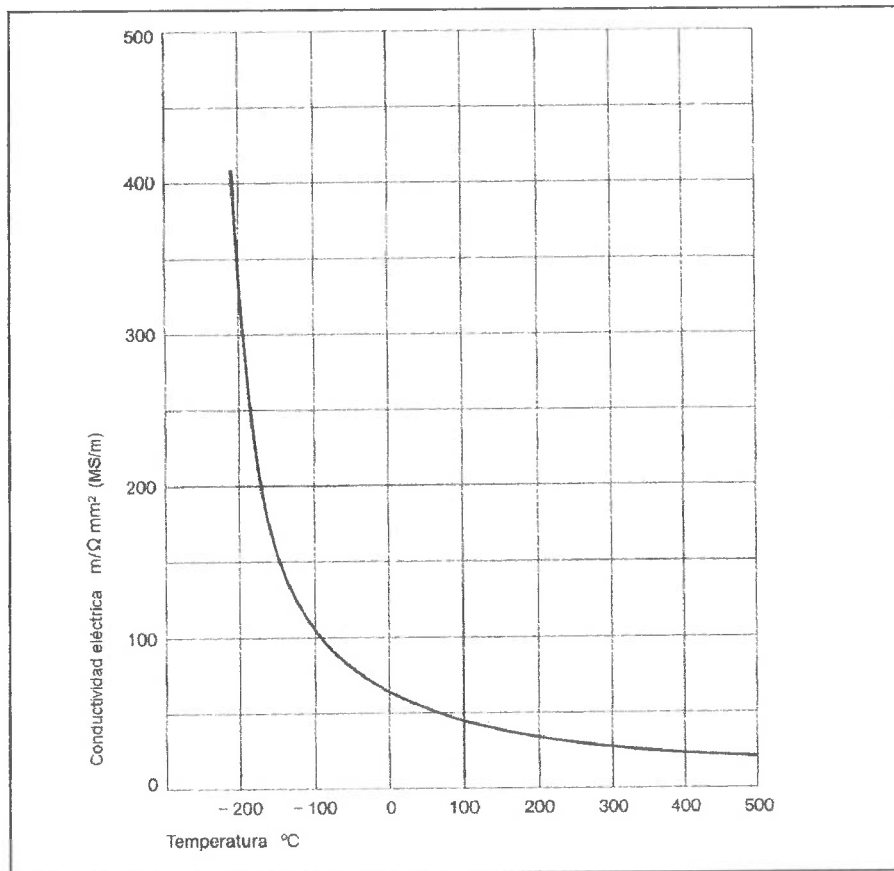


DIAGRAMA 2-1: CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL COBRE PURO



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.
Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

2. Cobre "Blíster" o ampolloso

Es el cobre obtenido industrialmente de los minerales mediante la fusión por mata en hornos y ulterior tratamiento de ella en el convertidor. Contiene burbujas atrapadas de SO_2

3. Cemento de cobre o cobre de cementación

Es el cobre obtenido industrialmente por vía húmeda, de disoluciones acuosas de sales cupríferas (80% de Cu), en las que el hierro sustituye al cobre con precipitación de éste. Necesita fusión con concentrados de cobre.

4. Cobre de afino térmico

Es el obtenido industrialmente por vía seca y en el que se han eliminado las impurezas, en cantidad y calidad, hasta un límite tal que puede considerarse prácticamente puro, llega a una concentración de 99.99% de cobre.

5. Cobre electrolítico

Es el obtenido por electrólisis acuosa y que a un elevado grado de pureza une la condición de una conductividad eléctrica muy alta.

6. Cobre OFHC

El cobre denominado OFHC (Oxygen free high conductivity) es un cobre libre de oxígeno y de alta conductividad eléctrica. Se obtiene refundiendo los cátodos de cobre electrolítico, en hornos eléctricos de inducción en atmósfera inerte (CO, N₂). También se obtiene en horno reverbero con leña verde como desoxidante.

El cobre OFHC, por su bajo contenido de oxígeno, inferior a 0.010 por ciento, es muy dúctil, pero, en cambio, es metalúrgicamente más impuro, pues contiene impurezas que en el cobre electrolítico quedan oxidadas y no afectan a la red cristalina. Por eso el cobre OFHC es de conductividad ligeramente inferior a la del cobre electrolítico.

7. Cobre DHP, DLP

El cobre DHP o cobre desoxidado con alta cantidad de fósforo (0.013% a 0.05%) y cobre DLP o cobre desoxidado con baja cantidad de fósforo (0.005% a 0.012%), son cobres que son utilizados para aplicaciones en los que su uso no necesitan de aplicación eléctrica.

2.2.3 Propiedades del cobre

El cobre es un metal de color rojo más o menos oscuro, pero siempre de agradable aspecto, que lo hace útil para aplicaciones artísticas. Su peso específico es de 8.96. Funde a 1083°C. Su temperatura de ebullición es 2595°C. Es, después de la plata, el mejor conductor de calor y de la electricidad. Por eso se utiliza mucho para la construcción de aparatos y útiles de intercambio de calor y, sobre todo, para la construcción de líneas eléctricas.

PROPIEDADES MECÁNICAS: El cobre es un metal muy dúctil y maleable, pues llega a tener un alargamiento de más de 50 por ciento antes de romperse; pero adquiere gran acritud cuando se deforma en frío, duplicando, como luego veremos, su resistencia mecánica y dureza, y reduciéndose su alargamiento. Este aumento de resistencia que produce la deformación del frío, se utiliza para muchas aplicaciones del cobre; pero, en cambio, tiene el inconveniente de que obliga a recocerlo frecuentemente cuando se lamina o alarga.

El cobre tiene otro inconveniente: embota las limas y desprende con dificultad la viruta en el mecanizado.

PROPIEDADES QUÍMICAS: El agua pura no ataca al cobre a ninguna temperatura, lo que se utiliza para la fabricación de calderas de cobre.

Los agentes atmosféricos forman en su superficie una película verde grisácea compuesta de sulfato de cobre básico, y en las regiones marinas, de cloruro de cobre y, a veces, carbonato, que reduce el progreso de la oxidación de 0.5 a 1.0 milésimas de milímetro por año.

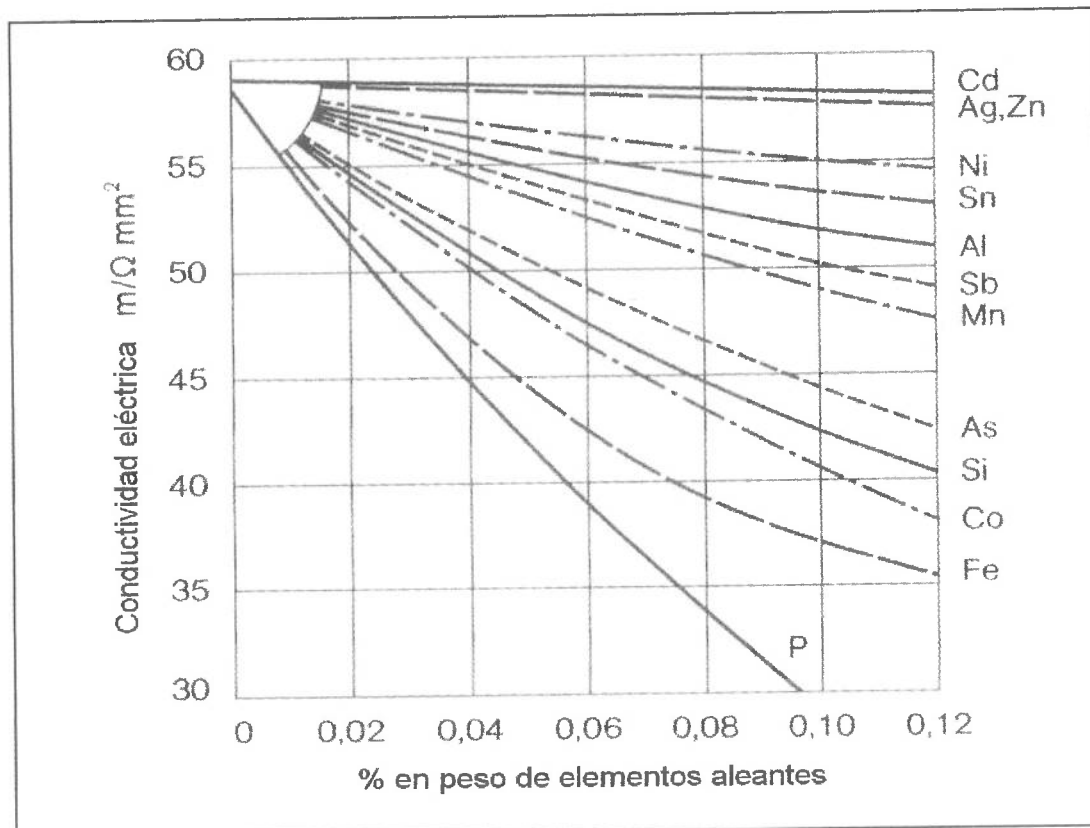
Al calentar el cobre se forma, a los 120°C, una película rojiza de Cu₂O, que más tarde se convierte en negruzca al formarse CuO. A partir de los 500°C, el cobre se oxida rápidamente en toda su masa.

El cobre se alea fácilmente con el oro, plata, estaño, cinc y níquel, pero difícilmente con el plomo y hierro.

2.2.4 Influencia de las impurezas sobre las propiedades del cobre

Las impurezas en general disminuyen la conductividad eléctrica del cobre. (Ver Diagrama 2 – 2).

DIAGRAMA 2-2: EFECTO DE LOS ALEANTES EN LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL COBRE.



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Sobre las propiedades mecánicas, la influencia de las impurezas varía según el elemento y la proporción en que se encuentre:

El *antimonio* hace al cobre quebradizo en caliente. No debe exceder del 0.05 por ciento.

El *arsénico*, hasta un 0.12 por ciento, neutraliza el efecto perjudicial de las demás impurezas. El cobre para cajas de fuego contiene hasta el 0.45 por ciento de arsénico.

El *azufre*, hasta un 0.1 por ciento, no perjudica sensiblemente las propiedades mecánicas del cobre. En mayores proporciones lo hace frágil en caliente.

El *bismuto* es insoluble en el cobre y se concentra, por tanto, en los bordes de los granos. A partir del 0.05 por ciento, en frío. No debe exceder su contenido en el cobre de 0.006 por ciento.

El *cadmio* eleva la resistencia mecánica del cobre estirado en frío, pudiendo contener sin inconveniente del 0.08 al 0.1 por ciento.

El *romo* mejora las propiedades mecánicas del cobre y se adiciona voluntariamente hasta el 0.5 por ciento.

El *estaño* disminuye la ductibilidad del cobre en frío, y en pequeñas cantidades, hasta el 0.2 por ciento, facilita el laminado en caliente.

El *fósforo* se adiciona al cobre en forma de cuprofósforo al 15 por ciento de P, para desoxidarlo. Con porcentajes de 0.02 a 0.04 por ciento del fósforo, el cobre queda totalmente desoxidado, con la consiguiente mejora de sus propiedades mecánicas. Pero en porcentajes mayores disminuye mucho la conductividad eléctrica, la tenacidad y la ductibilidad del cobre.

El *Hidrógeno*: Al recocer el cobre en atmósfera reductora, y por tanto en presencia de hidrógeno, gas alumbrado o vapor de agua, reacciona el hidrógeno con el óxido de cobre y quedan bolsas de vapor de agua aprisionada en la masa del cobre.



Al seguir elevando la temperatura, se eleva también la presión del vapor de agua, hasta que se producen grietas por donde expansionarse.

Este fenómeno se ha denominado "*enfermedad del hidrógeno*" y se evita controlando el carácter de la llama que calienta al cobre, que no debe ser reductora; o no exponiendo el material a la acción directa de la llama. En cualquier caso, se reducirá mucho la posibilidad de este defecto no rebasando la temperatura de 500°C.



Microestructura del cobre electrolítico (ETP) destruída por acción del hidrógeno.



Microestructura del cobre desoxidado (DHP) inerte a la acción del hidrógeno.

FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

El *hierro* actúa como desoxidante, elevando la resistencia a la tracción y disminuyendo el alargamiento.

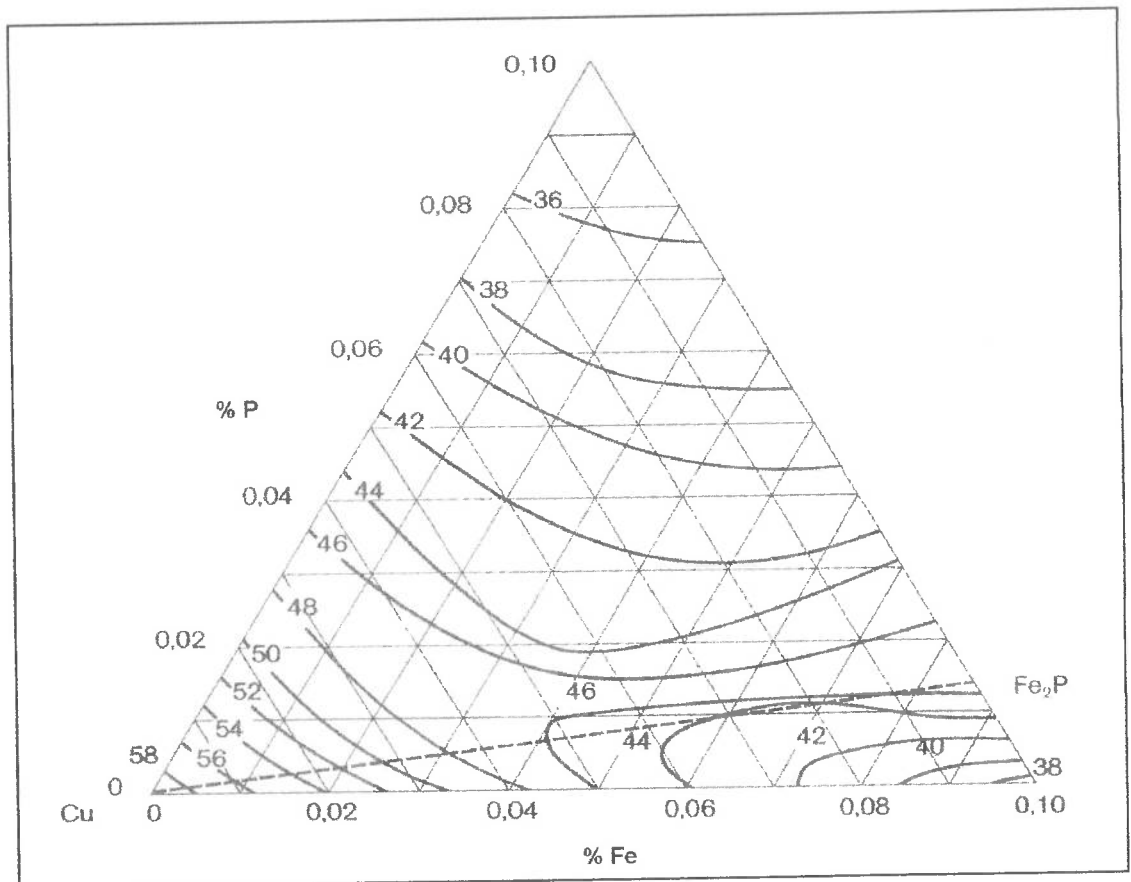
El *níquel* eleva la resistencia del cobre, pero disminuye su ductilidad, por lo que no debe pasar del 0.4 por ciento.

El *silicio*, que se emplea a veces como desoxidante, disminuye mucho la conductividad eléctrica del cobre.

El *oxígeno*. La solubilidad del oxígeno en el cobre no llega al 0.997 por ciento a 300°C, por lo que puede considerarse prácticamente como insoluble. Generalmente se encuentra el oxígeno en el cobre formando el óxido de cobre (Cu_2O), que es insoluble en el cobre y queda en las juntas intergranulares o en la masa del cobre, formando oclusiones, lo que disminuye su ductilidad en caliente. Sin embargo, el oxígeno, en una proporción del 0.02 al 0.08 por ciento, no sólo no perjudica, sino que mejora algo las propiedades del cobre al disminuir, por oxidación de las demás impurezas, la influencia perjudicial de éstas.

El *plomo* es prácticamente insoluble en el cobre a la temperatura ambiente, y queda emulsionado en la masa del metal. Hasta el 0.2 por ciento, su acción es favorable para algunas aplicaciones del cobre, como para la fabricación de chapas finas, para el estampado en frío. Pero a partir de porcentajes de plomo de 0.2 por ciento, el cobre se vuelve frágil a temperaturas superiores de 327°C, que son las de fusión del plomo.

DIAGRAMA 2- 3: Efecto combinado de Fe y P en la conductividad eléctrica.



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

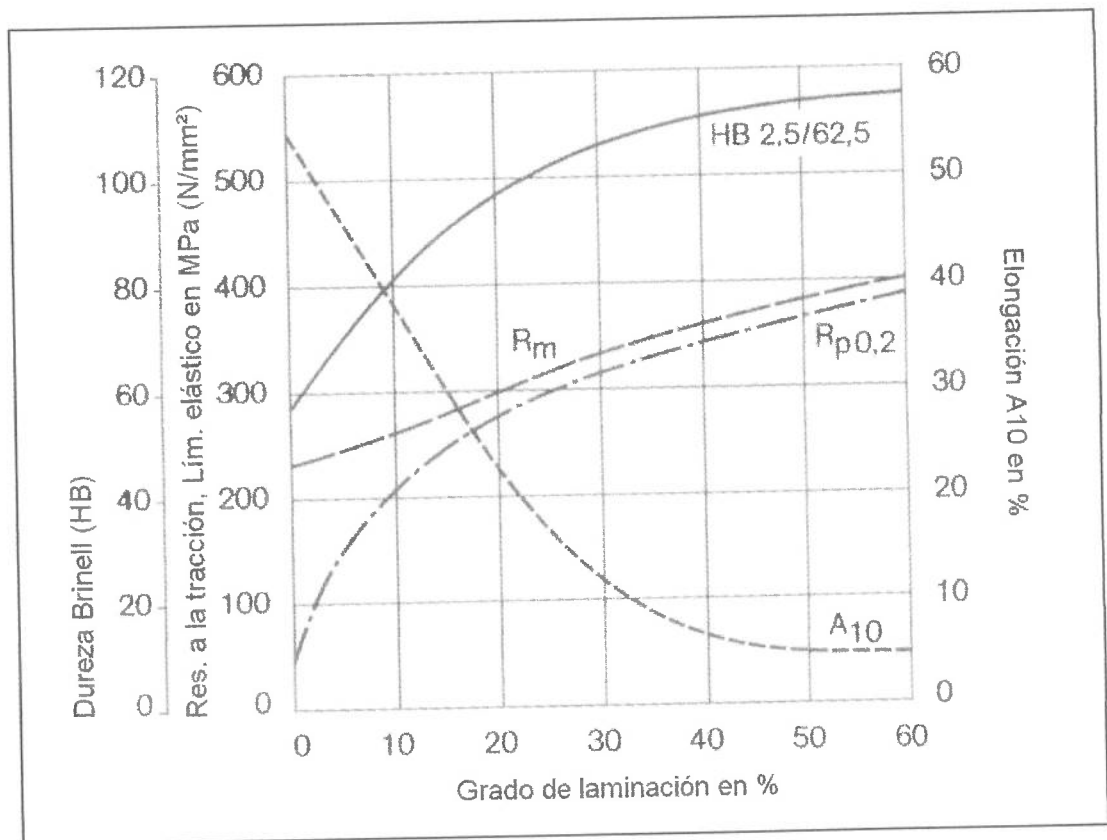
Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

2.2.5 Tratamientos del cobre

El cobre puede ser sometido a tratamientos mecánicos y a recocidos de estabilización y contra acritud.

Tratamientos Mecánicos: El cobre forjado, laminado o trefilado en frío adquiere una gran acritud que eleva su resistencia mecánica y su dureza y disminuye su alargamiento. (Ver Diagrama 2 – 4).

DIAGRAMA 2-4: ENDURECIMIENTO POR DEFORMACIÓN EN FRÍO.



NOTA: $R_{p0,2}$ = Límite elástico

R_m = Resistencia a la tensión

A_{10} = Alargamiento

FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Para una misma reducción de sección, el endurecimiento es mayor trefilado que laminado, llegando a obtenerse resistencias a la tracción de 590-600 MPa, en hilos de 0.1 mm de diámetro.

Recocido de Estabilización: Tiene por objeto eliminar tensiones residuales producidas en el mecanizado, deformación en frío o en el moldeo de piezas complicadas, sin afectar sus características mecánicas. Se realiza a 150°C a 325°C, durante una a dos horas, enfriando después al aire.

Recocido contra Acritud: Tiene por objeto ablandar el cobre con acritud que ha sido endurecido por trabajos mecánicos en frío (forja, laminado o trefilado), y depende del grado de deformación previo.

Se realiza de 352° a 650°, debiendo permanecer el material a la temperatura de recocido, de una a dos horas. Se recomienda no rebasar los 650°C, pues a partir de esta temperatura aumenta el tamaño del grano, lo que, si bien no influye mucho en la resistencia mecánica, disminuye bastante la ductilidad del metal.

(Ver Diagrama 2 – 5 y Diagrama 2 – 6)

2.2.6 Aplicaciones del cobre

El cobre tiene una amplia gama de aplicaciones debido a su elevada conductividad eléctrica y calorífica, su resistencia a la corrosión, su ductibilidad y su color.

Por su conductividad eléctrica, se utiliza mucho para la fabricación de conductores, utilizándose en esta aplicación más de la mitad de su producción mundial.

Por su conductividad calorífica se utiliza para la construcción de serpentines de refrigeración, cajas de fuego para las locomotoras, hornos de baño, etc.

Por su resistencia a la corrosión, se emplea mucho en la construcción de recipientes y tuberías (gas, líquidos) para la industria química y usos domésticos.

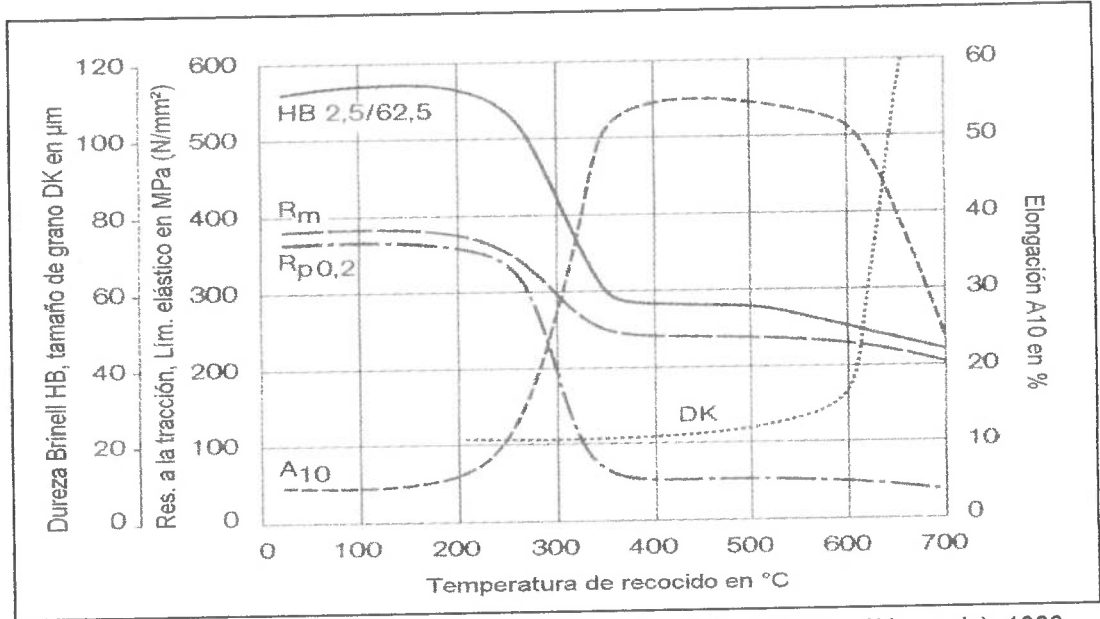
Por su ductilidad y su color, se emplea para trabajos artísticos.

Además, el cobre se emplea para el cobreado electrolítico (necesario antes de niquelado, cromado) de numerosos artículos.

Y, también, una parte considerable de la producción de cobre se destina a las aleaciones con cinc (latones), estaño (bronces) y muchos otros metales, con los que forma aleaciones de enorme importancia industrial.

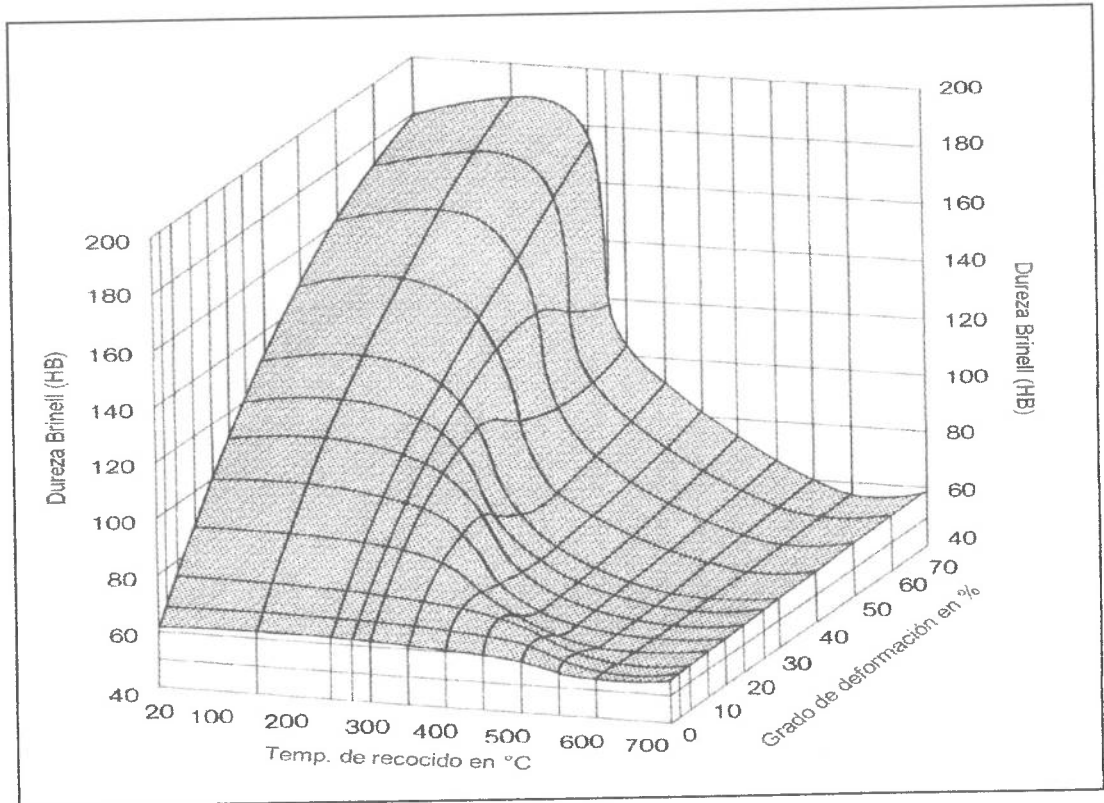
En el capítulo 4 del presente trabajo referente a usos del cobre, se dará una mayor información al respecto.

DIAGRAMA 2-5: RECUPERACIÓN DEL ESTADO INICIAL POR RECOCIDO



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.
 Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

DIAGRAMA 2-6: INFLUENCIA DEL GRADO DE DEFORMACIÓN EN EL RECOCIDO



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.
 Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Grafico 2-1: Producción mundial de cobre

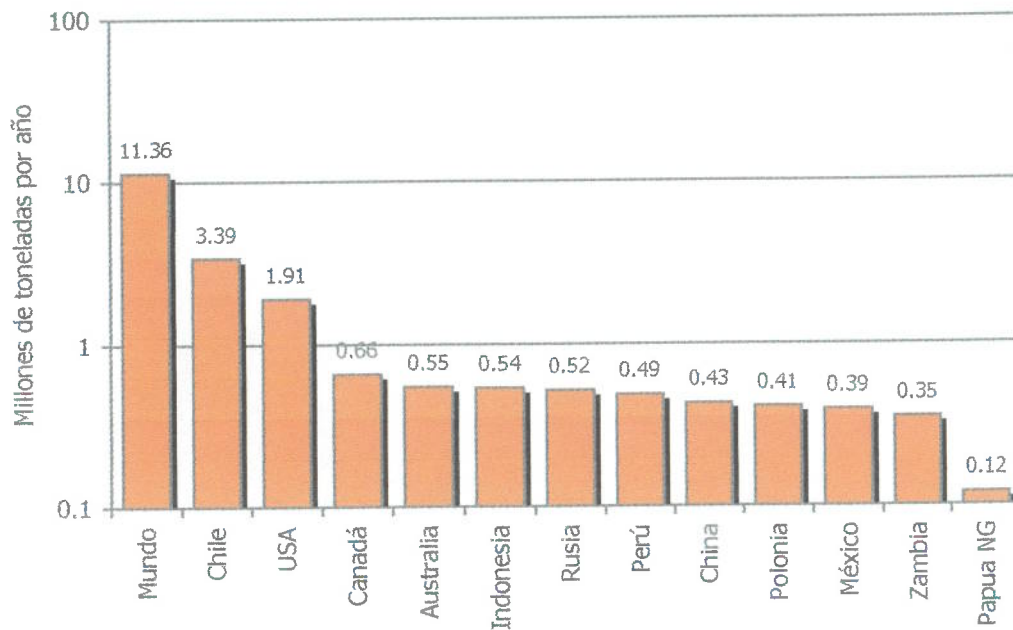
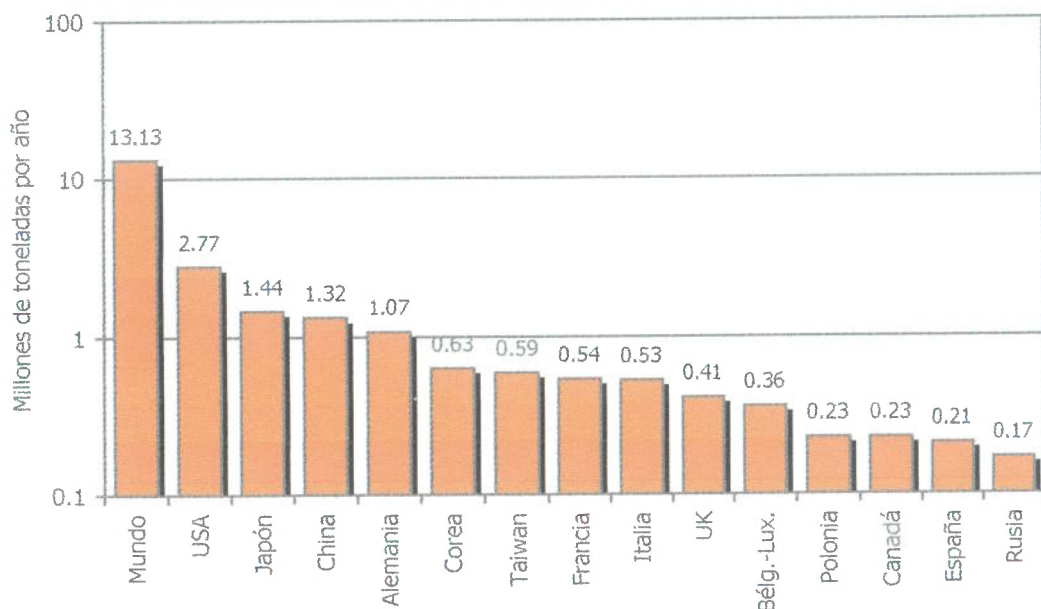


Grafico 2-2: Consumo mundial de cobre



FUENTE: Curso "Materiales de Ingeniería". FII. Universidad de Lima. Enero 2001

Elaborado: Dr. – Ing. George Power Porto. Catedrático del curso

CUADRO N° 2-1

CONSTANTES DEL COBRE

Símbolo	Cu
Número atómico	29
Masa atómica	63,54 U.M.A
Cristaliza en la red cúbica centrada en las caras	$a = 0.3615 \text{ nm}$
Densidad	$8,96 \text{ g/cm}^3$
Conductividad eléctrica absoluta	58 MS/m
Resistividad eléctrica	$1.759 \text{ microohm-cm}^2/\text{cm}$
Conductividad térmica a 0°C	287 – 357 W/mK
Coefficiente de dilatación lineal de 20 a 100°C	$16,8 \times 10^{-6} \times \text{°C}$
Punto de fusión	$1.083 \pm 1 \text{ °C}$
Calor latente de fusión	211.72 kJ/ kg
Calor específico medio	0.385 J/g°C
Punto de ebullición	2.595 °C
Equivalente electroquímico	1,186 g / A
Módulo de elasticidad Normal – Young	$12.45 \times 10^3 \text{ kgf / mm}^2$
Resistencia a la tracción, fundido	147 – 196 MPa
Resistencia a la tracción, recocido	225 – 226 MPa
Resistencia a la tracción, laminado	382 – 383 MPa
Dureza fundido	40 HB
Dureza recocido	40 HB
Dureza laminado	190 HB
Alargamiento, fundido	20%
Alargamiento, recocido	35%
Alargamiento, laminado	10%
Recocido	50%
Contracción en la solidificación	4,10%

2.3 Los Latones

2.3.1 Definiciones

Los latones son aleaciones de cobre hasta 40% de Zn, por lo general, pues a partir de este porcentaje aparece una fase más rica en Zn y las aleaciones resultan frágiles.

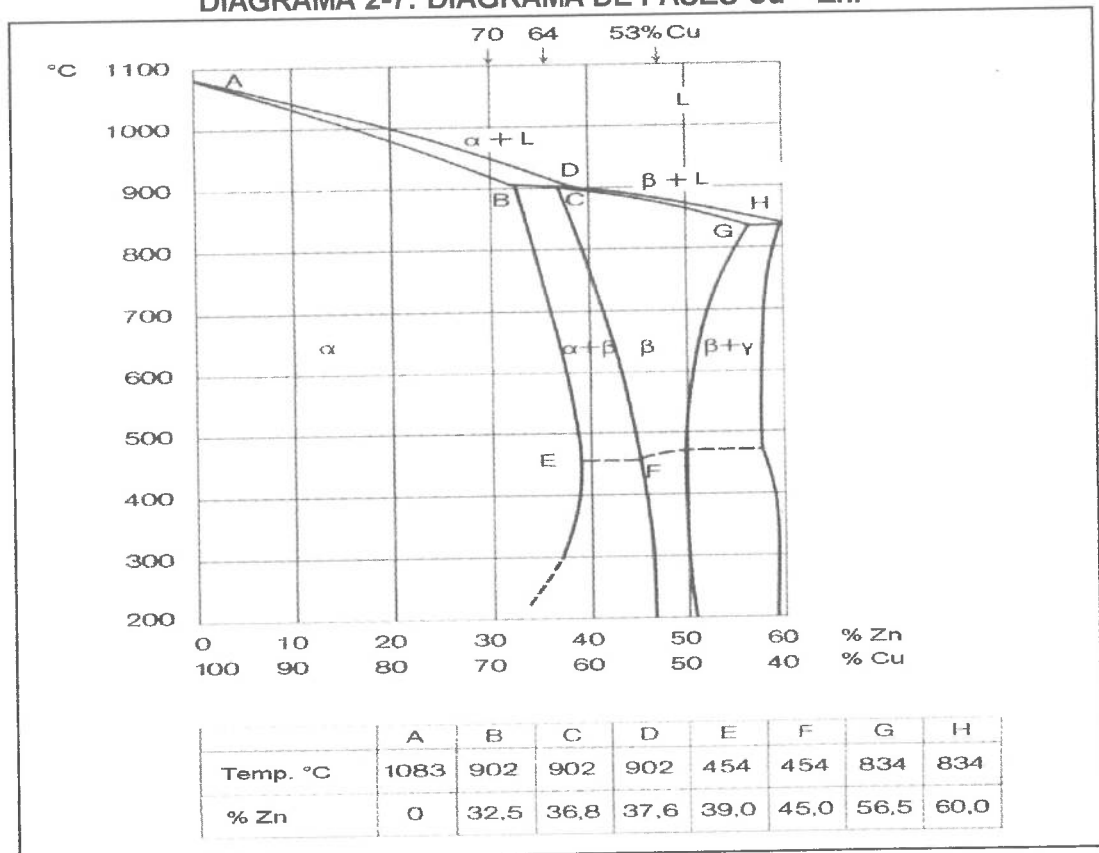
En el diagrama 2 – 7, diagrama de fases Cu – Zn; están presentes las siguientes fases principales:

Solución sólida α de cinc en el cobre de carácter metálico, que cristaliza en el sistema cúbico centrado en las caras. Es maleable, con un máximo de 39% de Zn.

Solución sólida β de cinc de cobre, también de carácter metálico, que cristaliza en el sistema cúbico centrado en el cuerpo. Es maleable, pero más duro que la α .

La fase γ de carácter no metálico, con una estructura de cristales gigantes multiatómicos formados por cincuenta y dos átomos. Este constituyente es frágil y muy duro. No tienen ningún interés desde el punto de vista industrial. Por ello, aleaciones de más de 50% de cinc, no se toman en cuenta para la industria.

DIAGRAMA 2-7: DIAGRAMA DE FASES Cu – Zn.



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Las aleaciones de porcentaje de cinc comprendido entre 0 y 33 %, aproximadamente, inician su solidificación al descender su temperatura de la línea de líquido, con la formación de cristales α hasta que, al llegar a la línea de sólido, toda la aleación queda solidificada en forma de solución sólida α , no habiendo variación de fases a partir de estas temperaturas.

Las aleaciones de porcentajes de cinc comprendidos entre el 33 y el 37 %, aproximadamente, al descender su temperatura a los 903°C se produce una reacción entre el líquido y los cristales α , formándose cristales β , quedando finalmente, la aleación de constitución $\alpha + \beta$.

Las aleaciones de porcentajes de cinc comprendidos entre el 37 y el 57 %, aproximadamente, inician la solidificación con la formación de cristales β en α , quedando finalmente las aleaciones de porcentajes comprendidos entre el 35 al 45.7% de cinc, constituidas por cristales $\alpha + \beta$.

Al seguir enfriando estas aleaciones se observa que al descender la temperatura de 454°C, la fase β , que se diferencia de la anterior en que tiene los átomos colocados ordenadamente en la estructura atómica de los átomos del disolvente, y, en cambio, la β los tiene colocados desordenadamente.

En las aleaciones de más de 50% de cinc se forma el constituyente γ , que es muy duro y frágil, por lo que estas aleaciones no tienen interés desde el punto de vista industrial.

Todas estas particularidades deben ser bien tenidas en cuenta para comprender el fundamento de los tratamientos térmicos de latones, que están basados en las transformaciones que experimentan los constituyentes citados en los calentamientos y enfriamientos.

2.3.2 Propiedades de los latones industriales

Los latones industriales con porcentajes de cinc inferiores al 40% presentan las propiedades esenciales del cobre con un precio inferior y una mayor facilidad para su trabajo, puesto que el cinc aumenta su fusibilidad, su facilidad de moldeo y también su resistencia mecánica.

El color de los latones varía con el porcentaje de cobre (ver cuadro N°2-2), desde un gris oscuro hasta un rojo amarillento. También el peso específico depende del porcentaje de aleación, y las demás propiedades físicas, como dilatación térmica, conductividad calorífica, etc.

El latón es menos resistente que el cobre a la acción de los agentes atmosféricos. Pero resiste perfectamente el agua y el vapor recalentado, sobre todo el latón con constituyente α . También resiste bastante bien la acción del agua del mar. En cambio, resiste mal la acción de los ácidos sulfúrico y clorhídrico.

Las propiedades mecánicas de los latones varían según el porcentaje de aleación y también según el estado mecánico en que se encuentren, pues los latones deformados en frío, igual que ocurre con el cobre, son mucho más resistentes que los latones recocidos.

CUADRO N° 2 – 2
COLOR DE LOS LATONES SEGÚN SU COMPOSICIÓN

16 a 19 % de cobre – 84 a 81% de cinc	gris oscuro
19 a 26 % de cobre – 81 a 74% de cinc	gris ceniciento
26 a 27 % de cobre – 74 a 73% de cinc	gris sucio
27 a 28 % de cobre – 73 a 72% de cinc.....	gris
28 a 30 % de cobre – 72 a 70% de cinc.....	gris claro
30 a 32 % de cobre – 70 a 68% de cinc	blanco plateado
32 a 50 % de cobre – 68 a 50% de cinc	amarillo oscuro
50 a 66 % de cobre – 50 a 34% de cinc	amarillo fuerte
66 a 75 % de cobre – 44 a 25% de cinc	amarillo pálido
75 a 86 % de cobre – 25 a 14% de cinc	amarillo rojizo
86 a 98 % de cobre – 14 a 2% de cinc	rojo amarillento

FUENTE: Tecnología de los Materiales Industriales. Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban

Cabe recalcar que para fines de uso industrial se emplean aleaciones de amarillo fuerte hasta rojo amarillento, cabe anotar cobre con un contenido de 2% hasta 40% de cinc. Pero con fines ilustrativos se ha visto conveniente colocar toda la escala de colores que aparecen en la fuente del Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban.

Influencia de las impurezas de los Latones.- Se consideran elementos que benefician las propiedades mecánicas de los latones: el aluminio, el estaño, el hierro y el níquel.

Y perjudiciales, el antimonio, arsénico, azufre, bismuto, cadmio, fósforo, magnesio y silicio.

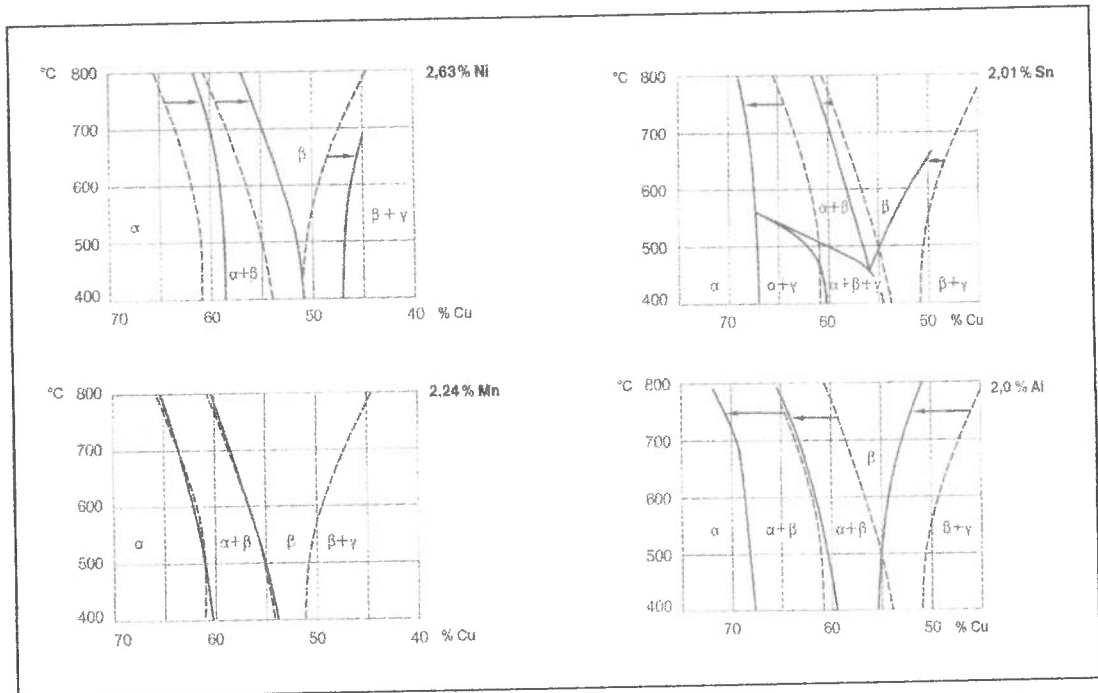
Favorecen la resistencia a la corrosión el aluminio, el estaño y el níquel.

La influencia de los elementos citados no es siempre beneficiosa o perjudicial, sino que depende de sus porcentajes en la aleación y de la presencia de otros elementos que modifiquen su influencia.

Así, por ejemplo, el arsénico, en proporciones inferiores del 0.01% al 0.02%, favorece la corrosión. En cambio, en mayores proporciones impide el descincado del latón y, por tanto, contribuye a evitar su corrosión.

(Ver Diagramas 2 – 8 y Diagramas 2 – 9)

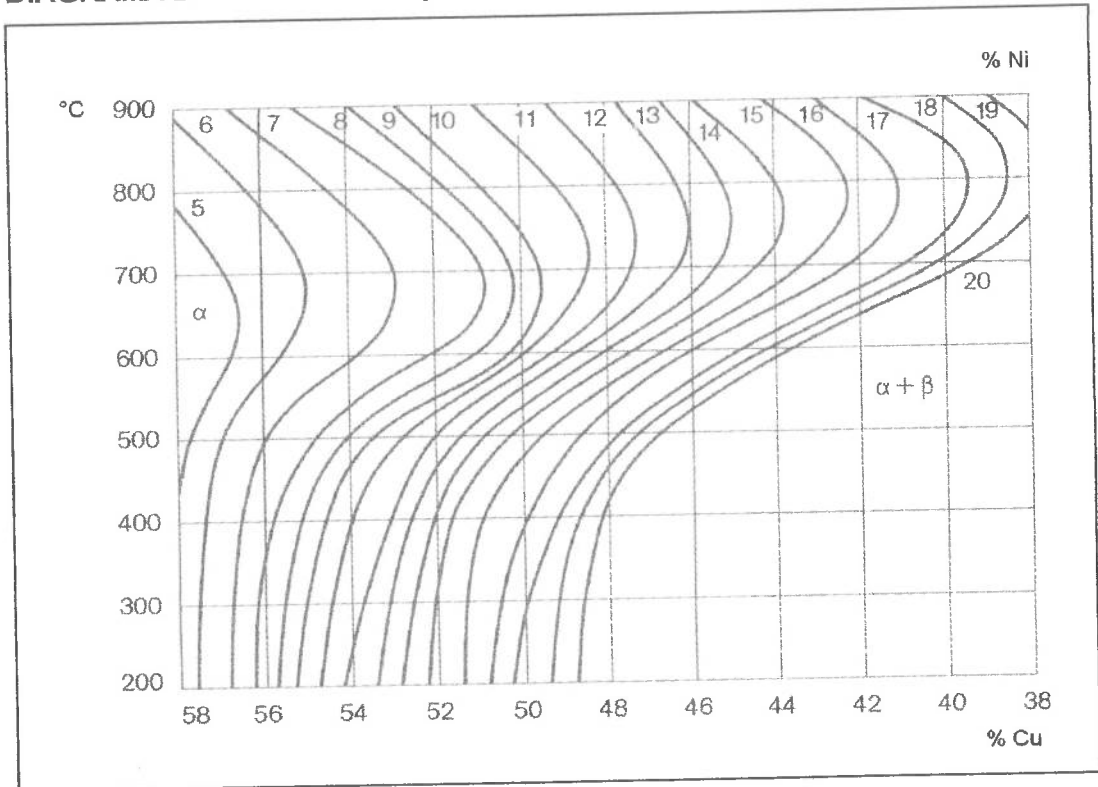
DIAGRAMA 2-8: EFECTO DE OTROS ALEANTES EN EL SISTEMA Cu – Zn.



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

DIAGRAMA 2-9: Efecto del níquel en el límite de fases $\alpha / \alpha+\beta$



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

2.3.3 Clases de Latones

Fundamentalmente, los latones pueden dividirse en dos clases: los *latones ordinarios*, compuestos sólo de cobre y cinc, y los *latones especiales*, que contienen, además, otros elementos de aleación.

2.3.4 Latones Ordinarios

De los latones ordinarios hay dos grupos: los *latones para fundir*, que contienen pequeños porcentajes de otros elementos para facilitar su fusibilidad y moldeabilidad, y los *latones para forja*, que tienen mejores propiedades mecánicas.

Los *latones para forja*, que son los más importantes, se suelen clasificar técnicamente en dos clases, según el principal constituyente, que los forma, en *latones α* y *latones $\alpha + \beta$* .

De los *latones α* hay dos grupos diferenciados exteriormente por su color: los *latones rojos* y los *latones amarillos*.

LATONES ROJOS

Los *latones rojos* tienen distintas propiedades y denominación según el porcentaje de cinc que contienen, y así se distinguen:

Metal para dorar, de 5% de cinc, se utiliza para imitar el oro en joyería.

Bronce comercial, de 10% de cinc, se utiliza también en joyería y en decoración para imitar al verdadero bronce.

Latón semirrojo, denominado semi – Tombak, de 15% de cinc, se utiliza para la construcción de radiadores de automóviles.

Latón bajo, denominado Tombak, de 20 % de cinc, que se emplea para la construcción de tubos flexibles.

LATONES AMARILLOS

Los *latones amarillos* tienen del 25% al 35% de Zn. Así tenemos:

Latón de muelles, de 25% de cinc, que se emplea para la fabricación de muelles y resortes.

Latón de cartuchería, de 30% de cinc. Son los más dúctiles de todos los latones y por eso se utilizan en trabajos de embutición profunda y estampado, etc., entre los cuales se encuentra la fabricación de vainas para cartuchos, de cuya aplicación le viene el nombre.

Latones altos, de 35% de cinc, que se utilizan para la fabricación de agujas.

Latones ALFA más BETA (metal Muntz)

Cuando el contenido de cinc del latón está comprendido entre 36 y 42 % de su constitución, es $\alpha + \beta$ a la temperatura ordinaria. Estos latones son menos dúctiles que los anteriores, por lo que no se laminan en frío, pues su constituyente β es

muy duro. Sus características son similares a las de un acero suave al carbono, ya que su resistencia es de 35 a 42 kg-f por mm² y su alargamiento del 15% al 30%.

2.3.5 Tratamiento de los latones ordinarios

Los latones ordinarios pueden someterse a tratamientos mecánicos y térmicos, entre los que se encuentran los recocidos de estabilización, contra acritud y de homogeneización y el temple, que según la clase de latón es temple de precipitación, como el de las aleaciones de aluminio, o temple martensítico, como el del acero. Ambos temples tienen como tratamientos complementarios la maduración artificial, el temple de precipitación y el revenido, el temple martensítico.

RECOCIDOS DE LOS LATONES

El *recocido de estabilización* tiene por objeto eliminar tensiones residuales y se realiza a temperaturas aproximadamente iguales a las del cobre, entre los 150°C y 300°C, con permanencias de una a dos horas y enfriamiento al aire.

El *recocido contra acritud* tiene por objeto ablandar el material endurecido por deformación en frío. Se realiza a temperaturas comprendidas entre 450°C y 675°C, según el porcentaje de cinc, con permanencia de una a dos horas y enfriamiento al aire.

Este tratamiento se aplica exclusivamente a los latones α , pues los latones $\alpha + \beta$ no se deforman en frío.

El *recocido de homogeneización* para uniformar la composición química y estructura se realiza a temperaturas comprendidas entre 700°C y 800°C durante dos a tres horas, con enfriamiento lento.

Este tratamiento anula el efecto de todos los demás tratamientos que haya sufrido el material, por lo que puede considerarse como un recocido de regeneración.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS LATONES

A diferencia de las aleaciones Fe – C, los latones no se pueden endurecer significativamente por tratamiento térmico. Por lo cual el autor debe referirse al temple a un endurecimiento en frío, quiere decir endurecimiento por forja.

El *temple de precipitación* se realiza con los latones de 30% a 37% de cinc, o sea, con los latones amarillos. Está basado, en el cambio de la solubilidad del cinc en el cobre.

Las temperaturas de temple son parecidas a las del recocido de homogeneización de 700°C a 800°C. Las permanencias a estas temperaturas dependen del espesor de las piezas y de la composición de los latones. El enfriamiento debe ser en agua, salvo en piezas muy delgadas que pueden enfriarse en aceite.

El *temple martensítico* (el término martensítico está mal empleado para el caso de los latones ya que solo se habla de temple martensítico en el caso de las aleaciones Fe – C) se realiza con los latones $\alpha + \beta$, que al enfriarlos bruscamente desde las temperaturas de temple similares a las del recocido de

homogeneización (700°C a 800°C) quedan constituidos por las soluciones $\alpha + \beta'$ en lugar de las $\alpha + \beta$.

Esta constitución anormal endurece el material, que puede revenirse para disminuir su dureza mejorando su tenacidad como se hacía con los aceros templados.

NOTA: Existe una discrepancia con el autor debido a que los términos de temple, temple martensítico solamente se dá en las aleaciones Fe – C, por lo que el autor debe referirse a un caso particular no explicado para el caso de los latones. De cualquier modo se puede consultar la fuente, Tecnología de los Materiales Industriales, Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban, Capítulo XLIV – EL COBRE Y LOS LATONES. Página 651, para mayores referencias.

2.3.6 Latones especiales

Estos latones son generalmente ternarios de cobre y cinc y otros elementos como aluminio, níquel, plomo, silicio y berilio, etc.

La fabricación de los latones especiales o aleados se inició con la esperanza de obtener latones de características análogas a los bronce, ya que por estar los bronce formados por cobre y estaño y siendo el estaño un metal caro y difícil de obtener, resultan los bronce de más alto precio que los latones.

El inconveniente de los latones especiales es que su fabricación es muy delicada, y exige un control técnico muy riguroso apoyado por un laboratorio bien equipado.

Los principales latones especiales son los latones al aluminio, los latones al hierro, los latones al plomo, los latones al manganeso, los latones al estaño, los latones al silicio, los latones al cadmio y los latones complejos de varios elementos de acción.

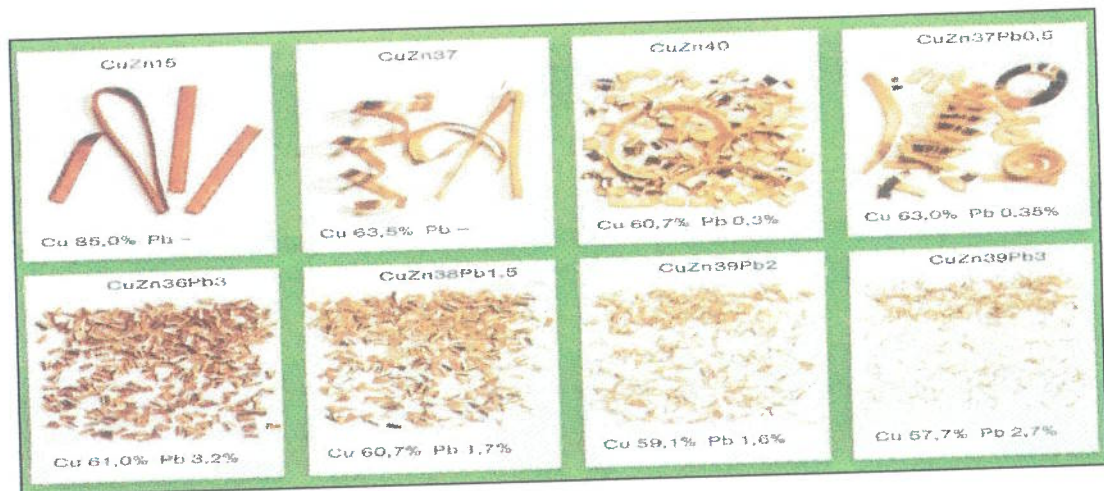
Latones al aluminio: La aleación de aluminio aumenta la resistencia mecánica y la resistencia a la corrosión de los latones más que ningún otro elemento de aleación.

Latones al hierro: La aleación del hierro desplaza la divisoria de la zona de porcentajes de los latones α y $\alpha + \beta$ a proporciones más bajas en cobre. En general, el hierro mejora notablemente la dureza de los latones y también, aunque en menor proporción, la resistencia a la tracción. El porcentaje de aleación de hierro no pasa, en general, del 1%.

Latones al plomo: El plomo, igual que ocurre con el hierro, es insoluble en los latones, y cuando se añade a estas aleaciones queda en forma de bolsas, emulsionado en la masa del cobre. El plomo reduce la resistencia mecánica de los latones, pero mejora su maquinabilidad, lo que se atribuye, como en los aceros, al suplemento de lubricación que proporciona el plomo en el corte de la herramienta. Y por consiguiente una disminución del tamaño de la viruta como se puede apreciar en la Figura 2 – 8.

El porcentaje máximo de aleación de plomo que se emplea es un 2%.

FIGURA 2-8: Virutas de maquinado de latones con distinto contenido de plomo.



FUENTE: Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.
 Libro de aleaciones de cobre, Wieland – Werke AG, Ulm (Alemania), 1986.

Latones al manganeso: El manganeso aumenta la resistencia a la tracción de los latones y disminuye su ductilidad, pero muy poco se utiliza como elemento de aleación. La única aleación con alto contenido de manganeso es la denominada *mangalcapa*, que es una aleación similar a la alpaca o plata alemana, en la que se ha sustituido la mayor parte del níquel por manganeso. Pulimentada, queda con un color y brillo muy decorativo. El porcentaje de manganeso llega a ser hasta del 5%.

Latones al estaño: El estaño aumenta la resistencia a la tracción de los latones y la resistencia a la corrosión, pero no puede emplearse en proporciones superiores al 10%, porque entonces aparece el constituyente γ , no-metálico, resultando la aleación muy frágil. Existen dos aleaciones muy conocidas de latón y estaño: el *metal del almirantazgo*, que contiene el 71% de Cu, 28% de cinc, 0.90% a 1.20% de estaño y pequeñas cantidades de plomo (0.075%) y de hierro (0,06%). Esta aleación es relativamente barata por sus buenas cualidades de resistencia a la corrosión, por lo que se emplea para la fabricación de tubos condensadores. Otra aleación de estaño muy conocida es el *latón naval*, que es un latón Muntz, o sea, latón $\alpha + \beta$ del 60% de Cu y 39.25% de Zn, al que se le ha añadido el 0.75% de estaño. Sus características mecánicas son muy parecidas a las del latón Muntz, pero con una mejor resistencia a la corrosión.

Latones al silicio: El coeficiente de equivalencia del silicio hemos visto que era 10, lo que indica que es el metal que más influencia tiene en la aleación con los latones, por lo que bastan pequeñas cantidades para obtener notables mejoras en la característica de los latones. La solubilidad del silicio en los latones α aumenta al disminuir el porcentaje de cinc, pero nunca es superior al 1.5%. Si se rebasa este porcentaje, empeoran rápidamente las propiedades mecánicas de la aleación.

La aleación cobre-cinc-silicio más conocida es el *bronsil*, que contiene el 85% de Cu, 10% de Zn y hasta 5% de Si. Existen también bronsiles especiales que contienen algo de hierro y aluminio. El bronsil es una aleación de fácil fusión, debido a la presencia de silicio, que da fluidez al baño y alta resistencia a la tracción, que llega hasta 60 kg-f por mm², y el 17% de alargamiento, que mantiene a temperaturas hasta de 300°C. Es también muy resistente a la corrosión. Se utiliza el bronsil para la fabricación de campanas, por sus excelentes condiciones acústicas y su resistencia al choque. Se emplea también para la fabricación de válvulas, cojinetes, bombas, engranajes, etc.

Latones complejos: Existen una serie de latones con aleación de más de un elemento, que tienen alta resistencia a la corrosión y se emplean por esto en la fabricación de hélices, maquinaria marina, etc. Entre éstas podemos citar:

El bronce *Stone*, que tiene 54-57% de Cu, 0.2-1% de Mn, 0.4-o menos % de Fe, 0.1-0.3% de Pb, 0.3-1.2% de Al, 0.2-0.8% de Ni, y el resto, de Zn.

El *manganick*, que contiene 57-60 % de Cu, hasta el 7 % de otros elementos, y el resto de Zn.

2.3.7 Aplicaciones de los latones

Podemos resumir de las aplicaciones específicas que se ha detallado por cada tipo de latón, en las siguientes aplicaciones:

Por su aspecto, los latones ricos en cobre son utilizados, en joyería, en imitaciones de oro y en adornos.

Por su ductilidad, se emplean los latones amarillos para la fabricación de piezas por embutición, como cartuchos, etc.

Por su resistencia a la corrosión, se emplean los latones al estaño en la fabricación de maquinaria marina.

Y por su menor precio que los bronce, sustituyen a éstos en muchas fabricaciones.

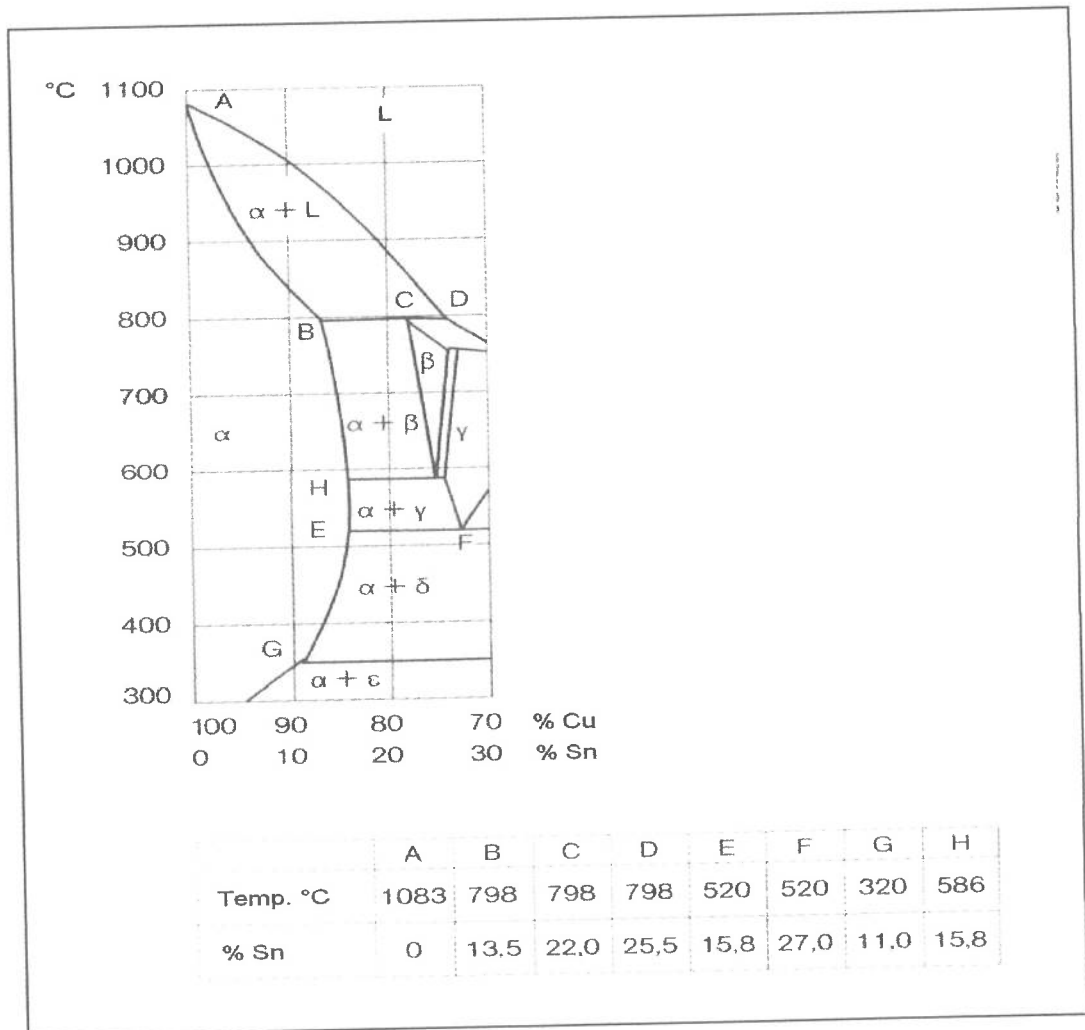
2.4 Los Bronces

2.4.1 Definiciones

Desde muy antiguo se denominan *bronces* a las aleaciones de cobre y estaño. Pero actualmente se aplica también la denominación de bronce a todas las aleaciones binarias del cobre con todos los metales, excepto con el cinc, que, como hemos visto se denominan latones.

En el diagrama de fases cobre-estaño (**DIAGRAMA 2-10**) observamos en primer lugar que el descenso de la línea de líquido es continuo y muy rápido hasta un 20% de estaño. Esto indica buenas cualidades para fundición hasta esa proporción de estaño, que es la máxima que suelen contener los bronces industriales.

DIAGRAMA 2-10: PARTE DEL DIAGRAMA DE FASES Cu – Sn.



Observamos también en el diagrama la presencia de los siguientes constituyentes:

La solución sólida α que es cúbica, centrada en las caras, muy maleable en caliente y en frío, y cuya máxima solubilidad es a 500°C, del 15.8%, y la mínima, a 200°C, del 1 por ciento.

Los broncees del 13.5 al 22 % de estaño, al enfriarse por debajo de los 798°C, están compuestos por el constituyente α y el constituyente β , formado por la reacción de parte de la solución α con el líquido residual. La solución sólida β es cúbica centrada, con fórmula Cu_5Sn ; pero no tiene interés porque sólo es estable por encima de los 586°C. Al descender de esta temperatura se producen las siguientes transformaciones:

Hasta 586°C, $\alpha + \beta$

Hasta 520°C, $\alpha + \gamma$

Hasta 350°C, $\alpha + \delta$

Por debajo de 350°C, $\alpha + \varepsilon$

La solución δ es cúbica centrada en el cuerpo.

La solución sólida δ , que es muy dura y frágil, está formada por cristales gigantes de 52 átomos, de fórmula $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$, y la ε , ortorrómbica, probablemente Cu_3Sn .

2.4.2 Propiedades de los broncees cobre – estaño.

El estaño en los broncees tiene una influencia parecida al cinc en los latones, pero más enérgica. Los broncees dan productos moldeados más sanos que los latones, y se trabajan más fácilmente. Su peso específico varía desde 7.2 a 8.9, según el porcentaje de estaño, y varía del rojo pálido hasta el blanco (Ver cuadro N° 2 – 3). La conductividad eléctrica disminuye al disminuir el porcentaje de cobre. Y, las propiedades mecánicas mejoran al aumentar el porcentaje de estaño, hasta el 11 %, decreciendo después.

La resistencia de los broncees a la corrosión aumenta con el contenido de estaño, teniendo aproximadamente la misma resistencia que el cobre a los agentes atmosféricos. Resisten también la acción del agua fría y caliente y el vapor recalentado, y aunque los broncees son bastante estables en el agua de mar, su resistencia es inferior a la de ciertos latones. Resisten bastante bien el ácido nítrico y sulfúrico, sobretodo los broncees altos en estaño. Los ácidos orgánicos no los atacan, ni tampoco los carburantes, por lo que se emplean en la industria del petróleo, con preferencia al cobre y al latón.

Dentro de las influencias de las impurezas sobre las propiedades del bronce, podemos decir que los elementos que más perjudican a los broncees ordinarios son el antimonio, arsénico, plomo, bismuto, azufre y hierro.

El arsénico y el antimonio son los que más perjudican sus propiedades mecánicas, sobre todo los alargamientos, por lo que su contenido no debe exceder del 0.2%. El bismuto y el plomo son casi insolubles en los broncees, y se presentan en ellos en forma de pequeños glóbulos de bismuto plomo puro, que disminuyen también las propiedades mecánicas. No deben exceder del 0.1%.

2.4.3 Clases de bronce.

Los bronce pueden clasificarse en dos grandes grupos similares a los de los latones: *bronce ordinarios* y *bronce especiales*. Los bronce ordinarios son los compuestos por cobre y estaño. Los bronce especiales son aleaciones de cobre y otros elementos, recibiendo la denominación por el metal de aleación más importante que los componen, como, por ejemplo: bronce al aluminio, bronce al plomo, etc.

CUADRO N° 2 – 3
COLOR DE LOS BRONCES SEGÚN SU COMPOSICIÓN

% COBRE	% ESTAÑO	COLOR
99	1	Rojo pálido
95	5	Rosado
92	8	Amarillo rojizo
90	10	Amarillo anaranjado
86	14	Amarillo
84	16	Amarillo rojo
80	20	Dorado pálido
75	25	Rojo azulado
73	27	Gris oscuro
70	30	Blanco
67	33	Blanco grisáceo
65	35	Blanco azulado
50	50	Gris claro
40	60	Blanco mate
30	70	Blanquecino
20	80	Blanco vivo
10	90	blanco de estaño

FUENTE: Tecnología de los Materiales Industriales. Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban

Cabe recalcar que para fines de uso industrial se emplean aleaciones de rojo pálido hasta amarillo rojo, cabe anotar cobre con un contenido de 1% hasta 16% de estaño. Pero con fines ilustrativos se ha visto conveniente colocar toda la escala de colores que aparecen en la fuente del Dr. Ing. José M.^a Lasheras Esteban.

2.4.4 Bronces ordinarios.

Bajo esta denominación se agrupan las aleaciones de cobre y estaño, teóricamente compuestas solamente de estos dos metales. En la práctica, sin embargo, esto solamente se cumple con las aleaciones denominadas simplemente *bronces*, porque los *bronces fosforosos* y los *bronces rojos* contienen porcentajes de otros elementos, aunque tan pequeños que entran casi más en la categoría de impurezas que en la de elementos de aleación.

Los dos tipos de *bronces* más empleados son:

El *bronce de medallas*, de 5 a 8 por ciento de estaño, que tiene excelentes cualidades de moldeo y resistencia a la corrosión; y el *bronce de cañones*, de 8 a 12 por ciento de estaño, que se denomina así aunque no se emplee ya para este fin, y que tiene muy buena resistencia a la corrosión y más elevadas características mecánicas que el bronce de medallas.

Los *bronces fosforosos* son bronce ordinarios, o sea, compuestos solamente de cobre y estaño, que han sido desoxidados con fósforo. El fósforo que queda en la aleación, de un 0.03 a un 0.25 por ciento, en forma de cuprofósforo, aumenta la fluidez del metal fundido y, por tanto, aumenta también la facilidad de colada de las piezas finas y produce fundiciones más sanas. Los bronce fosforosos son, por tanto, de más alta calidad que los bronce ordinarios sin fósforo.

Los porcentajes de estaño que contienen son los mismos que los bronce sin fósforo: del 4 al 12 por ciento, según las aplicaciones.

Las mangas y barras de estos bronce fosforosos se suelen moldear en fundición centrífuga, que da un material exento de poros, lo que mejora aún más sus características.

Los *bronce rojos* son bronce ordinarios del 5 al 15 por ciento de estaño, y además con pequeños porcentajes de cinc y plomo. La fusibilidad de estos bronce es superior a las de los bronce fosforosos, y su mecanización, más fácil, por el contenido de plomo, lo que tiene importancia cuando se trata de fabricación de piezas en serie. La estructura de estos bronce no resulta tan fina como la de los bronce fosforosos cuando se moldean por el procedimiento ordinario; pero la fundición centrífuga de los bronce rojos resulta tan fina y exenta de poros y uniforme como la de los bronce fosforosos. Por todas estas razones, los bronce rojos, que son más baratos, sustituyen a los bronce fosforosos en muchas aplicaciones. El bronce rojo más utilizado es el 85/5/5/5, o sea 85% de cobre y 5% de cada uno de los tres elementos plomo, estaño y cinc, que se denomina *Gun Metal British Standard*.

2.4.5 Tratamiento de los Bronces Ordinarios.

Los tratamientos que pueden aplicarse a los bronce son similares a los que hemos visto para los latones: tratamientos mecánicos, recocidos de estabilización, contra acritud y de homogeneización, y el temple martensítico y revenido.

Los *tratamientos mecánicos* se realizan por forja, laminación y trefilado, y tienen por objeto aumentar la acritud del material y, por tanto, endurecerlo.

El *recocido de estabilización* tiene por objeto eliminar las tensiones residuales producidas por el mecanizado, deformación o moldeo de piezas complicadas. Se realiza a temperaturas entre 150°C a 300°C, durante una o dos horas, con enfriamiento al aire.

El *recocido contra acritud* se realiza cuando los broncees han sufrido alguna deformación en frío. La temperatura recomendada para el recocido contra acritud de los broncees oscila entre 500°C y 675°C, durante dos a cuatro horas con enfriamiento al aire.

El *recocido de homogeneización* se realiza con las piezas una vez moldeadas o con los lingotes que han de sufrir una transformación mecánica posterior en frío o en caliente. El objeto de este recocido es destruir la heterogeneidad química y estructural producida por segregaciones en el curso de la solidificación. Este recocido se realiza, sobre todo, con los broncees ordinarios y aun especiales del 8 al 12 por ciento de estaño, a temperaturas comprendidas entre 700°C y 750°C, en un tiempo comprendido entre una y dos horas, con enfriamiento lento en el horno. Con este recocido se ablandan también los broncees que hubieran sido templados.

El *temple martensítico*, similar al de los aceros, se realiza con los broncees ordinarios del 15 al 25 por ciento de estaño. Las temperaturas de temple varían según la composición, siendo de unos 750°C para los broncees de 26% de Sn. El enfriamiento se realiza en agua. La constitución obtenida en el temple está formada por un eutectoide de las fases $\alpha + \beta'$, de estructura de agujas, similar a la martensita del acero, que es duro y frágil.

El *revenido* de los broncees templados se realiza a temperaturas comprendidas entre 200°C y 500°C, y, como ocurre con los aceros, disminuye la dureza y aumenta la tenacidad.

2.4.6 Aplicación de los Broncees Ordinarios.

Los broncees ordinarios tienen muchas aplicaciones, debido:

A sus buenas cualidades para el rozamiento, para la fabricación de cojinetes.

A sus excelentes moldeabilidad y resistencia a la corrosión, para la fabricación de artículos de saneamiento, como grifos, válvulas, etc.

A su bello y permanente aspecto, para la fabricación de monedas, medallas, aparatos de luz, figuras decorativas, estatuas, etc., y adornos en general.

A su buena sonoridad, para la construcción de campanas.

Y, en general, se emplean los broncees para la fabricación de multitud de piezas de maquinarias.

2.4.7 Broncees Especiales.

Como ya se dijo anteriormente los broncees especiales son aleaciones de cobre y otros elementos, recibiendo la denominación por el metal de aleación más importante que los componen, así tenemos:

Broncees al aluminio.

Broncees al manganeso.

Broncees al níquel ó cuproníqueles

Broncees al silicio.

Broncees al berilio ó cobreberilio

Broncees conductores.

No siendo los bronce tema principal del estudio del presente Proyecto solamente trataremos los bronce conductores por ser un interesante tipo de bronce especial.

2.4.8 Bronces Conductores.

Los bronce conductores son aleaciones de cobre y otros elementos, como magnesio, cadmio, estaño, etc., que tienen una conductividad eléctrica muy poco inferior a la del cobre puro, pero una mayor resistencia mecánica aportada por los elementos de aleación.

Estos bronce se emplean para la fabricación de alambres conductores de corriente eléctrica de pequeña intensidad como son las líneas telefónicas y telegráficas, los hilos de antena, en radio, etc., en los que la sección necesaria, para soportar su propio peso, en los obligados vanos de las líneas, supera con mucho la necesaria para la caída de la tensión mínima admisible.

Entre estos tipos de bronce podemos citar los del 99.9 por ciento de Cu, 0.1 por ciento de Mg; 99.8% de Cu y 0.2% de Cd; 98% de Cu, 1% de Sn y 1% de Cd. Todas estas aleaciones tienen una resistencia de tracción de 50 a 60 kg-f por mm², o sea, aproximadamente doble que el cobre puro, y una conductividad de 36 a 48 M/Ohm. mm², algo inferior a la del cobre, que es 59 M/Ohm. mm². Para la construcción de hilos para antenas se emplean bronce de 90% de Cu, 5% de estaño y 5% de aluminio, y trazas de fósforo, cuya resistencia a la tracción se eleva hasta cerca de los 100 kg-f por mm², aunque la conductividad baja a 7 M/Ohm. mm².

2.5 Otras Aleaciones de Cobre

Otras aleaciones de cobre binarias de cobre de menor importancia son:

Los cuprofósforos, al 15% de fósforo, utilizados como desoxidantes.

Los cuprocadmios, al 0.8 por ciento de cadmio, utilizados para líneas eléctricas de toma, para tranvías y trenes eléctricos, por su resistencia a la tracción, a la fatiga y al desgaste.

Los cuproarsénicos, al 0.15 a 0.45 por ciento de arsénico, que por su resistencia a altas temperaturas se utiliza para la construcción de cajas de fuego para locomotoras de vapor, etc.

Los cuprocromos, al 0.5% de cromo, muy duros, pues llegan a los 130 HB, que se utilizan para electrodos de soldadura.

Además el cobre se utiliza mucho como aleación de metales preciosos como el oro, plata, etc., con objeto de endurecerlos.

3 Conceptos Generales: Cobre, Tuberías, Salud

3.1 Introducción

Los expertos en tecnología de materiales reconocen que no existe material mejor que el cobre para la conducción de agua. Diversas instalaciones que durante años han funcionado sin problemas, no sólo en el Perú, sino en el mundo entero, han construido el prestigio de la tubería de cobre en su forma moderna, ligera, resistente y durable ante la corrosión. Funciona en todo tipo de construcciones, residenciales y edificios comerciales e industriales.

Durante la década de los cuarenta, se inició en el mundo la era de los materiales sintéticos; esto trajo consigo importantes cambios tecnológicos que ocasionaron el crecimiento natural de un sistema económico enfocado a la producción en masa y a la sustitución de materiales en apariencia igual de eficaces y más económicos.

Sin embargo a partir de la década de los ochenta, es que los consumidores se dan cuenta que lo barato al inicio no siempre lo es a largo plazo y empiezan a evaluar materiales que brindan un servicio que no requiere mantenimiento y son de larga duración.

En realidad el ahorro temporal que produce el uso de un material diferente al cobre en la construcción de una vivienda o edificio y en general en cualquier construcción, se traduce rápidamente en gastos de mantenimiento. El análisis de costo inicial debe considerar ahorros de mantenimiento, inspecciones y otros problemas relacionados con fallas de tuberías

La mayoría de los reglamentos y códigos de construcción en los países desarrollados, establecen tres requisitos principales para los sistemas de conducción de agua potable:

Confiabilidad: Garantizan un funcionamiento con el menor mantenimiento posible.

Seguridad: El cobre no reacciona químicamente con el agua que transporta.

Eficiencia: El suministro de agua y la distribución de la misma consumen la menor energía posible.

Estudios científicos realizados en diversos países han demostrado que el cobre posee un efecto benéfico en la prevención de agentes patógenos como la Legionella, ya que reducen la colonización de bacterias e impide su formación en la mayoría de los casos.

El instituto de investigaciones Midwest en Estados Unidos verificó esta información introduciendo diversos tipos de bacterias en tuberías construidas con una variedad de materiales. Se encontró que la bacteria E. Coli (conocida por causar severos trastornos estomacales en el ser humano) casi no pudo subsistir en las tuberías de cobre, ya que a sólo cinco horas de su introducción, apenas quedaba un 1% de la colonia, mientras los demás materiales, no habían podido disminuir ni afectar su crecimiento.

El Centro de Investigación Aplicada a Microbios en Inglaterra, supervisó el crecimiento de la bacteria Legionella y otros microorganismos en tuberías para instalaciones sanitarias de diversos materiales que transportaban agua de diferente dureza a temperatura entre 20 y 60° C. Los resultados fueron sorprendentes e indicaron que los niveles de bacterias se vieron sensiblemente reducidos en las superficies de las tuberías de cobre comparadas con todas las demás.

Si bien las bacterias nacidas en las aguas químicamente tratadas que se consumen a diario son poco frecuentes, cuando ello sucede los peligros para la salud pueden resultar muy serios. En estudios experimentales se ha comenzado a demostrar claramente que el número de unidades originales de placas (UOP, medida científica de vida bacteriana), se reduce drásticamente por el cobre, pero no por los otros materiales.

Los resultados de una encuesta en Estados Unidos y Canadá explican las razones por las que varias generaciones de profesionales de la construcción prefieren la tubería de cobre para sus instalaciones:

- La tubería de cobre ha comprobado su confiabilidad durante varias décadas.
- Las propiedades y composición de los productos de cobre se controlan mediante normas estrictas de calidad.
- La precisión y el control en la fabricación aseguran la calidad de producto y una larga vida útil.
- Las tuberías de cobre tienen una identificación permanente que ofrece información sobre las características del producto.
- Los códigos y normas del país aseguran instalaciones confiables.
- Las tuberías de cobre pueden instalarse y usarse todo el año, a cualquier temperatura y clima. Asimismo, pueden probarse inmediatamente después de la instalación.
- El cobre no se altera con temperaturas cercanas a la ebullición o congelación del agua.
- La tubería de cobre no requiere de mantenimiento y puede protegerse de daños.
- La conductividad térmica del cobre permite el uso de métodos simples de ajuste en caso de ser necesario.
- El cobre no es inflamable; no se quema o favorece la combustión. Cuando la tubería de cobre está sujeta al fuego, mantiene la presión del agua, no libera gases tóxicos y no lo conduce a través de paredes o pisos. Asimismo no requiere protección contra incendio.
- La tubería de cobre es rígida, utiliza menos soportes y no se dobla en tramos largos.
- El interior de la tubería de cobre es terso y no impide el flujo de agua.
- La soldadura con cobre es segura, confiable y no tóxica; está libre de plomo y no contamina el agua.
- La tubería de cobre es resistente a la fatiga de materiales. No presenta problemas asociados con la expansión y contracción excesiva ocasionada por cambios de temperatura.
- El cobre no absorbe materiales orgánicos, ni sufre deformaciones al contacto con ellos. Asimismo, es *bacteriostático* e inhibe el crecimiento de bacterias.
- La tubería de cobre puede usarse en cualquier lugar, exterior o interior, sin sufrir deterioro por los rayos ultravioleta u otro elemento climatológico.
- La tubería de cobre tiene un alto valor de reciclaje.

- El cobre es un producto natural. No se introducen productos sintéticos en su fabricación y no depende del petróleo o productos petroquímicos.

Cuando hablamos de tubos y tuberías de cobre tendríamos que definir y diferenciar los términos de tubo y tubería.

Se define *tubo* como un producto hueco, cuya sección puede ser redonda, cuadrada o de cualquier otra forma; que tiene una periferia continua y que es utilizado en gasfitería y sistemas mecánicos para el transporte de fluidos o gaseosos.

Los *tubos de cobre*, debido a las características propias de este metal, son ligeros, fuertes, adaptables y de alta resistencia a la corrosión. Por esta razón, muestran un comportamiento ideal en residencias, edificios, condominios, oficinas, locales comerciales e industriales.

Se debe diferenciar el concepto de tubos del de *tuberías*, estas últimas son tubos cuyas dimensiones están "normalizadas"; por ejemplo, el diámetro exterior de una tubería es igual al diámetro nominal más $\frac{1}{8}$ " según especificación de la norma ASTM¹.

Existen razones convincentes para elegir y utilizar tuberías de cobre. Una buena decisión se basa en un análisis serio de la relación costo / beneficio de los materiales que participan en el proceso de elección.

Costo: sería un error solamente considerar el costo inicial, sin tomar en cuenta el costo de instalación, mantenimiento y reposición. En la misma medida es importante evaluar los materiales durante la vida útil de instalación. Analizar el costo integral representa una buena inversión. *La tubería de cobre por ser una instalación definitiva, revaloriza su construcción.*

Beneficio: es equivalente a las características técnicas propias de cada uno de los materiales, que se traducen en ventajas reales para el usuario final. Un material es competitivo porque está vigente y constituye una oportunidad para su utilización en diversidad de aplicaciones: tuberías de cobre para agua, gas, refrigeración, calefacción, sistema contra incendio, energía solar con calentadores solares, etc.

En el *análisis final*, la tubería de cobre resulta ser la mejor alternativa. Entre otras razones, porque es: ***versátil, confiable, resistente, durable, rápida de instalar, ecológica, eficiente, de fácil mantenimiento, impermeable, tiene propiedades bactericidas y es buena conductora de calor.***

Entonces, finalmente podemos decir que usar tuberías de cobre es una decisión responsable en el tiempo.

¹ ASTM: American Society For Testing and Materials.

3.2 Historia

El uso del cobre se remonta a fines del quinto milenio antes de Cristo, cuando poblaciones del Medio Oriente emplearon este metal. El cobre fue utilizado en estado puro o ligado inicialmente al plomo y después al estaño en una aleación conocida como bronce, en la fabricación de armas, monedas y utensilios domésticos. Este uso fue de tal importancia en la historia de la humanidad que esta época recibe el nombre de Edad de Bronce.

La minería de cobre más importante de la antigüedad se encontraba en la isla de Chipre de donde proviene la palabra latina "Cuprum" y que dio origen al símbolo químico "Cu" que hoy se emplea en casi todos los idiomas para designar a este metal, así tenemos: *cobre*, *copper*, *kupfer*, *cuivre*, y en italiano *raïne*.

Se ha podido comprobar que los egipcios (En Abusir) alrededor de los 2700 o 2750 A.C usaron el tubo de cobre para transportar agua para beber y efluentes sanitarios. Estas tuberías se encuentran en exhibición en el Museo Británico de Londres.

En la época del Imperio Romano los romanos utilizaron las tuberías de cobre en casi todas sus instalaciones de pipas cisternas para el transporte de agua. Una prueba de ello es que hoy en día se pueden apreciar restos de estas aplicaciones en Herculenum, Pompeya; que fue destruida por la erupción del volcán Vesubio en el año 79 A.C, y a pesar de todo se encuentran en un excelente estado de conservación.

Las ventajas del cobre, como material para plomería fueron redescubiertos a principios del siglo XX, pero debido a su costo en ese entonces, la utilización del mismo se limitaba a algunos edificios públicos de prestigio, así como hospitales; en donde el precio inicial del cobre no tardó en amortizarse por sus excelentes cualidades en cuanto a su capacidad de resistencia en contra de la corrosión. Los costos del cobre, en ese entonces, eran bastante elevados, debido a que los tubos sólo se podían unir cosiéndolos o atornillándolos. No fue hasta los años treinta cuando los avances de la tecnología permitieron fabricar mejores uniones y lograr reducir las paredes de los tubos hasta un 75%, los costos de producción fueron dramáticamente reducidos. Desde los años cuarentas, el cobre se ha convertido en el principal material en la construcción de redes de plomería.

En la actualidad, el cobre se utiliza en la tecnología aeroespacial; por ejemplo, el revestimiento interior de la cámara de combustión de los grupos propulsores del Ariane 5 consiste en una aleación de cobre, plata y zirconio.

Las aleaciones de cobre constituyen materiales estándar en las estructuras portantes de los satélites. Las células solares que se colocan en las paletas colectoras de energía solar incluyen, entre otros materiales, también cobre.

Como una referencia podemos citar que, en el Reino Unido más del 90% de las nuevas construcciones están utilizando el cobre como su material principal en plomería, esto se debe a las cualidades del cobre.

3.3 El Cobre: Un Buen Amigo de su Salud

El cobre es esencial para el cuerpo humano

El *cobre* es un micronutriente esencial para toda forma de vida. En el cuerpo humano, es necesario para que una variedad bioquímicos de nuestro organismo se lleven a cabo en forma normal. Dicho de otra manera, el consumo de *cobre* es necesario para el correcto funcionamiento de algunas enzimas que intervienen en procesos como el crecimiento de los niños, el transporte del hierro en el flujo sanguíneo, el fortalecimiento de los huesos, el metabolismo de la glucosa así como del colesterol, el desarrollo del cerebro y el funcionamiento del corazón, del hígado, los nervios y del sistema inmunológico. También es microconstituyente del pelo y del tejido elástico de la piel, los huesos y otros órganos. La principal fuente de *cobre* está en una dieta balanceada, ya que todos los alimentos contienen *cobre* en cantidades variables.

El cobre es importante para todas las edades

El cobre se absorbe a través de la placenta

El período de gestación es de suma importancia, especialmente durante el tercer trimestre, porque es entonces cuando se desarrollan muchos de los pequeños órganos, sistemas y funciones del cuerpo. Es imprescindible que la madre tenga una ingesta adecuada de *cobre* con el fin de satisfacer sus demandas y las de su bebé durante y después del embarazo. Se deberá ingerir entre 3 y 4 mg de *cobre* cada día por medio de una dieta sana y balanceada. El feto almacena casi diez veces más de *cobre* por unidad de masa que los adultos y al nacer consume gran parte de sus reservas debido a que la leche materna o los sustitutos contienen bajos contenidos de *cobre*.

Beneficios importantes para los lactantes

Los recién nacidos obtienen el *cobre* de las propias reservas de su cuerpo que se han almacenado durante la gestación; el bebé utilizará esta reserva hasta que ingiera alimentos. El cuerpo no produce *cobre* de tal modo que debe recibirlo de los alimentos. Una dieta normal y saludable es lo que garantiza una cantidad adecuada de *cobre* y otros elementos esenciales.

Los niños en edad preescolar y escolar también necesitan cobre

Los niños regulan el *cobre* que absorben en una forma natural de su dieta. Este se encuentra en alimentos ricos en minerales como son las verduras, legumbres, cereales, nueces, frutas e incluso en el chocolate, además de las carnes y pescados. Dependiendo de su peso y edad, los niños deben ingerir entre 0.5 y 1 mg diario de *cobre*. Un consumo menor de este micronutriente afecta severamente al crecimiento por lo que es muy importante mantener una dieta equilibrada; no sólo en lo que respecta al correcto funcionamiento de todos sus órganos sino, a la producción de energía, para lo cual es indispensable.

El consumo de cobre no sólo es cosa de niños

El *cobre* es el mejor defensor de la salud del adulto. El cuerpo de un adulto tiene una concentración de entre 1.4 y 2 mg de *cobre* por kg de peso del cuerpo. Para mantener esta concentración, atendida las pérdidas o la demanda por el

crecimiento se requiere de una ingesta de *cobre* entre 2 a 4 mg por día, que deben ser suministrados por los alimentos y en mucha menor proporción por el agua que tomamos. Las personas y todos los seres vivos disponen de un mecanismo automático (homeostasis) que regula la cantidad de *cobre* o la de otros metales esenciales como el zinc, hierro, boro, selenio que ingresan en nuestro cuerpo.

¿Qué sucede si nos falta cobre?

El *cobre* interviene en más de un centenar de procesos que son llevados a cabo por las enzimas como auxiliar de su trabajo; por eso se dice que el *cobre* es una *coenzima*.

Ceruloplasmina, lisiloxidasa y tiroxina son tres enzimas que contiene *cobre* e intervienen en procesos importantes. Veamos qué sucedería si no llevaran a cabo su trabajo en forma normal.

ENZIMA	Ceruloplasmina
ACCION	Facilita la transformación del hierro que en la médula ósea forma los hematíes que transportan la hemoglobina.
FUNCION	Oxigena los tejidos
SU DEFICIENCIA OCACIONA	Anemia
ENZIMA	Lisiloxidasa
ACCION	Participa en la formación del colágeno
FUNCION	Fabricación de los cartílagos
SU DEFICIENCIA OCACIONA	Fragilidad ósea
ENZIMA	Tiroxina
ACCION	Transforma la tiroxina en melanina
FUNCION	Protege la piel de las quemaduras
SU DEFICIENCIA OCACIONA	Falta de protección contra los rayos ultravioletas
Fuente: Vademécum Clínico , del Síntoma al Tratamiento. Editorial El Ateneo, Barcelona 1994.	

Otros beneficios que hacen brillar nuestra salud

Además de los beneficios ya mencionados,

- El *cobre* favorece al normal funcionamiento del sistema cardiovascular protegiendo el músculo cardíaco y propiciando la formación de la elastina, una proteína que da elasticidad a los vasos.
- Es útil en el tratamiento de ciertos casos de artritis. Muchos pacientes que utilizan brazaletes de *cobre* manifiesta notables mejorías. El *cobre* se disuelve con la transpiración y es absorbido por la piel para lleva a cabo su acción terapéutica.
- El *cobre* estimula el sistema inmunológico ya que participa en la formación de glóbulos blancos que aseguran la defensa contra los microbios que atacan el organismo.

- Facilitan la absorción de las vitaminas en el intestino.

Contenido de cobre en los alimentos

El hombre debe ingerir el *cobre* ya que el cuerpo no lo produce; éste se obtiene de los alimentos que tomamos y es absorbido en el estómago y el duodeno.

Veamos el contenido medio de *cobre* en los alimentos más importantes de nuestra dieta.

ACEITES Y GRASAS		LECHE	
manteca	0.03	materna	0.05
semidescremada	0.04	de vaca	0.03
CARNES		leche en polvo	0.21
de res en general	0.25	leche condensada	0.26
bife angosto	0.53	HORTALIZAS	
tocino	0.12	acelga	0.45
CEREALES Y DERIVADOS		achicoria	0.21
avena	0.41	ajo	0.26
cebada	0.52	apio	0.14
maíz	0.13	arveja	0.57
trigo en grano	0.60	berenjena	0.08
harina	0.36	camote	0.44
FRUTAS		cebolla	0.07
durazno fresco	0.10	col	0.06
orejones	0.62	coliflor	0.12
ciruela	0.12	espárrago	0.13
higo fresco	0.17	espinaca	0.16
higo seco	0.59	garbanzo	0.68
limón	0.16	lechuga	0.06
mandarina	0.07	lenteja	1.31
manzana	0.09	nabo	0.10
naranja	0.06	papa	0.21
plátano	0.19	pepino	0.05
pera	0.12	rábano	0.06
sandía	0.07	remolacha	0.16
uva	0.07	tomate	0.05
HUEVO		zanahoria	0.14
completo	0.03	OTROS	
yema	0.57	maní tostado	0.84
		chocolate	1.21

Los valores están expresados en mg por 100 gramos de alimento

¿Existen riesgos para la salud o enfermedades asociadas al cobre?

Dado el carácter esencial del *cobre* para la salud, los riesgos para la población, como lo reconoce las más recientes publicaciones de la Organización Mundial de la Salud, están asociados a una ingesta deficitaria en razón de una pobre alimentación más que cualquier efecto adverso asociado a una toxicidad por exceso. No existen casos reportados por toxicidad de *cobre* por ingesta de alimentos, pero sí se reconoce que aguas contaminadas con altos niveles de *cobre* (superiores a 3 – 5 mg /litro) pueden inducir malestares gastrointestinales pasajeros en algunas personas sensibles.

Las enfermedades asociadas al *cobre* radican en fallas de origen genético, a la capacidad de regular la cantidad de *cobre* que ingresa en el cuerpo y que afortunadamente afectan a muy pocas personas. La enfermedad de Wilson se caracteriza porque todo el *cobre* presente ingresa en las células, lo que ocasiona una cantidad mayor a la permisible, causando la muerte si no se trata con medicamentos y una dieta estricta. Por otra parte, existe la enfermedad de Menkes que se caracteriza por la falta de las enzimas que permiten la absorción y transporte de *cobre* al interior de las células, lo que ocasiona la muerte prematura a las personas dada la carencia de *cobre* para sostener la vida. Para ésta última enfermedad, con el patrocinio de la industria mundial del *cobre*, recientemente se han desarrollado en Australia avances espectaculares en la terapia génica de esta enfermedad, que nos hacen abrigar esperanzas de contar con un remedio en los próximos años.

El cobre en el medio ambiente

Además de su importancia nutricional, el *cobre* provee beneficios adicionales.

El cobre garantiza la pureza del agua

El uso de tuberías de *cobre* reduce la presencia de elementos patógenos presentes en el agua potable, pues no permite el crecimiento de microorganismos. Varios experimentos llevados a cabo para estudiar el comportamiento de virus y bacterias como los de la polio, legionella, pseudomonas fluorescens, bacillus subtilis etc., confirman esta conducta antimicrobiana. En todos los casos se inhibió el crecimiento de nuevas colonias y se redujo la presencia del virus o bacterias en algunos casos hasta el 100%.

El agua potable generalmente está libre de elementos patógenos; pero es posible que virus, bacterias, hongos y parásitos se desarrollen en los sistemas públicos. Las tuberías de *cobre* son entonces una eficaz protección contra la presencia de estos organismos y la posibilidad de alguna enfermedad. El *cobre* no es un material poroso de manera que protege el agua de contaminación por otros agentes.

Revestimiento que dan seguridad

Las superficies tratadas con revestimientos de *cobre*, así como los objetos de bronce como tiradores y manijas para puertas ayudan a reducir la dispersión de organismos patógenos. Hospitales y clínicas han reducido la transferencia incidental de microorganismos adoptando estos revestimientos para manijas y pasamanos, así como con la utilización de pintura antibacteriana hecha basado en *cobre*.

En agricultura un buen aliado

El *cobre* es un elemento vital de fertilizantes para suelos que presenten déficit de *cobre* (valores menores a 30 mg /kg). Asimismo, forma parte de biocidas, bactericidas, insecticidas, funguicidas y preservantes de la madera, pues se ha demostrado su eficacia para combatir más de 300 enfermedades en las plantas. Debido a su carácter esencial para las plantas y la vida acuática, el *cobre* tiene en los ecosistemas la propiedad de reciclarse en la biota, contribuyendo a mantener los equilibrios y preservando la biodiversidad.

4 Estudio de Mercado

4.1 La Estrategia de Manufactura está dictada por Nuestra Clientela

Quisiera comenzar el presente enfoque que se pretende dar al Proyecto para que sea tomado en cuenta por las personas que lean el mismo para apoyar a una mejor visión de la influencia que tiene la estrategia de manufactura en nuestra clientela y por lo tanto en nuestras ventas y existencia y posicionamiento en el mercado. Y comenzaré el enfoque trayendo a mención una fábula de Samaniego.

“Un pato se ufanaba y decía en voz alta: yo sé hacer de todo, si se me antoja: nado, corro o vuelo. Un zorro que lo escuchó le dijo, no sea petulante señor pato porque no nada como el delfín, no corre como el galgo y no vuela como el águila y tenga en cuenta que lo importante y raro no es hacer de todo sino ser diestro en algo”.

La moraleja de ésta fábula nos dice que hay que ser diestro en algo. Muchas de las grandes empresas del mundo, determinan su política de comercialización en base o en parte a su estrategia manufacturera.

La estrategia de manufactura se basa en cinco puntos llamados dimensiones de competencia de manufactura, estos cinco puntos de diferenciación son:

- **Calidad** – Puede ser alta, normal o baja.
- **Flexibilidad** – Tres tipos de flexibilidad: “rango de productos”, “habilidad de cambiar rápido a otro tipo de producto”, “disponibilidad de producción”.
- **Velocidad /Rapidez** – de entrega.
- **Confiabilidad** – Entrega segura en el punto y momento adecuado.
- **Innovación** – Productos nuevos; diseños nuevos.

Se entiende que siempre hay un valor diferente, según el cliente, del valor agregado por cada punto de diferenciación. Siempre se trata de hacer las cosas a un **menor costo**; pero cada uno de estos puntos implican una composición de costos de manufactura /operaciones. Por eso, la importancia de saber a qué clientes se sirve y el valor que se les brinda. Es importante seleccionar a qué clientes se sirve y no servir a clientes que no correspondan a la estrategia establecida o dedicación de “assets”, porque así se genera mala reputación con clientes insatisfechos.

Cómo entender estas dimensiones de competencia de manufactura; digamos si se quiere que los productos sean de bajo costo. Entonces, se debe producir al 100% de la capacidad instalada y el mismo producto o poca variación de éste. Ésta estrategia de bajo costo está orientada a un cliente que le interesa un precio bajo; por tanto, se requiere producir en grandes cantidades, un momento de entrega rápido y poca variación de los productos.

Pero si a otro cliente no le interesa un precio bajo sino más bien tener en un momento determinado la disponibilidad de una gama variada de productos; entonces, el precio aumenta debido a que la empresa debe tener stock en almacén y eso tiene un costo que hace que el precio de venta sea mayor. La

disponibilidad tiene relación con la flexibilidad, lo que implica que la empresa va a tener poco volumen de producción y muchos productos en stock, pero el cliente tiene la flexibilidad de escoger el producto en una gama de éstos y en un momento determinado.

Pero hay clientes que les interesa de sobremanera la calidad del producto sin escatimar en precio; en este caso la empresa, para cubrir las necesidades del cliente va a colocar muchos controles de calidad lo que conllevará a tener muchos productos de desecho que aumentan los costos de fabricación, lo que hace aumentar el precio de venta pero se obtiene un cliente satisfecho.

Los anglosajones tienen la siguiente frase, "trade-off " que no tiene traducción en la lengua castellana pero que significa "sacrificar en este punto, para ganar en este otro". Por lo tanto debemos entender que no podemos competir en el mercado que escojamos con las cinco dimensiones de competencia manufacturera sino a lo más podremos competir con solamente dos de éstas, en el mejor de los casos. Por lo que la cultura de la organización debe estar orientada a la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes lo que implica que el valor agregado que pongamos es para satisfacer estas necesidades.

Para finalizar, podríamos decir que no podemos satisfacer a todos los clientes ya que no todos tienen las mismas necesidades; comenzáramos con estudiar las necesidades de los consumidores de tubos de cobre y sobre la base de este estudio, escoger nuestros clientes y de este modo podremos determinar la estrategia manufacturera que se adecúe mejor a nuestras propias necesidades y capacidad de producción.

4.2 Aspectos Generales

4.2.1 Definición del Producto desde el punto de vista de su comercialización.

De acuerdo a la conclusión que se llegó en el punto 4.1, “La Estrategia de Manufactura está dictada por nuestra clientela”, el producto en este caso los tubos y accesorios de cobre estará dada por las necesidades de nuestros clientes. Y éstos clientes se encuentran en el sector industrial y construcción principalmente, abarcando el mercado nacional y también el mercado internacional que para fines de este estudio de pre – factibilidad se está considerando la Comunidad Andina.

Pero hablando del producto propiamente desde el punto de vista de su comercialización, los tubos de cobre, con costura o sin costura, se suministran en varias presentaciones según los usos y aplicaciones.

La universalidad de las tuberías y accesorios de cobre no solamente favorece la compatibilidad de los elementos a unir con independencia del fabricante y procedencia, sino que provee una identificación permanente que permite una única información sobre el producto.

Las tuberías de cobre vienen en dos presentaciones: rollos y tiras, con una gran variedad de diámetros, espesores de paredes, longitudes y calidades de dureza. La clasificación por dureza de los tubos se denomina temple, pudiendo esta propiedad ir de blando a extra duro.

Temple blando, es el que se obtiene a través de un tratamiento térmico llamado recocido, para lograr una recristalización y crecimiento de los granos, existiendo temples blandos totales y suaves que se diferencian por el tamaño de grano que debe tener un promedio mínimo de 0.040 mm para tubos presentados en rollos y 0.025 mm para tubos en tiras rectas.

El engrosamiento del grano depende de la temperatura y el tiempo de recocido y debe ser controlado por análisis micrográfico durante el proceso, para evitar fragilidad en el producto y que no se produzcan roturas.

Temple duro es el que se produce en los procesos de reducción de tamaño en frío, por extrusión o por laminado. En el caso de planchas de cobre existen diferentes grados desde $\frac{1}{8}$ duro hasta duro.

Los tubos de cobre usados en grifería tanto para instalaciones de agua como para las de gas son denominados tipo K, L, M y se fabrican según los requerimientos de la norma ASTM B-88. Así como también la norma de fabricación NCH 951.

Otros tipos de tubos DWV, ACR, Gas medicinal, y Tipo G/ Gas deben cumplir los requisitos establecidos por las normas ASTM B306, ASTM B280, ASTM B819 y ASTM B837 respectivamente.

Los tubos de cobre de tipo K, L, M, DWV y Gas medicinal tienen diámetros exteriores efectivos que son $\frac{1}{8}$ de pulgada mayores que los tamaños estandarizados utilizados para su denominación. (Por ejemplo, una tubería tipo M

de $\frac{1}{2}$ pulgada tiene un diámetro exterior real de $\frac{5}{8}$ pulgada). Los tubos tipo K tienen paredes más gruesas que los tipos L y éstos a su vez tienen paredes más gruesas que los del tipo M para cualquier diámetro considerado.

Los tubos tipo ACR utilizados para aire acondicionado y servicios de refrigeración y los tubos de tipo G/Gas empleados en sistemas de transporte de gas natural y de propano se designan por su diámetro exterior efectivo. Así, por ejemplo, un tubo Tipo G/Gas de $\frac{1}{2}$ pulgada tiene un diámetro real exterior de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Haciendo un breve resumen de los usos de los tipos de tubería ya que esto se verá profundamente más adelante, tenemos que:

La tubería Tipo K; de tiras rectas, son recomendables bajo severas condiciones de servicio. Aptas para el transporte de gas, vapor y oxígeno, lubricantes, calefacción. En instalaciones y aplicaciones industriales. Plomería en general. En rollos, extensión de redes de suministro con un mínimo de uniones.

La tubería Tipo L; de tiras rectas, uso en plomería en general; preferentemente empleadas en instalaciones sanitarias para agua potable, gas, vapor, lubricantes y diversas aplicaciones industriales a la intemperie, empotradas o enterradas. En rollos, su uso por su ductilidad y fácil adaptación con un mínimo de uniones, en redes para calefacción; áreas de superficie irregular o con obstáculos, sin necesidad de removerlos.

La tubería Tipo M se fabrica para ser utilizada en instalaciones hidráulicas de agua fría y agua caliente.

La tubería tipo DWV en tiras rectas se usa para sistemas de drenaje, desagüe y ventilación.

La tubería Tipo ACR se usa para refrigeración y aire acondicionado: conexiones, reparaciones y modificaciones.

El presente estudio no solamente contempla los tubos de cobre sino también los fitting o accesorios, y entre las conexiones soldables de cobre tenemos:

- Anillos.
- Tee.
- Codos de 90° radio corto.
- Codos de 90° radio largo.
- Codos de 45°.
- Tee /reductoras.
- Anillos reductores.
- Bushings.
- Adaptadores machos y hembras.
- Codos roscables.

Los diámetros exteriores (en pulgadas) y diámetros interiores (en pulgadas) se indicará posteriormente en un cuadro.

Podemos decir que los tubos y accesorios de cobre a diferencia de los productos convencionales tienen una propaganda no a un nivel masivo utilizando canales como la televisión o la radio, sino por el contrario consiste en una propaganda selectiva orientada a los clientes potenciales a través de revistas especializadas, catálogos, etc.

Podemos resumir las presentaciones de los tubos de cobre en rollos o tiras rectas, y duros o recocidos:

	Rollos	Tiras
Diámetro Exterior (mm)	Desde 3.18 a 28.58	Desde 3.18 130.18
Longitud (m)	18	6
Estado	Recocido	Sin recocer (Duro)
Característica	Fácilmente curvable	Excelente resistencia al impacto

	Estado de suministro	
	Duro	Recocido
Carga de Rotura R (kg / mm ²) ¹	32	32
Alargamiento (%) ¹	3 a 5	3 a 5
Límite elástico (kg / mm ²) ¹	18 - 34	8
Dureza Brinell ¹	110	50

(¹) Valores medios que pueden variar según el grado de trabajo en frío y los fabricantes.

4.2.2 Principales características de los Productos.

A. Posición arancelaria NANDINA.

La partida arancelaria es un código que se le da a los productos para que sea posible su estandarización a nivel mundial. De esta forma es posible su compra y venta en el mercado internacional.

Tenemos que las partidas arancelarias de:

- Tubos de cobre refinado es: **7411.10.00.00**
- Accesorios de tubería de cobre refinado: **7412.10.00.00**

Para tener un mejor panorama de tubos y accesorios de cobre y aleaciones. Ver el cuadro N° 4.2.1: PARTIDAS ARANCELARIAS NANDINA.

B. USOS: El cobre y sus usos en la industria.

Aplicaciones mecánicas

Gracias a las características particulares del cobre, se continúa utilizando en una gran variedad de usos en la industria. Se utiliza para la fabricación de bombas, compresoras, válvulas, equipos de aire acondicionado, de refrigeración industrial y comercial, para calderas y calentadores de agua entre otros.

También en una refinería de petróleo, en equipo para la destilación del crudo, operaciones de craqueo o desintegración, alquilación, isomerización y procesos afines.

Dadas las severas condiciones de operación a las cuales pueden estar sometidos los materiales de construcción de los equipos de proceso, el cobre y sus

CUADRO N° 4.2.1: PARTIDAS ARANCELARIAS NANDINA

Partida Arancelaria	Producto	Dígito Verifi.	Unidad Medida	ARANCEL NACIONAL						IMPORTACIONES			EXPORTACIONES		
				A / V	Impuesto	Consolidado	Seguros	Acuerdos Comerciales	PECO	ZOTAC	Acuerdos Comerciales	Acuerdos Comerciales			
				CIF %	ISC	IGV	%	A / V, CIF %							
74,11	Tubos de cobre														
7411.10.00.00	Cobre Refinado	3	Kg	15	0	18	35.7	1.3	BE	L					BE
	De aleaciones de cobre:														
7411.21.00.00	Cu - Zn (latón)	2	Kg	15	0	18	35.7	1.3	BE	L					BE
7411.22.00.01	Cu - Ni (Cuproníquel)	9	Kg	15	0	18	35.7	1.3	BE*	L					BE*
	Cu - Ni - Zn (alpaca)														
7411.29.00.03	Los demás	8	Kg	15	0	18	35.7	1.3	B	L					B
74,12	Accesorios de cobre														
7412.10.00.00	De cobre refinado	9	u	15		18	35.7	1.3	B	L					B
7412.20.00.00	De aleaciones de cobre	1	u	15		18	35.7	1.3	BE	L					BE

FUENTE: Catálogo de Partidas Arancelarias del Perú

Elaborado por: Catálogos de Partidas Arancelarias del Perú.

aleaciones son extraordinariamente útiles por su excelente resistencia a la corrosión frente a una gran variedad de fluidos de proceso. En resumen, gracias a sus propiedades eléctricas, químicas, térmicas y mecánicas el cobre y sus aleaciones, son parte importante del equipo de proceso en la industria en general.

Aplicaciones navales

El cobre ha sido usado en la construcción de barcos desde tiempos remotos como recubrimiento protector de cascos de madera, ya que éste evita las incrustaciones producidas por los organismos marinos. Un uso típico de aleaciones de cobre en embarcaciones son los broncees especiales usados en propelas, motores fuera de borda, dirección cojinetes y en la transmisión de la propela. Las líneas que transportan el agua de mar y el agua potable en las embarcaciones, así como las plantas para la obtención de agua potable a partir de agua de mar, son a menudo de cobre o aleaciones de cobre. Todos los aparatos eléctricos de servicio como generadores y motores eléctricos involucran al cobre. El cobre es utilizado en los instrumentos de los tableros de control donde las propiedades antimagnéticas son esenciales.

Aplicaciones en la industria química y de alimentos

La industria de transformación de alimentos utiliza una cantidad importante de aleaciones de cobre y esto se debe a su elevada conductividad térmica, buena resistencia a la corrosión y fácil manejo. En la industria de los alimentos, el cobre es usado en pailas para la producción de mermeladas y refinación de azúcar. Recipientes similares son usados en la fabricación de dulces y pastillas para propósitos médicos. El cobre también es utilizado en el manejo de alimentos líquidos. En la fabricación de cerveza, la fermentación se produce en calderas de cobre y el proceso de purificación del mismo se lleva a cabo en un equipo de destilación de cobre.

En la industria química muchos recipientes de reacción y filtros son de cobre o aleaciones así como en diversos tipos de cambiadores de calor, esenciales en los procesos químicos. Tanques metálicos fabricados basándose en cobre son usados para el almacenamiento de ácidos y otros productos químicos. En una refinería de petróleo, las columnas de destilación y torres para producir cloroetano (un solvente de grasas) son fabricadas con una aleación de bronce al silicio.

Aplicaciones aeroespaciales

La siguiente lista muestra las aplicaciones que el cobre tiene en fabricación de componentes para la aeronáutica.

- Radiadores aeroespaciales
- Aeronaves
- Helicópteros
- Sistemas Inerciales de Navegación
- Puntas
- proyectiles
- Proa de aviones
- Motores de cohetes

- Boquillas de cohetes
- Equipo de simulación espacial
- Vehículos espaciales
- Cámaras de propulsión.

Aplicaciones de transporte

La siguiente lista muestra las aplicaciones que el cobre tiene en la fabricación de piezas de vehículos y transportes.

- Alternadores
- Aplicaciones automotores
- Tambores de frenos
- Líneas de frenos
- Revestimiento de frenos
- Autobuses
- Carburadores
- Convertidores catalíticos
- Placas de embrague devanados (en vehículos)
- Cigüeñales
- Cabezas de cilindros
- Interiores de cilindros
- Frenos de disco
- Vehículos eléctricos
- Vehículos militares
- Anillos de émbolo
- Componentes de sistemas de dirección
- Ferrocarriles
- Vehículos recreativos
- Barcos
- Mecanismos de arranque del motor
- Llantas
- Cable de cordón para llantas
- Válvulas de llantas
- Transmisiones
- Cable y alambre para transportes
- Camiones

Reactivos y compuestos químicos de cobre

El cobre y sus aleaciones son usados en forma de polvo, presionándolo y sinterizándolo en moldes. El polvo también es usado para cubrir la parte posterior de los espejos, protegiendo el metal base que es de plata, en la elaboración de letreros color oro de envolturas, y en alfarería, por nombrar solo algunos. Las sales de cobre como el sulfato de cobre, son usados en la agricultura. Una aplicación típica es como funguicida o como abono para la tierra. El sulfato de cobre es también usado como alguicida en redes para la pesca y para evitar el crecimiento de algas en albercas y tanques de almacenamiento de agua. Los recubrimientos de cobre son usados como base para el niquelado o cromado de piezas de acero. El cobre también es electro depositado en planchas para la industria de las artes gráficas y en la fabricación de discos de alta fidelidad.

Asimismo, por su enorme durabilidad las aleaciones de cobre son usadas en artículos de piel y prendas de vestir. El cobre es usado en todo el mundo para la acuñación de monedas y medallones.

Aplicaciones en equipos de la industria de proceso

- Molino de bolas
- Caja de cojinetes
- Cojinetes
- Moldes de soplado
- Calderas
- Equipos de cervecería
- Quemadores
- Discos de desgaste
- Boquillas /conectores para plantas químicas (no eléctricas)
- Grúas
- Equipo para manufactura de explosivos
- Sujetadores mangueras metálicas flexibles
- Equipo para procesamiento de alimentos
- Empaques de bomba de combustible (metal)
- Engranajes moldes de vidrio
- Bolas de molino intercambiadores de calor
- Humidificadores (industrial)
- Accesorios de tubería industrial
- Válvulas industriales
- Moldes de inyección de plástico
- Lancetas
- Herramientas mecánicas
- Aplicaciones nucleares
- Vehículos para todo terreno
- Líneas de petróleo
- Pozos de petróleo
- Máscaras para pintura
- Equipo de fabricación de papel
- Refinerías de petróleo
- Sistemas neumáticos tubulares
- Plantas de energía instrumentos de respuesta por presión
- Recipientes a presión
- Pantallas de impresión de equipo de radiografía
- Electrodo de soldadura por resistencia
- Brocas para piedra
- Empaques
- Equipo de tratamiento de aguas negras
- Cuñas
- Silenciadores
- Soldadura
- Resortes
- Tanques de almacenaje
- Instrumentos de respuesta por temperatura
- Turbinas
- Toberas

C. USOS DE LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE COBRE

En el punto anterior se vio los usos del cobre en la industria en general, las cuales incluían los distintos productos de cobre y sus aleaciones. Pero en este acápite trataremos solamente el uso de las tuberías de cobre y accesorios; para tal fin en la primera parte se especificará los usos de las tuberías de cobre en forma general; y en la segunda parte los usos específicos de las tuberías por su tipo; así, tenemos las aplicaciones de las tuberías Tipo K, L, M, DWV y ACR. Y finalmente se tratará el uso de los fittings o accesorios y su manipulación.

Aplicaciones de la Tubería de Cobre:

Construcción

- Conducción de agua potable.
- Colectores de agua residuales.
- Distribución de agua fría y caliente.
- Efluentes domiciliarios e industriales.
- Bajantes de aguas pluviales.
- Alcantarillado y ventilación de sistemas de alcantarillado.
- Conducción de gases combustibles
- Sistemas de calefacción domiciliar de agua caliente o vapor.
- Colectores solares.
- Conductores rígidos de electricidad.
- Tubos conduit para conductores eléctricos.
- Usos ornamentales y quincallería.
- Usos estructurales.

Mecánicas o Industriales

- Aire acondicionado y refrigeración.
- Conducción de combustibles líquidos.
- Conducción de aire comprimido.
- Serpentes de bombas de calor.
- Tubos intercambiadores de calor.
- Tubos de condensadores.
- Conducción de gases no combustibles.
- Conducción de gases medicinales.
- Tubos de vapor.
- Conducción de líquidos industriales.
- Conducción de líquidos alimenticios (cerveza, leche, etc)
- Calderas.
- Tubos de calor.
- Guías de ondas.

Transporte

- Tuberías de freno.
- Conductores de combustible.
- Radiadores.
- Aire acondicionado.

Aplicaciones de las tuberías de cobre según su Tipo

Tuberías Tipo K

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Verde	ASTM – B 88	Soldadura capilar

Aplicaciones

- Servicios subterráneos de presión e instalaciones para gas licuado.
- Para presión de trabajo superior a 1.4 kg/cm² – 20 Lbs/pulg²
- Transporte de vapor, oxígeno, lubricantes, calefacción, gas, combustible.
- Servicios de agua a grandes presiones.
- Para severas condiciones de servicio.
- Drenaje de lluvias o nieve derretida.
- Sistemas de energía solar.
- Instalaciones industriales
- Protección contra fuego.
- Gasfitería en general.
- Servicio doméstico.

Ver Cuadro Nº 4.2.2: TUBERÍA TIPO K – TIRAS RECTAS

Ver Cuadro Nº 4.2.3: TUBERÍA TIPO K – ROLLOS

Tubería Tipo L

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Azul	ASTM – B 88	Soldadura capilar, Flare 45°

Aplicaciones

- Gasfitería en general.
- Tomas domiciliarias.
- Riego de jardines.
- Protección contra incendio.
- Drenaje de lluvias o nieve derretida.
- Sistemas de energía solar.
- Líneas principales de edificios de gran altura.
- Instalaciones sanitarias y redes de agua potable (fría y caliente)
- Instalaciones de vapor o gas licuado en baja y media presión (Hasta 1.4 kg/cm² – 20 Lbs/pulg²)
- Aplicaciones industriales a la intemperie, empotradas o enterradas.

Ver Cuadro Nº 4.2.4: TUBERÍA TIPO L – TIRAS RECTAS

Ver Cuadro Nº 4.2.5: TUBERÍA TIPO L – ROLLOS

Tuberías Tipo M

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Rojo	ASTM – B 88	Soldadura capilar

Aplicaciones

- Riego de jardines
- Gasfitería en general
- Sistema de energía solar.
- Protección contra incendio.
- Drenaje de lluvias o nieve derretida.
- Calefacción basada en paneles radiantes.
- Líneas interiores de calefacción o presión de menor exigencia.
- Redes de agua fría y caliente para casas habitación de interés social y residencial, edificios habitacionales y comerciales.

Prohibido en:

- Instalaciones de gas considerando cualquier presión de trabajo.

Ver Cuadro N° 4.2.6: TUBERÍA TIPO M – TIRAS RECTAS

Ver Cuadro N° 4.2.7: TUBERÍA TIPO M – ROLLOS

Tubería Tipo DWV

Código de Color	Norma	Sistema de Unión
Amarillo	ASTM – B 306	Soldadura capilar

Aplicaciones:

- Conducción de fluidos sin presión.
- Descarga de alcantarillado
- Desagües, drenaje.
- Bajadas de aguas pluviales.
- Ventilación de servicios sanitarios.
- Sistemas de energía solar.
- Construcciones que requieran un servicio óptimo con poco mantenimiento.

Ver Cuadro N° 4.2.8: TUBERÍA TIPO DWV – TIRAS RECTAS

Tubería Tipo ACR

Código de Color	Norma
Azul	ASTM – B 280 y ASTM B 68

Aplicaciones:

- Instalaciones de aire acondicionado.
- Serpentín de refrigeración.
- Uso industrial en intercambiadores de calor.
- Gas natural.
- Gas de petróleo en licuefacción.

Ver Cuadro N° 4.2.9: TUBERÍA TIPO ACR – TIRAS RECTAS

Ver Cuadro N° 4.2.10: TUBERÍA TIPO ACR – ROLLOS

Aplicaciones de los accesorios de cobre soldables

Entre los fittings o accesorios de cobre soldables tenemos: anillos, Tee, codos de 90° radio corto, codos de 90° radio largo, codos de 45°, Tee /reductoras, anillos reductores, bushings, adaptadores machos y hembras, codos roscables. Su uso es para efectuar las uniones entre las tuberías de acuerdo a la forma que se haya establecido en los diseños, ya sea para transporte de agua o gas en las edificaciones o ya sea en el uso industrial.

Para poder realizar estas uniones se usa dos tipos de soldadura, la soldadura blanda o ecológica y la soldadura fuerte.

La soldadura blanda tiene en su composición estaño y plata al 4% y no contiene plomo; se la utiliza para tubería de transporte de agua.

La soldadura fuerte se utiliza para tubería que transportan gas y otros usos en la industria. Cuando hay vibración en las tuberías de transporte de gas, esta soldadura puede contener plata al 15 ó 20 %, pero cuando no hay vibración se puede usar cobre fosforoso. El cobre fosforoso se usa para sistemas de refrigeración.

Para soldar un accesorio y un tubo, los pasos a seguir son:

1° Limpiar con lija la zona de la tubería que va a ir acoplada al accesorio para quitar todas las impurezas.

2° Aplicar fundente; el fundente es un antioxidante que limpia las paredes del accesorio.

3° Luego aplicar calor, en el momento que por acción del calor ha desaparecido el fundente se aplica la soldadura. La cantidad de soldadura que se debe usar es el equivalente al diámetro del tubo.

También se puede usar el mismo tubo para una expansión o una derivación T.

Para hacer una expansión los pasos a seguir son:

1° Se calienta el tubo hasta el rojo vivo.

2° Se espera que se enfríe.

3° Se le aplica el expansor con la medida requerida.

Para hacer una derivación T se utiliza el extractor de T y los pasos que se siguen son:

1° Hacer la perforación en el tubo.

2° Recocer la parte del orificio hasta el rojo vivo.

CUADRO N° 4.2.2: TUBERÍA TIPO K - TIRAS RECTAS

Tiras Rectas (Temple Duro)										Tipo K				
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior				Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida		
		pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²	
1/4	6.350	3/8	0.375	9.525	7.747	0.305	7.747	0.035	0.889	0.145	0.216	1212	85	
3/8	9.525	1/2	0.500	12.700	10.211	0.402	10.211	0.049	1.245	0.269	0.401	1272	89	
1/2	12.700	5/8	0.625	15.875	13.386	0.527	13.386	0.049	1.245	0.344	0.512	1000	70	
3/4	19.050	7/8	0.875	22.225	18.923	0.745	18.923	0.065	1.651	0.641	0.954	948	67	
1	25.400	1 1/8	1.125	28.575	25.273	0.995	25.273	0.065	1.651	0.839	1.249	727	51	
1 1/4	31.750	1 3/8	1.375	34.925	31.623	1.245	31.623	0.065	1.651	1.040	1.548	589	41	
1 1/2	38.100	1 5/8	1.625	41.275	37.617	1.481	37.617	0.072	1.829	1.360	2.024	552	39	
2	50.800	2 1/8	2.125	53.975	49.759	1.959	49.759	0.083	2.108	2.060	3.066	484	34	
2 1/2	63.500	2 5/8	2.625	66.675	61.849	2.435	61.849	0.095	2.413	2.930	4.360	447	31	
3	76.200	3 1/8	3.125	79.375	73.838	2.907	73.838	0.109	2.769	4.000	5.953	431	30	
4	101.600	4 1/8	4.125	104.775	97.968	3.857	97.968	0.134	3.404	6.510	9.688	400	28	
5	127.000	5 1/8	5.125	130.175	122.047	4.805	122.047	0.160	4.064	9.670	14.420	384	27	

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.3: TUBERÍA TIPO K - ROLLOS

Rollos (Temple Blando)										Tipo K				
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior				Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida		
		pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²	
1/4	6.350	3/8	0.375	9.525	7.747	0.305	7.747	0.035	0.889	0.145	0.216	1212	85	
3/8	9.525	1/2	0.500	12.700	10.211	0.402	10.211	0.049	1.245	0.269	0.401	1272	89	
1/2	12.700	5/8	0.625	15.875	13.386	0.527	13.386	0.049	1.245	0.344	0.512	1000	70	
3/4	19.050	7/8	0.875	22.225	18.923	0.745	18.923	0.065	1.651	0.641	0.954	948	67	
1	25.400	1 1/8	1.125	28.575	25.273	0.995	25.273	0.065	1.651	0.839	1.249	727	51	

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.4: TUBERÍA TIPO L - TIRAS RECTAS

Tiras Rectas (Temple Duro)										Tipo L					
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior				Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida			
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²		
1/4	6.350	3/8	0.375	9.525	8.001	0.315	8.001	0.030	0.762	0.126	0.188	1023	72		
3/8	9.525	1/2	0.500	12.700	10.922	0.430	10.922	0.035	0.889	0.198	0.295	891	63		
1/2	12.700	5/8	0.625	15.875	13.843	0.545	13.843	0.040	1.016	0.285	0.424	813	57		
3/4	19.050	7/8	0.875	22.225	19.939	0.785	19.939	0.045	1.143	0.455	0.677	642	45		
1	25.400	1 1/8	1.125	28.575	26.035	1.025	26.035	0.050	1.270	0.655	0.975	553	39		
1 1/4	31.750	1 3/8	1.375	34.925	32.131	1.265	32.131	0.055	1.397	0.884	1.315	497	35		
1 1/2	38.100	1 5/8	1.625	41.275	38.227	1.505	38.227	0.060	1.524	1.140	1.696	456	32		
2	50.800	2 1/8	2.125	53.975	50.419	1.985	50.419	0.070	1.778	1.750	2.604	407	29		
2 1/2	63.500	2 5/8	2.625	66.675	62.611	2.465	62.611	0.080	2.032	2.480	3.690	375	26		
3	76.200	3 1/8	3.125	79.375	74.803	2.945	74.803	0.090	2.286	3.330	4.955	355	25		
4	101.600	4 1/8	4.125	104.775	99.187	3.905	99.187	0.110	2.794	5.380	8.006	327	23		
5	127.000	5 1/8	5.125	130.175	123.825	4.875	123.825	0.125	3.175	7.610	11.324	299	21		

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.5: TUBERÍA TIPO L - ROLLOS

Rollos (Temple Blando)										Tipo L					
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior				Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida			
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²		
1/4	6.350	3/8	0.375	9.525	8.001	0.315	8.001	0.030	0.762	0.126	0.188	1023	72		
3/8	9.525	1/2	0.500	12.700	10.922	0.430	10.922	0.035	0.889	0.198	0.295	891	63		
1/2	12.700	5/8	0.625	15.875	13.843	0.545	13.843	0.040	1.016	0.285	0.424	813	57		
3/4	19.050	7/8	0.875	22.225	19.939	0.785	19.939	0.045	1.143	0.455	0.677	642	45		
1	25.400	1 1/8	1.125	28.575	26.035	1.025	26.035	0.050	1.270	0.655	0.975	553	39		

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.6: TUBERÍA TIPO M - TIRAS RECTAS

Tiras Rectas (Temple Duro)				Tipo M							
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida	
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²
3/8	9.525	1/2	12.700	0.450	11.430	0.025	0.635	0.145	0.216	630	44
1/2	12.700	5/8	15.875	0.569	14.453	0.028	0.711	0.204	0.304	557	39
3/4	19.050	7/8	22.225	0.811	20.599	0.032	0.813	0.328	0.488	451	32
1	25.400	1 1/8	28.575	1.055	26.797	0.035	0.889	0.465	0.692	383	27
1 1/4	31.750	1 3/8	34.925	1.291	32.791	0.042	1.067	0.682	1.015	377	27
1 1/2	38.100	1 5/8	41.275	1.527	38.786	0.049	1.245	0.940	1.399	370	26
2	50.800	2 1/8	53.975	2.009	51.029	0.058	1.473	1.460	2.173	334	23
2 1/2	63.500	2 5/8	66.675	2.495	63.373	0.065	1.651	2.030	3.021	303	21
3	76.200	3 1/8	79.375	2.981	75.717	0.072	1.829	2.680	3.988	282	20
3 1/2	88.900	3 5/8	92.075	3.459	87.859	0.083	2.108	3.580	5.327	281	20
4	101.600	4 1/8	104.775	3.935	99.949	0.095	2.413	4.660	6.935	281	20
5	127.000	5 1/8	130.175	4.907	124.638	0.109	2.769	6.660	9.911	260	18

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.7: TUBERÍA TIPO M - ROLLOS

Rollos (Temple Duro)				Tipo M							
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida	
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²
3/8	9.525	1/2	12.700	0.450	11.430	0.025	0.635	0.145	0.216	630	44
1/2	12.700	5/8	15.875	0.569	14.453	0.028	0.711	0.204	0.304	557	39
3/4	19.050	7/8	22.225	0.811	20.599	0.032	0.813	0.328	0.485	451	32
1	25.400	1 1/8	28.575	1.055	26.797	0.035	0.889	0.465	0.642	383	27

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.8: TUBERÍA TIPO DWV - TIRAS RECTAS

Tiras Rectas (Temple Duro)				Tipo DWV							
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida	
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²
1 1/4	31.75	1 3/8	34.925	1.295	32.893	0.040	1.016	0.650	0.967	359	25
1 1/2	38.1	1 5/8	41.275	1.541	39.141	0.042	1.067	0.809	1.204	318	22
2	50.8	2 1/8	53.975	2.041	51.841	0.042	1.067	1.070	1.592	242	17

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.9: TUBERÍA TIPO ACR - TIRAS RECTAS

Tiras Rectas (Temple Duro)				Tipo ACR							
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida	
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²
3/8	9.525	3/8	9.525	0.315	8.001	0.030	0.762	0.126	0.191	1024	71
1/2	12.7	1/2	12.700	0.430	10.922	0.035	0.889	0.198	0.295	891	63
5/8	15.875	5/8	15.875	0.545	13.843	0.040	1.016	0.285	0.424	812	57
3/4	19.05	3/4	19.050	0.666	16.916	0.042	1.067	0.362	0.539	704	49
7/8	22.225	7/8	22.225	0.785	19.939	0.045	1.143	0.455	0.672	642	45
1 1/8	28.575	1 1/8	28.575	1.025	26.035	0.050	1.270	0.655	0.975	553	39
1 3/8	34.925	1 3/8	34.925	1.265	32.131	0.055	1.397	0.884	1.315	497	35
1 5/8	41.275	1 5/8	41.275	1.505	38.227	0.060	1.524	1.140	1.696	455	32
2 1/8	53.975	2 1/8	53.975	1.985	50.419	0.070	1.778	1.750	2.604	406	29
2 5/8	66.675	2 5/8	66.675	2.465	62.611	0.080	2.032	2.480	3.690	374	26
3 1/8	79.375	3 1/8	79.375	2.945	74.803	0.090	2.286	3.330	4.955	354	25
3 5/8	92.075	3 5/8	92.075	3.425	86.995	0.100	2.540	4.290	6.384	338	24

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

CUADRO N° 4.2.10: TUBERÍA TIPO ACR - ROLLOS

Rollos (Temple Blando) Extremos Sellados				Tipo ACR							
Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Diámetro Interior		Espesor de pared		Peso		Presión Máxima Permitida	
pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	pulg.	m.m.	Lbs/pie	Kg/ml	Lbs/pulg ²	Kg/cm ²
1/8	3.175	1/8	0.125	0.065	1.651	0.030	0.762	0.035	0.052	3554	250
3/16	4.763	3/16	0.187	0.127	3.226	0.030	0.762	0.058	0.086	2198	154
1/4	6.350	1/4	0.250	0.190	4.826	0.030	0.762	0.080	0.120	1589	112
5/16	7.938	5/16	0.312	0.248	6.299	0.032	0.813	0.109	0.162	1334	94
3/8	9.525	3/8	0.375	0.311	7.899	0.032	0.813	0.134	0.199	1095	77
1/2	12.700	1/2	0.500	0.436	11.074	0.032	0.813	0.182	0.271	807	57
5/8	15.875	5/8	0.625	0.555	14.097	0.035	0.889	0.251	0.374	704	49
3/4	19.050	3/4	0.750	0.666	16.916	0.042	1.067	0.362	0.539	704	50
7/8	22.225	7/8	0.875	0.785	19.939	0.045	1.143	0.455	0.677	642	45

FUENTE: Segundo Boletín Técnico de PROCOBRE - PERU

Elaboración: PROCOBRE - PERU

- 3° Se hace uso del extractor de T que forma una boquilla.
 4° Al tubo que va ir dentro del orificio se le hace lo que se denomina una boca de pescado.
 5° Luego se le hace unos topes al tubo que va dentro del orificio.

Cuadro N° 4.2.11: ACCESORIOS: DIÁMETROS EXTERIORES E INTERIORES

Diámetro Exterior (pulgadas)	Diámetro Interior (pulgadas)
3/8	1/4
1/2	3/8
6/8	1/2
3/4	5/8
7/8	3/4
1 1/8	1
1 3/8	1 1/4
1 5/8	1 1/2
2 1/8	2
2 5/8	2 1/2
3 1/8	3
4 1/8	4

FUENTE: Página web <http://www.google.com>
 Elaboración: Adolfo Briceño. 2002.

D. Recomendaciones para el uso de las tuberías de cobre.¹

Las aplicaciones de tubos de cobre para instalaciones de conducción de gas o agua potable han de respetar las reglamentaciones de los distintos países.

Son útiles las siguientes recomendaciones sobre diversos tipos de tubos que derivan de la experiencia de las instalaciones que han resultado exitosas y económicas.

- **Servicio de aguas subterráneas.** Usar tubos tipo M en tiras rectas unidas con accesorios soldados, y de tipo L blandas, donde el tubo en rollos resulte más conveniente.
- **Sistema de distribución de agua potable.** Tipo M unidas con accesorios soldados por sobre y debajo del suelo.
- **Tubos de distribución de agua enfriada.** Tipo M para tamaños de hasta 1 pulgada de diámetro y Tipo DWV para tamaños de 1 1/4 pulgada o mayores.
- **Sistemas de alcantarillado y ventilación.** Tubos tipo DWV por encima y debajo del suelo para líneas de desagüe, drenaje y ventilación, drenaje de aguas de lluvia de tejados y alcantarillado de edificios. Para los drenajes de líquidos agresivos es necesario proveer las adecuada pendientes para minimizar los tiempos de contacto y evita los depósitos de sedimento.
- **Aceite combustible y servicios de gas subterráneo.** (Natural o de Petróleo). Debe utilizarse los tubos especificados en los códigos locales.

¹ Boletín Técnico – PROCOBRE PERU

- **Sistema de Gas Medicinal inflamable.** Usar tubos L o K adecuadamente limpios para servicios de oxígeno, según lo indica la publicación N°99 (Facilidades para el cuidado de la Salud) de la Asociación Norteamericana de Protección contra incendios (National FIRE Protection Association – NFPA).
- **Sistema de Aire Acondicionado y Refrigeración.** El cobre es el material preferido para utilizarlo con la mayoría de los refrigerantes. Usar los tipos L, ACR, o aquellos que la ingeniería lo determine.
- **Sistemas de Protección contra Incendios.** Utilizar tubos tipo M en temple duro, cuando es necesario realizar dobleces o curvas, es recomendable el uso de los tipos K y L. Los tipos K, L, M que son aceptados por la NFPA.
- **Calefacción.** Para paneles de calefacción o lozas radiantes se recomienda usar tubos blandos tipo L, donde los serpentines se formen localmente o se prefabriquen, y de tipo M donde se usen rectas acopladas con accesorios. Para calefacción en base de agua caliente o vapor se recomienda usar tubos tipo M para tamaños de hasta 1 ¼ pulgada y tipo DWV para tamaños mayores que 1 ¼ pulgada. Para líneas de retorno de condensado, se usan con éxito el tipo L. Los circuitos de calefacción pueden incluir también colectores solares conectados mediante los mismos tipos de tuberías.

E. Propiedades, Ventajas y Normas para su Comercialización.

Dentro de las propiedades y Ventajas de las tuberías de cobre tenemos:

Durabilidad

- Soporta las más duras condiciones de presión y de temperatura.
- No se degrada con la exposición a la luz.
- Resiste el posible ataque de los fluidos que transporta.
- Posee una larga vida útil, al menos tan larga como la del inmueble en la que se instala, superando así la prueba más exigente; el paso del tiempo.

Instalación

- Sencilla, rápida y limpia.
- Fácilmente conformables gracias a su flexibilidad y versatilidad. Se adapta a cualquier estructura y espacio disponible.
- Su reducido peso por metro lineal de tubería, abarata el transporte y facilita la manipulación.
- Permite instalaciones prescindiendo del empleo de un alto número de uniones y codos.
- Es ideal para la prefabricación en serie.
- A igualdad de diámetro exterior el tubo de cobre permite transportar un mayor caudal, gracias a su resistencia a la presión y a que el espesor de su pared puede ser menor.
- Alta calidad superficial; los tubos de cobre tienen una baja pérdida de carga (oposición al paso del fluido).
- Expuesto a grandes cambios de temperatura, su dilatación es mínima y su resistencia muy elevada.
- Permite montajes exteriores debido a su alta resistencia a la corrosión y a su impermeabilidad, lo que impide el paso de los rayos ultravioleta.

Resistencia

- Es resistente a la corrosión y no tiende a formar en breve plazo, con el agua potable, costras voluminosas de óxido u otros compuestos que pudiesen obstruir los tubos.
- Es resistente al ataque de materiales empleados en la construcción (cemento, yeso, escayola, etc.)
- Es impermeable a los gases y al oxígeno.
- Soporta el contacto prolongado con los suelos de uso más frecuente en la construcción.
- Resiste las más altas presiones y temperaturas superiores a los 200° C y es un material incombustible.
- Su gran elasticidad le permite deformarse ante un aumento de presión, sin que por ello se produzca rotura.
- Resiste el ataque de otros agentes externos como, por ejemplo, los roedores.

Seguridad

- Constituye un material de alta seguridad en casos de incendio: no propagan llamas, no se descomponen por el calor produciendo gases altamente venenosos, no se consumen y no dejan de transportar agua por acción de las llamas.
- Gracias a su permeabilidad, las tuberías de cobre soldadas, son completamente impenetrables y permeables a productos químicos dañinos del ambiente que las rodea.

Ecológicas

- Protege el medio ambiente por su alto valor de recuperación.
- El cobre es un material reciclable.
- El ahorro energético que conlleva su reciclado contribuye a la conservación de los recursos naturales.
- Se trata de un material natural, no desprende gases tóxicos en caso de exposición al fuego.
- Al ser un inhibidor bacteriano, protege la calidad del agua de uso doméstico: El cobre es un material con propiedades bactericidas y funguicidas, lo que lo hace un medio de conducción y almacenaje de agua en el que no proliferan los gérmenes patógenos.
- El cobre es un material útil para el hombre y los animales: la ingestión de cobre en cantidades significativas favorece la salud cardiovascular. Además los organismos vivos requieren de una pequeña cantidad de cobre para el crecimiento y renovación de las células.

Conducción

- El cobre es un buen conductor de calor, por ello es ideal para confeccionar serpentines de calefacción y refrigeración, para aprovechar la energía solar en diferentes usos y aplicaciones.

Sistema Universal

- Las propiedades y composición de los productos de cobre se controlan mediante normas estrictas de calidad.
- La precisión y control en la fabricación aseguran la calidad del producto y una larga vida útil.
- Las tuberías de cobre tienen una identificación permanente que ofrece información sobre las características del producto.
- La universalidad de las medidas de los tubos y accesorios de cobre permite la compatibilidad entre los elementos a unir de una instalación, con independencia del fabricante y procedencia.
- Garantía de suministro durante años.
- Imagen y valor agregado.

Económicas

- Asegura largos años de rendimiento y confiabilidad.
- Mantiene intactas sus cualidades físico – químicas en el tiempo.
- Ahorra tanto en las instalaciones realizadas con accesorios soldados como en el mantenimiento, debido a la menor cantidad de mano de obra necesaria.
- Cuenta con la mejor relación de calidad y de beneficio.
- Tiene alto valor residual: El cobre es altamente reciclable y mantiene su valor mientras otros materiales se deterioran, lo que resulta beneficioso para el medio ambiente y la industria de la construcción.

Las propiedades de tubos de cobre que definen su compra son:

- Usos : Si el tubo va a ser utilizado para cañerías, sistemas de refrigeración, en la industria automotriz, etc.
- El diámetro nominal del tubo; dependiendo de la aplicación.
- El espesor de la pared.
- La presentación, ya sea en rollos o tiras.
- Si este posee revestimiento o recubrimiento para agregarle propiedades adicionales al cobre.

Las normas de comercialización en el Perú según INDECOP para el producto en estudio son las siguientes:

(Se muestra en la siguiente página)

CUADRO N° 4.2.12: NORMAS DE COMERCIALIZACIÓN

Número	Especificaciones
342.041	Cobre y sus aleaciones. Tubos sin costura y requerimientos generales.
342.047	Cobre y sus aleaciones. Tubos sin costura con aletas integradas para condensadores e intercambiadores de calor. Requisitos especiales.
342.050	Cobre y sus aleaciones. Tubos sin costura doblados en U para intercambiadores de calor y condensadores. Requerimientos particulares.

FUENTE: Normas INDECOPI

Elaborado por: Claudia Ximena León del Carpio. En el desarrollo de su Estudio Preliminar del curso de Seminario de Investigación II

Reelaborado por: Adolfo Briceño. 2002.

F. Bienes Sustitutos y Complementarios

Para el cálculo de tuberías de un sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, los ingenieros proyectistas y consultores cuentan en nuestro medio con tres tipos de materiales con sus respectivas variantes, que pueden ser aplicadas a este servicio:

- Plástico
- Fierro galvanizado
- Cobre

Además los tubos de cobre pueden ser sustituidos por tubos de PVC, concreto, o fibra de vidrio revestido en plástico en el caso que posean mejores propiedades que el cobre dependiendo de qué aplicación se le va a dar a la tubería.

Las tuberías de estaño pueden sustituir a las tuberías de cobre para el transporte de agua destilada, bebidas carbonatadas y cerveza en dispensas. Por otro lado, las tuberías de acero inoxidable son utilizadas en lugar de las tuberías de cobre, en industrias del petróleo, alimentos, papel y otras, debido a su alta resistencia a la corrosión y fuerte resistencia mecánica.

En algunos casos las tuberías de cobre utilizadas para agua se ven atascadas por el agua procedente de substratos graníticos, y por ésta razón se utilizan en algunos lugares las tuberías de latón rojo con la especificación ASTM B43.

4.2.3 Determinación del Área Geográfica que abarcará el Estudio.

El presente estudio de pre – factibilidad contempla dos mercados muy marcados, un mercado local o nacional y en mercado regional que en este caso comprende a los países de la comunidad andina.

En nuestro país actualmente no existe ninguna empresa que produzca tubos de cobre por lo que las tuberías de cobre se importan principalmente de Chile, Estados Unidos, México, Brasil e Italia.

En la comunidad andina, tenemos a Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela, que siguen el mismo patrón de importación que el Perú, en cuanto a países importadores se refiere. Pero en el caso de Venezuela además de los países ya mencionados que exportan a la región andina, habría que incluir además a Bélgica y Francia.

Por estas razones el área geográfica que abarcará el estudio será nuestro país y los países de la comunidad andina.

Sería una falacia decir que se buscará exportar las tuberías de cobre a mercados de Europa, Asia y Norteamérica mas adelante, debido a que en dichos mercados existen grandes corporaciones con tecnología de punta, personal calificado y el know how que les permite innovar, tener una gran versatilidad y una producción a scala realmente sorprendentes, que es casi imposible competir con ellos en sus propios mercados.

4.2.4 Determinación de la Metodología que se empleará en la investigación del mercado.

El Estudio de Mercado en los proyectos industriales se debe considerar el punto de partida, pues, es a través de éste donde se percibe su gran incidencia en los aspectos técnicos y económicos – financieros. Implica la adquisición de la cuantía de bienes o servicios por parte de la población a precios determinados, mediante la introducción de una unidad de producción. Y detecta y evalúa las oportunidades de inversión, definiendo el modelo tecnológico mediante los juicios significativos sobre la demanda de los bienes y servicios.

Debemos entender por mercado el lugar donde se efectúa el encuentro de las fuerzas que determinan el precio de una mercadería, existiendo diversos tipos de mercados que adoptan diversas configuraciones de acuerdo a las condiciones de demanda y oferta.

Para poder desarrollar el estudio de mercado se debe tomar en cuenta el tipo de estudio que se va a realizar ya sea un estudio preliminar o un estudio de factibilidad, en nuestro caso es un estudio preliminar de pre – factibilidad.

En un estudio preliminar de un proyecto se evalúa la demanda sobre la base de datos de fuentes secundarias. En los estudios de nivel de factibilidad, al requerirse una mayor precisión y confiabilidad de la información para afrontar el riesgo de una inversión, se recurre a verdaderos análisis del consumo (muestreo estadístico), de la producción industrial y de la intermediación.

Para nuestro propósito se contará con datos de carácter secundario provenientes de instituciones públicas y privadas, como son:

- Superintendencia Nacional de Aduanas.
- CAPECO
- Acuerdo de Cartagena
- Sociedad Nacional de Industrias
- INDECOPI
- Instituto Nacional de Estadísticas
- Ministerio de Energía y Minas
- MITINCI
- PROCOBRE – PERU
- Entre otras instituciones, etc.

Y también se buscará la colaboración de algunas empresas del ramo que importan tuberías de cobre.

La investigación del mercado involucrará el análisis macroeconómico de los mercados local y regional en estudio; el estudio de la demanda, la oferta, el precio y la comercialización del producto. La amplitud y profundidad de dichos estudios de mercado depende de diversos factores como son la magnitud del proyecto, la naturaleza del producto y el monto de la inversión; tomando en cuenta que el estudio es un estudio de pre – factibilidad.

La demanda de un bien es analizada en relación con el precio del mismo, según la teoría económica, para cuyo fin se procede a dar a cada variable independiente un denominador común, siendo éste la forma de obtener la utilidad. Según la teoría del consumidor, el proceso de hacer máxima la utilidad conduce a que la demanda sea analizada como una función lineal; para cuyo caso se determina que la demanda de un bien dependa de factores como el precio del bien mismo, el precio de los bienes sustitutos, el precio de los bienes complementarios y el ingreso disponible.

La oferta tiene como fin examinar y estimar la cantidad de bienes que el proyecto pretende ofrecer al mercado en el inicio o por cierto período determinado. La cantidad estimada se fija con el conocimiento y ayuda de la oferta histórica y ésta depende de factores como el precio del bien y el precio de otros bienes.

El estudio del precio tiene como objetivo estimar el precio total del bien para cierto período establecido. El precio unitario se puede fijar dentro del proyecto o en el mercado, dependiendo de la naturaleza del bien y el objetivo del productor en cuanto a competitividad, márgenes de utilidad, calidad, productividad, etc.

El estudio de la comercialización tiene el propósito de establecer una relación entre el productor y el comprador del bien para lo cual se debe determinar y analizar los mecanismos de comercialización para poder así determinar el intercambio mas justo para ambas partes. Para lograr esto es necesario el conocimiento del comercio al por mayor y menor del bien objeto del estudio el cual sería, en este caso, los tubos de cobre y accesorios.

4.3 Análisis Macroeconómico de los países que abarcará el Proyecto

4.3.1 Análisis Macroeconómico de la Comunidad Andina, 1990 - 1999

Entorno político y económico

El elemento distintivo del contexto internacional en los años noventa fue sin duda, la consolidación del proceso de globalización, la acentuación de la primacía estadounidense, los progresos europeos en la creación de un bloque con claro protagonismo mundial, el rápido crecimiento económico de la República Popular China y la vertiginosa transformación de los antiguos países socialistas, fueron características destacadas de este progreso. Estos cambios estuvieron acompañados de la progresiva conformación de los bloques globales. Si bien el mayor grado de integración se observa en los mercados financieros, también se aceleraron los flujos de comercio e inversión, así como la irradiación de innovaciones tecnológicas provenientes, en su mayor parte, de los países desarrollados. Sin embargo, el proceso está aún lejos de complementarse en los mercados de bienes y servicios y la movilidad del trabajo sigue siendo restringida en términos generales. A su vez la mayor interacción de los estados soberanos no se limitó únicamente a los temas económicos. Asimismo, se produjo una generalización gradual de ideas y valores en torno a los derechos humanos, la democracia política, el desarrollo social, la equidad de género, el respeto de la diversidad étnica y cultural, y la sostenibilidad del medio ambiente. Aunque ha habido indudables adelantos en todos estos campos, la instrumentación de medidas concretas y efectivas es todavía incipiente.

Las características de la evolución internacional en estas distintas áreas resultan esenciales para situar en perspectiva los cambios registrados en los países de la Comunidad Andina a lo largo del decenio de los noventa. En materia política, si bien persisten múltiples e incluso crecientes fragilidades en ciertos países, debe destacarse la dificultad de los regímenes democráticos y la apertura de nuevos espacios para el ejercicio de la ciudadanía. En el terreno económico se introdujeron profundas reformas centradas en la mayor apertura comercial, la liberalización de los mercados financieros nacionales de los flujos de capitales con el exterior y el papel protagónico de la iniciativa privada en la producción de bienes y, cada vez más, en la provisión de servicios públicos y prestaciones sociales.

Cabe recordar, que estos últimos tuvieron lugar en una región heterogénea en términos de tamaño, estructura y grado de desarrollo, así como de rasgos institucionales, por lo que el comportamiento económico de los países de la región durante los años noventa permite apreciar patrones comunes, pero también una considerable diversidad. Así, el contenido de las políticas varió de un país a otro en cuestiones tan importantes como el alcance de las privatizaciones y las reglas aplicables a los movimientos de capitales. Del mismo modo, se registra un espectro de variación amplio en la reestructuración de las economías.

En un contexto general de apertura, las modalidades de inserción internacional y orientación de las estructuras de producción de los distintos países fueron disímiles. A grandes rasgos se puede establecer una diferencia entre dos áreas geográficas de la región. México y algunos países de Centroamérica y el Caribe se distinguieron por la mayor influencia del comercio con los EE.UU, que se

destacó en el elevado dinamismo de sus exportaciones de manufacturas y en un alto porcentaje de insumos importados. Dentro de esta área y según el caso este proceso se combina con mayores encadenamientos productivos con el resto del espectro industrial, con la expansión de las exportaciones tradicionales o en el proceso de diversificación y con la ampliación de algunos sectores de exportación de servicios, principalmente turísticos, financieros y de transporte. En contraste, el efecto de la economía de EE.UU sobre el patrón de intercambio de bienes y servicios fue menos marcado en Sudamérica. En esta área, el mayor volumen de actividad de los sectores vinculados con el comercio exterior correspondió a bienes producidos con recursos naturales y a una canasta más diversificada de exportaciones dentro de los esquemas de integración subregional vigentes. En algunos países se agregan algunas exportaciones fuera del área de manufacturas fabricadas con uso intensivo de mano de obra y de otras con un componente tecnológico relativamente alto.

Así como en el balance de los años noventa se debe tomar en cuenta la diversidad de situaciones de los países de la región, también es necesario señalar que la evaluación ha sido homogénea a lo largo del período. En efecto, es preciso destacar los cambios en la percepción dominante respecto de la marcha de los acontecimientos a medida que fue transcurriendo el decenio. Durante los primeros años se registró, en la mayoría de los países, una sensación de euforia bastante generalizada. Las modificaciones en las condiciones de acceso a los mercados internacionales de crédito (caída de la tasa de interés y reanudación de los flujos de capitales hacia la región), la reestructuración de la deuda externa de varios países, el control de la inflación y la recuperación económica (con algunas excepciones en los primeros años, en particular en Brasil hasta 1992) contribuyeron a la percepción de que en los años noventa diferirían notablemente de la "década perdida" dominada por la crisis de la deuda y los severos programas de ajuste y estabilización adoptados. Este éxito inicial produjo, sin embargo, al menos dos resultados indeseables. En primer lugar, permitió sustentar visiones simplistas sobre problemas de transformación institucional demasiado complejos que exigen esfuerzos coordinados y sostenidos. En segundo término, con el afán de avanzar en el proceso de ampliación en el papel del mercado, se adoptó un discurso desmovilizador de toda forma de acción colectiva, que afectó, incluso, aquellas áreas en las que se reconocía la necesidad de una presencia renovada y más efectiva del sector público, entre otras, el desempeño de las funciones clásicas del gobierno y la política social.

Los sucesos ocurridos a fines de 1994 en México y sus consecuencias para el resto de las economías de la región dejaron en evidencia la vulnerabilidad de las economías y, simultáneamente, cuestionaron la simplicidad de la visión que asocia mecánicamente las mejoras en el desempeño económico con el proceso de reforma. En realidad, aún antes de esos hechos ya se había comenzado a señalar la necesidad de atender las áreas descuidadas por las reformas o corregir algunos de sus efectos indeseables. Los sucesos mencionados potenciaron y ampliaron la percepción de esa necesidad. Con todo, la crisis de 1994 afectó naturalmente a México y también a Argentina, pero el resto de la región la vivió con dificultades menores. Este carácter acotado de las crisis alzó una voz de alerta respecto al sustento efectivo de las ideas económicas prevalecientes, pero no afectó seriamente la gestión económica de la gran mayoría de los países, lo que se vio avalado, además, por la fuerte recuperación que experimentó el crecimiento económico en el bienio 1996-1997.

La crisis iniciada en algunos países asiáticos en 1997, y los problemas financieros que sufrieron posteriormente otros países, tuvieron efectos mucho más

generalizados y persistentes en la región y, en consecuencia, produjeron cambios significativos en la percepción de los agentes económicos, sobre todo en Sudamérica. Las amenazas a la paz social y los avatares de las instituciones democráticas en algunos países (Ecuador, Perú), el ambiente de recesión económica vivido en 1998-1999 y las restricciones experimentadas por varias economías para encontrar un sendero de crecimiento sostenido contribuyen a explicar dicho cambio. Hacia el fin del decenio, se advirtió un clima bastante generalizado de pesimismo y desconcierto, que difería notablemente del correspondiente a los primeros años de los noventa. De tal manera, comenzó a plantearse la necesidad de desarrollar una visión de mediano y largo plazo, que permitiese orientar los esfuerzos para la construcción del futuro en los distintos países y subregiones de América Latina y el Caribe y contribuyese a definir respuestas ante diferentes escenarios.

- **COMUNIDAD ANDINA**

Población

Entre 1990 y 2000 la población de esta región ha aumentado de 92.8 millones a 113.1 millones, es decir, que en la última década se ha incrementado en 21.8%. En consecuencia, la Comunidad Andina en su conjunto representa un mercado conformado por 113 millones de personas, de los cuales el 50.3% son hombres y el restante 49.7% son mujeres. De ellos la población económicamente activa representa el 40%, un poco más de 45 millones, la misma que en los próximos 5 años es posible que se incremente en 12.2 millones, lo que significaría que la región tendría que crear esta cantidad de empleos como mínimo para mantener al nivel actual la tasa de desempleo. (Cuadro 4.3.1:0).

Sector externo

Durante los años noventa la Comunidad Andina en términos comerciales tuvo un buen desempeño, la balanza comercial fue superavitaria en prácticamente en todos los años excepto en 1998, lo cual sin duda está muy vinculado a la crisis asiática que afectó importantes mercados de exportación. Este resultado se debió en gran parte al gran dinamismo mostrado por las exportaciones que entre 1990 y 1999 se incrementaron en 40%, aunque es un aumento muy importante está muy lejos del nivel alcanzado en 1997, año en que las exportaciones alcanzaron su mayor nivel (US\$ 49.031 millones).

Cabe resaltar que este mayor dinamismo de las exportaciones no obedeció a mejoras en los precios internacionales sino más bien a aumento en la demanda, como consecuencia del crecimiento económico sostenido experimentado por las principales economías, particularmente de EE.UU y Europa. Los precios de los principales productos de exportación de la región, en su mayoría materias primas, no superaron durante toda la década los niveles de precios de 1990, la excepción quizás fue el oro que en 1993 y 1994 aumentó levemente y el café, que aunque a fines de la década empezó a caer aún mantiene precios por encima de los de 1990. (Cuadro 4.3.8:0).

Sin embargo, el buen desempeño de la balanza comercial no fue acompañado de un desempeño similar en la balanza de servicios (pago neto por contraprestación de servicios recibidos) y de la cuenta renta de factores (remesas de utilidades, intereses pagados al capital extranjero, y otros), dando como resultado que la balanza en cuenta corriente fuera deficitaria desde 1992 hacia delante, sobre todo

en 1998 cuando dicho déficit llega a US\$ 14.897 millones, el nivel más alto alcanzado en toda la década.

Entonces la pregunta obvia es ¿cómo se financiaron estos déficits recurrentes a lo largo de toda la década de los noventa?

La respuesta a ello, es muy clara sencilla, fue con capitales provenientes del ahorro externo. El ingreso neto de capitales aumentó de apenas US\$ 529 millones en 1990 a US\$ 4.118 millones en 1991, alcanzando su máximo nivel en 1997 cuando llegó a US\$ 15.329 millones, situación que se revierte a partir de 1999 cuando se produce una salida neta de capitales del orden de los US\$ 1.441 millones, por efectos de la crisis de Asia inicialmente y posteriormente la crisis de Rusia, Brasil y Argentina, que disminuyeron la afluencia de capitales para la región en su conjunto.

Fue esta gran afluencia de capitales la que ha permitido a los países de la Comunidad Andina durante gran parte la década de los noventa no enfrentar problemas de restricción externa, mantener su balanza de pagos superavitaria hasta 1997, y sostener apreciables tasas de crecimiento económico. (Cuadro No. 4.3.5:0).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de bienes de la Comunidad Andina en 1999 ascendieron a US\$ 43.208 millones, el 47.6% tienen como mercado de destino a los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México); 13% a la Unión Europea y 9.1 % se realiza entre los propios países de la comunidad. En cuanto a las importaciones que en 1999 ascendieron a US\$ 35.179 millones estas tienen como principales mercados de origen la zona de Libre Comercio de Norte 45.1%, la unión europea 18.2%, y la propia comunidad Andina 11.1%.

Lo anterior indica que el comercio de la Comunidad Andina está circunscrito a tres grandes mercados o bloques de integración económica, de allí que los efectos de la crisis asiática sobre ella, no fue muy importante por el lado comercial, sino más que todo, por su impacto en los flujos de capitales. (Cuadro No.4.3.4:0).

- **BOLIVIA**

Población

La población de Bolivia es de 8.3 millones de habitantes de los cuales el 37% conforma la población económicamente activa. La población entre 1990 y el año 2000 se ha incrementado en 26.7%, el cual esta muy por encima del crecimiento experimentado por la población de la Comunidad Andina en su conjunto. De acuerdo a su estructura de población actual Bolivia en los próximos cinco años debe crecer a un ritmo tal que le permita crear, cerca de 975 mil nuevos empleos para evitar que los niveles el desempleo aumenten. (Cuadro No. 4.3.1:1).

Producto Bruto Interno

La producción durante todos los años 90, sin excepción, creció de manera constante a un promedio de 4% anual, básicamente impulsada por el crecimiento constante del consumo privado y las elevadas tasas de crecimiento de las

exportaciones y de la formación bruta de capital producto de las nuevas inversiones. De allí que cuando estas últimas decrecen la economía prácticamente se estanca, ello se refleja en el insignificante 0.6% de crecimiento del PBI en 1999 cuando la formación bruta de capital cae 16.2% y las exportaciones 9.7%. (Cuadro No. 4.3.2:1).

En el ámbito de sectores productivos los sectores más dinámicos en la década pasada fueron en este orden electricidad agua y gas (6.8%), construcción (6.5%), transportes y comunicaciones (5.7%), e intermediación financiera (5.7%), todos ellos, excepto construcción, son sectores de producción de servicios. Los sectores primarios de producción extractiva en promedio tuvieron tasas de crecimiento de las más bajas, así tenemos minería 2%, agricultura 3.3%, y extracción de petróleo 4.7%. Cabe resaltar que estos dos últimos, están entre los cuatro sectores productivos más importantes y son altamente generadores de empleo. (Cuadro No. 4.3.2:1).

Deuda y reservas internacionales

Las reservas internacionales (RIN) de Bolivia en 2000 son 8.2 veces más altas que las existentes a inicios de la década. En 1990 las reservas acumuladas le permitían financiar importaciones por apenas 2.5 meses para el año 2000 estas le permiten financiar importaciones por un período casi tres veces mayor (7 meses). Esto significa que la posición financiera del país para financiar sus necesidades de importación de insumos, bienes de capital y consumo y sostener el crecimiento ha experimentado una gran mejora. (Cuadro No. 4.3.4:1.).

En cuanto a la deuda externa, ha crecido de US\$ 4.200 millones en 1990 a US\$ 6.368 millones en 2000, esto significa un incremento del 51.6%. Deuda que en 1999 en un 98.5% era deuda del sector público de mediano y largo plazo.

El menor crecimiento de la deuda respecto del PBI y de las exportaciones ha mejorado el perfil de endeudamiento del país. Primero porque no tienen la presión de pagar grandes cantidades en el corto plazo; segundo la deuda externa como proporción del PBI se ha reducido del 86.5% en 1990 a 77% en el 2000, tercero el servicio de la deuda como porcentaje de las exportaciones bajó entre 1990 y 1999 de 30.4% a 21.3%, lo que le permite disponer de un mayor monto de divisas para destinarlos a fines productivos.

Sector externo

A diferencia del conjunto de la Comunidad Andina, Bolivia en la década tuvo la balanza comercial deficitaria durante todo este período, sobre todo debido al mayor dinamismo mostrado por las importaciones con relación a las exportaciones. Ello ha dado como resultado que la balanza en cuenta corriente presente permanentes déficits en esos años, el mismo que se ha estado financiando con capitales externos, venidos principalmente en la forma de inversión extranjera, que como sabemos a diferencia de la inversión en cartera (mercado de títulos valores) es de mediano y largo plazo. Esto explica porqué la estructura de la deuda esta concentrada en el endeudamiento de mediano y largo plazo. (Cuadro No. 4.3.5:1.).

Cabe hacer una breve referencia de la inversión en cartera aún cuando solamente se dispone de información recién desde 1996. A partir del año 1997 el flujo neto de esta inversión es negativa, y esto es porque siendo de carácter especulativo, busca la rentabilidad a corto plazo, de manera que apenas se presume que

puedan presentarse problemas en un país sale rápidamente, y este fue el caso que se presentó en Bolivia al igual que en muchos otros países cuando sobrevino la crisis asiática. (Cuadro No. 4.3.5:1).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de Bolivia en el año 2000 ascendieron a US\$ 1.457 millones, el 34.3% tienen como mercado de destino a los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México); 20.6% a la Unión Europea y 20.9% se orienta a los países de la Comunidad Andina. En cuanto a las importaciones que ascendieron a US\$ 1.849 millones tienen como principales mercados de origen el Mercosur 28%, la zona de Libre Comercio de Norte 27%, la Unión Europea 12.3%, y la propia Comunidad Andina 8%.

Lo anterior, nos indica que el comercio de Bolivia está mayoritariamente concentrado en tres grandes mercados; y que los países de la Comunidad Andina cada vez, son más importantes como socios comerciales. En 1990 las exportaciones de Bolivia a la Comunidad Andina apenas representaban el 6.5% de las exportaciones totales, hoy superan el 20% constituyéndose en el tercer mercado de exportación. Por el lado de importaciones también se aprecia una mayor vinculación comercial, en 1990 llegaba al 4.2%, hoy esa proporción se ha duplicado.

Por otro lado, el mayor acercamiento de Bolivia al Mercosur por la cercanía geográfica y el interés mutuo con este bloque de integración, sobre todo en proyectos de exportación de gas se refleja en una importante presencia del comercio entre ellos, cercano al 28% en toda la década. (Cuadro No. 4.3.6:1).

Inflación

Bolivia en los años ochenta experimentó niveles de inflación sin precedentes en el país. A fines de dicha década aplicaron un exitoso programa económico que la reduce drásticamente, la misma que en 1990 logro bajarse a 18%, tendencia que ha continuado en los siguientes años, llegando a apenas a 3.1% en 1999. (Cuadro No. 4.3.7:1).

- **COLOMBIA**

Población

La población de Colombia es de 42.3 millones de habitantes de los cuales el 40% -igual que el promedio de la comunidad- conforma la población económicamente activa. Entre 1990 y el 2000 la población aumentó en 21%, lo que es apenas un poco menor al incremento experimentado por la población total de la comunidad en su conjunto. De acuerdo a su estructura de población actual, en los próximos cinco años, la PEA de Colombia es posible que se incremente en 4.3 millones, por lo que la economía debe ser capaz de crear un número cercano de nuevos empleos para mantener los niveles actuales de empleo. (Cuadro No. 4.3.1:2).

Producto Bruto Interno

La producción durante todos los años 90 creció de manera sostenida a una tasa promedio de 2% anual, básicamente impulsada por el constante crecimiento del consumo privado y de las exportaciones; crecimiento que tranquilamente pudo haber sido mayor de no haber sido por el crecimiento errático de la formación

bruta de capital producto de las nuevas inversiones. Así tenemos que por ejemplo en 1998 a pesar que el consumo privado, que es el componente más importante del PBI, creció 32% y las exportaciones 7.5%, la producción total apenas creció 0.5%, porque la formación bruta de capital bajó en 7.6% contrarrestando la posibilidad de un crecimiento importante. (Cuadro No. 4.3.2:2).

La excepción a esta dinámica de crecimiento fue el año 1999 quizás por la confluencia, tanto de factores económicos como de factores políticos que impactaron en la economía ocasionando una caída del 4.3% en ese año; situación que se revierte en el último año con el crecimiento del PBI del 2.8%.

Los sectores productivos más dinámicos en toda la década pasada fueron transportes y comunicaciones y minería que crecieron en promedio 3.9%, comercio con 1.8%, y agricultura 1.6%. Por su parte, el sector manufactura, el segundo más importante después del sector agrícola apenas creció 0.5% durante los últimos 10 años. (Cuadro No. 4.3.3:2).

Deuda y reservas internacionales

Las reservas internacionales (RIN) de Colombia en el 2000 fueron de US\$ 9.004 millones son 2 veces más altas que las existentes en 1990. Si bien los niveles de RIN son de algún modo los adecuados, y permiten financiar importaciones por 9.3 meses, se observa cierto deterioro en la capacidad del país para hacer frente a las necesidades de importación de bienes y servicios para afianzar el crecimiento, aún cuando ello supone cierta recuperación que ya se venía dando desde el año 1999. En 1990 los US\$ 4.501 millones de RIN cubrían hasta 10.6 meses de importaciones llegando incluso en el año 1991 a 17.1 meses. (Cuadro No. 4.3.4:2).

Respecto a la deuda externa, al año 2000 asciende a US\$ 32.712 millones, lo que significa un aumento considerable con relación a los US\$ 4.501 millones registrados en el año 1990, de casi 82%. Deuda que en 1999 en un 55% era deuda del sector público de mediano y largo plazo.

Si bien Colombia durante los años noventa ha venido reduciendo, el porcentaje de deuda respecto del PBI (de 44.7% en 1990 a 39.7% en el año 2000) y del servicio de la misma con respecto a las exportaciones, de (44.5% en 1990 a 27% en 1999) el perfil de endeudamiento del país se ha complicado un poco porque la carga de obligaciones de corto plazo se ha incrementado bastante que, como se verá más adelante, no es porque el país se haya tomado deuda de corto plazo sino porque fuertes montos de obligaciones pasadas están llegando a su período de vencimiento.

Sector externo

Casi tan igual que Bolivia, Colombia desde 1993 hasta 1999 ha presentado continuamente déficits en la balanza comercial, situación que se ha revertido en los dos últimos años ante una contracción de las importaciones al desacelerarse la economía.

Esto, conjuntamente con una balanza de servicios deficitaria, se ha traducido en déficits en la cuenta corriente, que han tenido que financiarse con capital externo proveniente de préstamos o bajo la forma de inversión (directa y/o en cartera). Cuadro en gran medida de mediano y largo plazo, que incluso en el año 1996

supera los 7 mil millones a diferencia del endeudamiento de corto plazo que desde 1994 tiene flujos netos negativos. (Cuadro No. 4.3.5:2.).

El capital de corto plazo es muy volátil, por ejemplo mientras otro tipo de capitales sigue llegando éste tiende a irse rápidamente apenas se presenta una señal de crisis. En 1994 cuando se produce la crisis mexicana más es el capital de corto plazo que sale que el que entra, de allí entonces que el flujo neto sea negativo. En el caso de Colombia las continuas crisis financieras acentúa la salida de este tipo de capital. En el período 1996-1999 mientras ingresaban US\$ 22.176 millones de capitales de mediano y largo plazo, salieron del país US\$ 4.520 millones de capital de corto plazo. (Cuadro No. 4.3.5:2.).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de Colombia en el año 2000 ascendieron a US\$ 13.127 millones, el 51.4% tienen como mercado de destino a los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México); 16.5% a la Unión Europea y 14% se orienta a los países de la Comunidad Andina. En cuanto a las importaciones que ascendieron a US\$ 11.539 millones tienen como principales mercados de origen la zona de Libre Comercio de Norte 39.4%, el Mercosur 16.5%, y la Comunidad Andina 12.4%.

Se deduce entonces, por el lado de las exportaciones, que el principal mercado de Colombia es el Acuerdo de Libre Comercio del Norte, en consecuencia, la dinámica de las exportaciones colombianas está muy asociada al desempeño de las economías que conforman dicho bloque comercial. Asimismo, que la Comunidad como mercado de destino de las exportaciones colombianas tiene una gran importancia, su participación aumentó a casi tres veces desde el 5.5% al 14.6% en los últimos 10 años. (Cuadro No. 4.3.6:2).

Inflación

Colombia es uno de los pocos países de América Latina que en los años ochenta mantuvo tasas de inflación relativamente bajas en comparación a muchos de ellos que estuvieron inmersos en procesos de inflación alta o de hiperinflación. No obstante ello, en los años noventa con condiciones externas más favorables, el proceso para bajar la inflación a niveles cercanos a las tasas internacionales ha sido un poco lento en comparación a otros países. La tasa de inflación en los noventa se ha reducido de manera continua desde el 32.4% obtenido en 1990 a niveles menores de un dígito desde 1999 cuando registró 9.2%. (Cuadro No. 4.3.7:2).

• ECUADOR

Población

Ecuador cuenta con una población de 12.6 millones de habitantes, de los cuales el 39.7% -casi similar al promedio de la Comunidad Andina- conforma la población económicamente activa. Entre 1990 y el 2000 la población creció en 23%, un poco mayor al experimentado por la población total de la comunidad en su conjunto. De acuerdo a su estructura de población actual del Ecuador, es posible que la PEA en los próximos cinco años se incremente en una cantidad cercana a los 1.3 millones; en consecuencia, el gran reto del país es que su economía se reactive y sea capaz de crear un número aproximado de nuevos empleos al menos para mantener los niveles actuales de empleo. (Cuadro No. 4.3.1:3).

Producto Bruto Interno

La producción durante casi todos los años 90, a excepción de 1999, creció de manera sostenida a una tasa promedio de 1.9% anual, impulsado por el consumo privado y de las exportaciones (que en conjunto generan el 98% del PBI), que en promedio crecieron 1.2% y 5.3% respectivamente. Ecuador en esta década ha estado sometido a muchas coyunturas políticas adversas que han generado inestabilidad económica y social, ello se refleja en el comportamiento errático de la formación bruta de capital -que incluye tanto a la inversión adicional como a la de reposición de la inversión antigua o depreciada- y en que haya decrecido en promedio 1.3%, no hay un sólo período en que ella haya crecido de manera continua durante tres años seguidos. Para tener una idea de dicha inestabilidad en 1995 crece 8.5% y luego cae en 11.6% en el siguiente año, de manera similar en 1998 creció 9.7% posteriormente se reduce en 53%. (Cuadro No. 4.3.2:3).

La excepción a esta dinámica de crecimiento fue el año 1999, quizás por la confluencia tanto de factores económicos como de factores políticos que afectaron negativamente a la economía del país, resultado de ello es la caída del PBI 4.3% que se registró en ese año, situación que empieza a revertirse al año siguiente con un crecimiento del 2.8%.

Respecto al comportamiento del PBI por sectores, se observa que los sectores productivos más dinámicos en toda la década pasada fueron transportes y comunicaciones, y minería que crecieron en promedio 3.9%, comercio con 1.8%, y agricultura 1.6%. Por su parte, el sector manufactura, el segundo más importante después del sector agrícola, apenas creció 0.5% durante los últimos 10 años. En una economía donde los sectores que absorben la mayor cantidad de mano de obra y son los principales generadores de empleo, no debe llamar la atención que se presenten problemas de inestabilidad social como lo que experimentó Ecuador a finales de la década pasada (Cuadro No. 4.3.3:3).

Sector externo

Ecuador durante todo el período que va desde 1990 hasta el año 2000 con la excepción de 1998, han tenido resultados positivos en la balanza comercial, más no en la balanza de servicios que normalmente es deficitaria no sólo para el caso del Ecuador sino prácticamente en todos los países de América Latina. En este déficit que ha fluctuado entre US\$ 1.260 y US\$ 1.950 millones, los pagos por concepto de intereses por deuda son responsables en promedio de US\$ 1.000 millones por año.

Entre los años arriba indicados, las exportaciones se incrementaron en 77.6% a diferencia de las importaciones que crecieron en 97.7%, casi el doble.

Como resultado neto de los resultados disímiles de la balanza comercial y de servicios, la balanza cuenta corriente (que incluye ambas), solo presentó superávit en 1998, situación que ha podido ser mantenida gracias a la buena suerte del incremento de los precios del petróleo y a la disponibilidad de capitales externos. (No. 4.3.5:3).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de Ecuador en el año 2000 ascendieron a US\$ 4.822 millones, nivel muy por debajo del nivel que alcanzaron en 1997 año en que alcanzaron su máximo nivel donde llegó a US\$ 5.624 millones. Los principales mercados de

Ecuador son los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México); a la Unión Europea y los países de la Comunidad Andina. Por su parte, las importaciones, que ascendieron a US\$ 3.569 millones, los principales mercados de origen son las tres mismas zonas económicas antes señaladas en el caso de las exportaciones. Cabe agregar que las importaciones en 1998 llegaron hasta US\$ 5.503 millones, el nivel más alto alcanzado hasta ahora.

Dada la gran vinculación comercial con la zona del Tratado de Libre Comercio del Norte tanto por el lado de las exportaciones como de las importaciones, su dinámica comercial, en particular de las exportaciones está muy asociada al desempeño de las economías que conforman dicho bloque comercial, en especial de la economía norteamericana. (Cuadro No. 4.3.6:3).

Deuda y reservas internacionales

Las reservas internacionales (RIN) de Ecuador en el 2000 llegaron a los US\$ 1.180 millones, su nivel más bajo de todo el período 1993-2000. A pesar que las RIN con respecto a 1990 casi se duplicaron, ello no ha significado una mejor posición financiera del país para hacer frente a sus necesidades de importación de bienes y servicios. Los estándares internacionales de la disponibilidad de RIN sugieren que estas deben permitir financiar como mínimo 6 meses de importaciones de un país, cualquiera que fuere el país, en el caso del Ecuador en el período 1990-2000 solamente llegaron, y a duras penas, a esos niveles en los años 1994 y 1996. Al año 2000 apenas representaban 3.9 meses de importaciones. (Cuadro No. 4.3.4:3).

En cuanto a la deuda externa, al año 2000 asciende a US\$ 12.821 millones, lo que significa un 24.5% mayor con relación al monto de la deuda en 1990. Deuda que en 1999 en un 85% era deuda del sector público de mediano y largo plazo. De allí que el pago de la deuda, como porcentaje de las exportaciones, se haya venido reduciendo desde 1990; por esta razón y porque el gran aumento de las exportaciones, en particular por la coyuntura internacional favorable del precio del petróleo, principal producto de exportación del Ecuador, del cual dependen en mucho las cuentas públicas. A nuestro modo de ver las cosas si Ecuador no aprovecha muy bien los ingresos extraordinarios por el buen precio del petróleo, va a enfrentar problemas serios en el futuro por una menor liquidez en dólares dado que este es la moneda de curso legal en dicho país, con el consecuente efecto negativo que esto podría tener en la producción.

Inflación

Ecuador es quizás, de los cinco países de la Comunidad Andina, el que haya presentado las tasas de inflación más altas. Lo preocupante de ello es que la tendencia decreciente de la tasa de inflación iniciada en 1990 cuando era de 49.5%, empezó a revertirse a partir del año 1995 cuando alcanzó el nivel más bajo de la década, ubicándose en 22.8%. Desde entonces ha crecido de manera continua tal es así que los años 1999 y 2000 peligrosamente dio un gran salto llegando a niveles de inflación de 60.7% y 91%, esto en un contexto favorable de inflación internacional baja, abundancia de capitales externos, y precios favorables del petróleo. Hay que mirar con cuidado a Ecuador porque, en una economía que ha adoptado al dólar como unidad monetaria de curso legal, y el cambio de dirección de esas variables, puede afectarlo seriamente. (Cuadro No. 4.3.7:3).

- **PERU**

Población

La población del Perú asciende a 25.6 millones de habitantes. El 40.3% conforma la población económicamente activa. Entre 1990 y el 2000 la población creció en 23.6%, casi 2% más del crecimiento experimentado por la población del área andina. La estructura actual que presenta la población del Perú hace presumir que probablemente ingresen a formar parte de la PEA en los próximos cinco años una cantidad cercana a los 1.3 millones de personas, las cuales presionarán por nuevos empleos. En consecuencia el aparato productivo del país tiene que crecer a niveles tales que pueda asimilar un número cercano a dicha cifra de trabajadores para mantener los niveles actuales de empleo. (Cuadro No. 4.3.1:4)

Producto Bruto Interno

La producción en la década de los noventa creció en promedio 3.4%, sin embargo ello no ha sido de manera regular, únicamente en el período 1993-1997 la economía creció de manera continua, en los demás años, a un año de crecimiento le precedió otro de decrecimiento. En el año 1990 fue debido al fuerte programa de ajuste económico aplicado a mediados de ese año para hacer frente a la inflación sumamente alta de aquel entonces; en 1992 fue consecuencia del golpe de Estado que creó un clima político de inestabilidad; y en 1998 por la confluencia tanto de fenómenos naturales (fenómeno del niño en el norte y sequía en el sur) así como la crisis financiera en Asia, repercutieron en el pobre desempeño de la economía.

Los sectores que han impulsado el crecimiento de la economía han sido la inversión y las exportaciones, que en promedio en el período 1990-1999 crecieron 9% y 6.2% respectivamente. Particularmente la inversión fue muy importante hasta 1995, a partir de entonces ha tenido un comportamiento errático donde más han sido los años de caída que de crecimiento. Ello coincide con el inicio de un segundo mandato presidencial del mandatario de ese entonces, que reflejaría la sensibilidad de la inversión extranjera a situaciones de inestabilidad política. En cuanto a las exportaciones cabe destacar el constante crecimiento de ellas durante todos este período a pesar que el Fenómeno del Niño en su momento afectó fuertemente tanto a las exportaciones agrícolas como a las pesqueras. (Cuadro No. 4.3.2:4).

Respecto al comportamiento del PBI por sectores productivos, se observa que los sectores más dinámicos en toda la década pasada fueron servicios de intermediación financiera (10%), construcción (8.1%), minería (7.1%) y electricidad y agua (5.1%). Los sectores más importantes y a su vez principales generadores de empleo tales como: agricultura, manufactura, comercio, transportes y comunicaciones en promedio crecieron 3.5%, pero con cierta irregularidad. (Cuadro No. 4.3.3:4).

Sector externo

Desde 1990 hasta 1999 el Perú no ha presentado superávit en la balanza en cuenta corriente en ningún año. Lo que es más crítico, la balanza comercial también ha sido negativa en todo el período excepto en 1990; es decir, siempre se importó más de lo que se exportó. Dicha situación fue posible de sostener mientras había empresas importantes que privatizar, inversión extranjera directa distinta a aquella interesada en adquirir empresa públicas, y préstamos de

organismos internacionales, cuando los flujos de capital por estos conceptos, pierden dinamismo en mayor o menor grado, la economía empieza a tener problemas, situación que en el Perú se presentó a partir de la crisis financiera internacional de 1998. (No. 4.3.5:4).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de Perú en el año 2000 ascendieron a US\$6.794 millones, un poco por debajo del nivel que alcanzó en 1997 año en que alcanzaron su máximo nivel donde llegaron a US\$6.832 millones. El Perú al igual que los otros países de la región andina tiene como sus principales mercados de destino de las exportaciones los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México) con el 35.3%; la Unión Europea 25.4% y los países de la Comunidad Andina 5.8%. Lo mismo sucede por el lado de las importaciones que en el año 2000 ascendieron a US\$6.531 millones, los principales mercados de origen son las tres mismas zonas económicas antes señaladas.

A grandes rasgos, la estructura comercial del Perú según los mercados de origen y destino de las exportaciones e importaciones respectivamente, indica lo siguiente: a) el Perú a diferencia de los otros países tiene mercados mucho más diversificados en cuanto a sus exportaciones; b) la Comunidad Andina como mercado de destino de las exportaciones es menos importante de la que esta es para países como Colombia; c) el Perú es socio importante como consumidor de importaciones de sus socios comerciales andinos; d) la ventaja para el Perú, desde el punto de vista comercial de pertenecer a la Comunidad Andina, es que la mayor parte de productos que exporta a dichos mercado son bienes manufacturados, que exigen un mayor grado de elaboración, incorporan mayor cantidad de materia prima y mano de obra nacional, por lo que su impacto en la economía es mayor, contrariamente a la simple exportación de materia prima. (Cuadro No. 4.3.6:4).

Deuda externa y reservas internacionales

Las reservas internacionales (RIN) de Perú en el 2000 llegaron a los US\$ 8.180 millones, que comparado con el año 1990 cuando apenas llegaron a US\$ 531 millones representa un crecimiento extraordinario. Sin embargo, comparado con los tres años previos, se aprecia más bien una tendencia decreciente luego de 1997, año en que alcanzaron su nivel más alto US\$ 10.169 millones, posteriormente en 1998 bajaron a US\$ 9.183 millones, tendencia que se acentuó en los años siguientes.

El mayor volumen de RIN ha significado una mejora en la posición financiera del país para hacer frente a sus necesidades de importación de bienes y servicios. En 1990 las RIN le permitían al país financiar solamente 2.2 meses de importaciones, a fines de la década, en el año 2000 esta le permiten financiar 13.2 meses de las necesidades de importaciones. Esta cobertura de aproximadamente un año de importaciones se mantiene así desde 1994 hacia adelante, lo cual es una buena señal de la fortaleza del Perú para hacer frente a eventuales ataques especulativos o a una corrida bancaria.

En lo que se refiere a la deuda externa al año 2000 ascendió a US\$ 27.225 millones, lo que significa un 19.1% mayor con relación al volumen de la deuda vigente en 1990. Deuda que en 1999 en un 72% era deuda del sector público de mediano y largo plazo. A pesar que la deuda total y la deuda externa del sector

público como proporción del PBI se ha venido reduciendo permanentemente durante toda la década de los noventa, contrariamente el servicio de la deuda – pago de intereses y del capital- como porcentaje de las exportaciones se ha elevado de 7.8% en 1990 a 32.7% en 1999, habiendo alcanzado, incluso, en 1993 al 50% de las exportaciones, situación que por cierto era insostenible en el largo plazo. Es importante recordar que en el período 1985-1990 la administración de gobierno de aquel entonces había limitado el pago de la deuda hasta un máximo del 10% de las exportaciones, ello aunado a deudas no pagadas incluso desde antes de 1985 llevaron al país al aislamiento de las fuentes internacionales de capitales, lo que obligó a la siguiente administración a renegociar la deuda para así reinsertarse a los mercados de capitales. (Cuadro No. 4.3.4:4).

El Perú como todos los países de la región andina en el largo plazo tienen como única salida al enorme peso que representa el pago anual de la deuda, aumentar en gran medida sus exportaciones. En el corto plazo es posible tomar deuda nueva para pagar la deuda antigua pero en el largo plazo eso no es posible, es perjudicial, lleva a una situación que obliga a reducir el gasto interno para destinarlo al pago de la deuda, con el consiguiente efecto negativo que ello tiene en la economía.

Inflación

A inicios de la década, Perú aún seguía sumergido en una hiperinflación, la misma que en el año 1990 fue de 7,649%. En ese año, se aplicó un fuerte programa de ajuste económico para tratar de controlarla, felizmente ello se logró, la inflación al año siguiente bajó a 139.2% tendencia ésta que ha continuado año tras año, estando incluso hoy con un problema de deflación, es decir que los precios en lugar de subir están cayendo. La deflación al igual que la inflación también es un problema porque tampoco estimula la producción, la inversión y el consumo, y que nos puede llevar a una recesión; sin embargo, a diferencia de la inflación, ésta es mucho más fácil de combatir. (Cuadro No. 4.3.7:4)

- **VENEZUELA**

Población

La población de Venezuela es de 24.1 millones de habitantes de los cuales el 39.4% corresponde a la población económicamente activa. La población entre 1990 y el año 2000 se ha incrementado en 24%, lo cual representa un crecimiento de 2.8 puntos mayor al experimentado por la población de la Comunidad Andina en su conjunto. La actual estructura de la población de Venezuela marca una señal de cuanto podría ser el incremento de la PEA en los próximos cinco años y de cuantos nuevos empleos más o menos debería ser capaz de crear, como mínimo, la economía para mantener las actuales tasas de desempleo. (Cuadro No. 4.3.1:5).

Producto Bruto Interno

En los tres primeros años de la década pasada, período 1990-1992 la producción creció a tasas cercanas al 7.5%, posteriormente entró a una etapa de crecimiento inestable, a un año de crecimiento le siguió casi siempre un año de recesión. Ese comportamiento dio como resultado que el PBI creciera en promedio durante la década de los noventa 2.% similar al obtenido por Colombia y apenas una décima menor al crecimiento de Ecuador, pero muy inferior al 4% y 3.4% obtenidos por Bolivia y Perú respectivamente.

Dicho crecimiento ha sido impulsado fundamentalmente por las exportaciones (5.4%) y las elevadas tasas de crecimiento de la formación bruta de capital (10.8%) producto de las nuevas inversiones. En el caso de las exportaciones un factor importante ha sido la coyuntura favorable de mejores precios del petróleo. La evolución del PBI esta muy relacionado con el comportamiento de la inversión; generalmente cuando ésta crece la economía también crece, aumentos que dependen de qué tan importante es el crecimiento de la inversión. Viceversa, cuando la inversión decrece la economía prácticamente entra en recesión, por ejemplo en los años 1994, 1996 y 1999 cuando la inversión cae en 29.3%, 11% y 15%, el PBI cae 2.3%, 0.2% y 6.1% respectivamente. (Cuadro No. 4.3.2:5).

Al nivel de sectores productivos los sectores más dinámicos y que impulsaron el crecimiento económico en la década pasada fueron en ese orden: manufactura (4.8%), construcción (4.7%), electricidad, gas y agua (3.3%), y extracción de petróleo (3.1%). En Venezuela a diferencia de los otros cuatro países de la Comunidad Andina, es el único país donde el sector manufacturero en los años noventa fue el de mejor desempeño y el de mayor crecimiento de la región andina. No obstante ello, y a pesar que también el sector construcción, que constituyen junto con el sector manufactura los principales sectores generadores de empleo, la situación de Venezuela en materia de desempleo no ha mejorado, quizás eso se explique porque los sectores de servicios han tenido niveles de crecimiento muy bajos en esos años. (Cuadro No. 4.3.3:5).

Deuda y reservas internacionales

Las reservas internacionales (RIN) de Venezuela al año 2000 llegaron a US\$ 14.179 millones lo que representa un incremento de 21% respecto a las existentes a inicios de la década. En 1990 las reservas acumuladas permitían financiar importaciones por 20.2 meses, sin embargo, esta cobertura al año 2000 bajó de manera impresionante a un poco menos de la mitad, a 11.9 meses. Esto podría indicarnos que la posición financiera del país para financiar sus necesidades de importación de insumos, bienes de capital y consumo y sostener el crecimiento, aún cuando no es alarmante, sí ha empeorado un poco; pero si esto se compara con el año 1995 donde las RIN eran equivalentes a 6.2 meses de importaciones y el comportamiento de los años posteriores más bien lo que se observa es que esta cobertura se ha estabilizado a un período de 12 meses de importaciones. (Cuadro No. 4.3.4:5).

En cuanto a la deuda externa Venezuela es un caso especial, porque sus obligaciones por este concepto se han bajado de US\$ 35.528 millones en 1990 a US\$ 33.308 millones en 2000, esto significa una reducción de 6%. Deuda que en 1999 en un 79.5% era deuda del sector público de mediano y largo plazo. Estos resultados se deben esencialmente a los ingresos extraordinarios del petróleo que obtuvo Venezuela y que a partir de 1995 le posibilitaron empezar a reducir una deuda externa que había alcanzado a los US\$ 41.160 millones.

La menor deuda ha permitido que el porcentaje de ella respecto del PBI y de las exportaciones haya mejorado el perfil de endeudamiento del país. Primero, porque no tienen la presión de pagar grandes cantidades en el corto plazo; segundo, la deuda externa como proporción del PBI se ha reducido del 73.9% en 1990 a 27.6% en el 2000; tercero, el servicio de la deuda como porcentaje de las exportaciones bajó entre 1990 y 1999 de 131.8% a 29.7%, lo que le permite disponer de un mayor monto de divisas para destinarlos a fines productivos. La

impresión es que Venezuela tiene mucha holgura para asumir deuda si es que es necesario.

Sector externo

Venezuela, durante toda la década pasada tuvo su balanza comercial con superávit, en particular en el año 2000 donde las exportaciones duplicaron a las importaciones. Sin embargo ello no siempre se ha traducido en una balanza en cuenta corriente y balanza de pagos con superávit debido a la salida de capitales por concepto de rentas de la inversión, viajes y transportes. (Cuadro No. 4.3.5:5).

Origen y destino del comercio exterior

Las exportaciones de Venezuela en el año 2000 ascendieron a US\$ 31.400 millones, el 50.6% tienen como mercado de destino a los países integrantes del Acuerdo de Libre Comercio del Norte (conformado por Canadá, EE.UU, y México); 11.5% se orienta a los países de la Comunidad Andina, y 8% a la Unión Europea. En cuanto a las importaciones que ascendieron a US\$ 15.278 millones tienen como principales mercados de origen la zona de Libre Comercio de Norte 50%, la Unión Europea 19.5%, el Mercosur 6.9%, y la propia Comunidad Andina 6%.

Lo anterior nos indica, que el principal socio comercial de Venezuela es la zona de Libre Comercio de Norte que concentra el 50% de los flujos de comercio del país, de manera que dependiendo cómo evolucione la economía de los EE.UU, en particular, y de cómo se maneje en el ámbito político las relaciones con ese país, va a evolucionar el comercio exterior de Venezuela.

El comercio con la Comunidad Andina es ahora mucho más importante, aún cuando siempre ha sido su tercer principal mercado de destino de las exportaciones venezolanas. En 1990 las exportaciones de Venezuela a la Comunidad Andina apenas representaban el 2.7% de las exportaciones totales, hoy superan el 11%. Por el lado de importaciones también se aprecia una mayor vinculación comercial; en 1990 llegaba al 3.1%, hoy esa proporción se ha duplicado. (Cuadro No. 4.3.6:5).

Inflación

En cuanto al comportamiento de la inflación, la trayectoria de Venezuela ha sido un poco contraria a la tendencia generalizada en los países de la región, mientras en el resto de países la tendencia era que la inflación bajaba, aquí más bien desde 1990 hasta el año 1996 cuando llegó a superar la barrera de los dos dígitos –la tasa de inflación llegó a 104.5%- estuvo aumentando. Desde entonces hay una fuerte reducción ubicándose en el año 2000 en 13.4%. (Cuadro No. 4.3.7:5).

(Los cuadros a los que se hace referencia se encuentran en el ANEXO 1)

4.3.2 Perspectivas de las Economías de la Región Andina para el período 2002

A pesar de los riesgos a corto plazo y el marcado empeoramiento del entorno externo, especialmente desde los ataques del 11 de septiembre, se estima que la recuperación del PIB de la región comenzará este año 2002. Se prevé que el crecimiento en América Latina, en general, ascienda al 2,5% en el 2002, siempre y cuando los países en dificultades financieras logren evitar el incumplimiento del

recuperar sus niveles anteriores a la crisis asiática, y varios de ellos han seguido disminuyendo en el 2001. En este terreno, las perspectivas para el 2002 son en general poco alentadoras, ya que se prevé la continuidad de la tendencia decreciente para los precios de la mayor parte de los productos primarios que exporta la región, en particular del petróleo, de la mayor parte de los minerales, y de los alimentos y bebidas tropicales. En cambio, se podría esperar una mejoría en el precio de la carne y de algunos alimentos de clima templado.

Otro factor destacado del presente año y que probablemente se prolongará en el siguiente es el bajo dinamismo del crédito interno que se ha visto en los últimos años. Al fuerte crecimiento del crédito de principios de los años noventa, que fue destinado en gran parte a financiar los gastos de consumo y vivienda, siguió un estancamiento e inclusive una caída del crédito concedido en la mayor parte de los países de la región.

- **BOLIVIA**

Presenta una demanda interna privada deprimida. El gasto público podría incrementarse en una coyuntura electoral por las elecciones presidenciales de mayo de éste año, pero debería respetarse las metas de déficit fiscal acordadas con el FMI en el ámbito del programa para los países de ingresos bajos altamente endeudados (HIPC). Del lado de la oferta, la producción agrícola se vió afectada este año por malas condiciones climáticas, y los disturbios sociales y cortes de rutas de principios de año afectaron la actividad. Los precios de los productos exportados han estado en niveles bajos (minerales, soja) o decrecientes (gas). Para el 2002 se espera que continúe el lento crecimiento económico que ha experimentado Bolivia desde 1999 cuando apenas creció 0,5% de crecimiento. El crecimiento en el 2002 se espera que sea del 2.2%. La leve mejoría provendría de alguna recuperación en precios de las materias primas exportadas y de una mayor inversión y producción en los sectores minero y de hidrocarburos. Deberían aumentar las exportaciones de gas natural a Brasil, que han crecido más lentamente de lo previsto (se estima que recién en 2003-2004 alcanzarán su plena capacidad), y se han descubierto nuevas reservas de gas natural, que concitan el interés de empresas transnacionales.

En el plazo más inmediato, el actual Gobierno, que culminará su gestión en agosto del 2002, deberá generar los consensos políticos necesarios para avanzar aceleradamente en las reformas estructurales que permitan la pronta reactivación de la economía boliviana y reduzcan los conflictos, sin que ello se traduzca, como parece ser el riesgo, en un aumento desmesurado del déficit fiscal que comprometa las perspectivas futuras de crecimiento del país. En estas circunstancias, se vislumbra un escenario difícil para los próximos meses, con muchas presiones para traducir las demandas de los grupos en conflicto en gastos fiscales compensatorios.

Por otro lado se espera que en el año 2002 tanto la balanza comercial como en cuenta corriente se mantengan deficitarias pero a niveles manejables. La balanza en cuenta corriente se espera que presente un déficit equivalente al 3.6% que mantiene la tendencia a la baja mostrada en los tres años anteriores. Esto generará presiones sobre las reservas internacionales y los precios, que sólo se verán mitigadas si el gasto privado se mantiene relativamente estable. Ello implicará una reducción de las reservas internacionales en US\$100 millones respecto al año 2001. Por otra parte, de darse la reactivación económica en el año 2002, con un crecimiento del 2.2% del PBI, es probable que la inflación aumente del 1.6% registrado en el 2001 a 2.4% en el presente año.

- **COLOMBIA**

Colombia está entrando a una etapa de definiciones en el ámbito político y económico. Si no mejora el contexto internacional, impulsado por la recuperación de la economía norteamericana y se profundizan las acciones de sabotaje por parte de la guerrilla, el país enfrentará serios problemas entre los cuales cabe presumir una mayor militarización e injerencia por parte de las tropas norteamericanas.

En ese contexto la inversión seguirá disminuyendo, la capacidad del país para aumentar su oferta exportadora y, consecuentemente, las posibilidades de mejorar el bienestar y los niveles de empleo son remotas y sumamente difíciles.

En ese contexto el país pierde competitividad y energía para seguir en la senda de crecimiento. Los problemas estructurales de violencia política son hoy el principal problema para encaminar el país por una senda de crecimiento seguro y sostenido.

En este marco político y económico se espera, aún, que el país pueda crecer a una tasa de 2.5%, y la inflación se reduzca a 6.8%, lo que significa 1% menos que el año anterior, para que experimente una leve reducción en sus niveles de reservas.

- **ECUADOR**

La economía ecuatoriana está teniendo una notable recuperación, basada hasta ahora en la confianza que trajo la dolarización, en la reactivación del mercado interno, en el precio relativamente alto del petróleo y en las cuantiosas inversiones que están empezando a hacerse para la construcción del oleoducto de crudos pesados (OCP). El sector financiero sigue siendo el lado débil de este proceso. Para el 2002 se prevé que continuará el fortalecimiento del mercado interno y el empuje de las inversiones del OCP; pero las buenas perspectivas de crecimiento podrían atenuarse por los interrogantes existentes sobre el sistema financiero, sobre las exportaciones privadas y sobre el precio del petróleo.

En cuanto al sector financiero, la toma de una decisión definitiva sobre Filanbanco (la liquidación parece ser la única alternativa) y sobre el Banco del Pacífico (entrega a administrador privado) es crucial para conseguir que por fin toque fondo la crisis financiera. Además, es urgente aproximarse lo más rápido posible a las normas bancarias de Basilea, a fin de que se fortalezca la banca privada. Las exportaciones privadas ya han empezado a sufrir algún impacto negativo de la situación de la economía mundial, y de las nuevas restricciones al transporte aéreo de carga. Se espera un descenso en los precios de los productos primarios en general, y problemas particulares para los productos que dependen del transporte aéreo, como las flores y el pescado fresco.

Si perdurara por un año la caída del precio del crudo a US\$16, su nivel actual, habría una pérdida de ingresos fiscales y de balanza de pagos del orden de 2% del PIB (unos US\$350 millones anuales). Obviamente, esto implicaría un recorte importante en la inversión pública, lo que contribuiría a aminorar el crecimiento.

El cuadro de perspectivas que resulta de la combinación de todos estos elementos es mixto, pero parecen preponderar los elementos positivos, que son la confianza de los agentes domésticos y las cuantiosas inversiones en el nuevo oleoducto.

En ese contexto es probable que la economía no alcance ni remotamente los niveles de crecimiento del año 2001 cuando fue de 5.6%. Para el presente año 2002, se espera que éste sea del 3.8%. Al mismo tiempo se avizora un mejor control de la inflación y de las cuentas públicas. En el caso del primero se reducirá moderadamente del 1.8% del 2001 a 1.3% en el año 2002. Respecto de la inflación, experimentará una importante reducción que llegaría a 7%, lo que representa menos de la mitad de la observada en el año 2001 cuando llegó a 18%, nivel que aún está muy alto respecto de la inflación internacional; por ello se debe seguir actuando sobre ella a fin de acercarla a los niveles internacionales, es decir, entre 2 a 2.5% anual.

En cuanto al sector externo, la balanza comercial y en cuenta corriente presentarán en el año 2002 un déficit de 0.7% ambas, lo cual es el doble de la registrada en el año 2002. Sin embargo este déficit será compensado por la entrada de capitales, de allí que el impacto en las reservas internacionales sería nulo, manteniéndose en los niveles del año 2001.

- PERÚ

En términos generales, en Perú, la actividad económica empezó a recuperarse a partir de fines del tercer trimestre impulsada por la minería, reflejando los fuertes aumentos en la producción de cobre derivado de la puesta en marcha del proyecto de la mina Antamina, y también con aumentos significativos en la producción de hierro, plata y gas natural. No obstante, la producción manufacturera sigue cayendo a octubre del 2001 y la demanda interna se mantiene deprimida; principalmente, por una significativa disminución de la inversión, en especial la del Estado, y una caída en el consumo del gobierno. El año 2001 terminó con una leve contracción del PIB del 0.1%. Para 2002, se espera un crecimiento de la economía, algunos signos del cual se pudieron percibir en los últimos meses del año pasado. El crecimiento estaría basado, principalmente, en una expansión del sector minero y en una recuperación de la inversión. Además del pleno funcionamiento de una nueva mina de cobre, se espera la inauguración de la ampliación de la mina de Yanacocha (oro) así como el inicio de la construcción del gasoducto en el marco del proyecto de Camisea. Se espera también que la paulatina recuperación de la economía internacional alimente un aumento de la demanda internacional de metales, lo que permitiría la entrada en funcionamiento de algunas minas que cerraron debido a los bajos precios internacionales de los metales.

Se espera también que el programa de privatizaciones y concesiones se acelere, con la privatización de empresas eléctricas, puertos regionales, depósitos mineros y la concesión de puertos, todo lo cual generaría, al menos en el corto plazo, ingresos en la balanza de pagos.

De acuerdo a la Carta de Intención presentada por el gobierno peruano al fondo monetario internacional, se proyecta que el PBI real crezca entre 3.5% y 4% por ciento en el 2002 y cerca de 5% en el 2003, mientras que la tasa anualizada de inflación se espera que sea 2.5% en el 2002 y 2% en el 2003. El déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos se ampliará temporalmente durante el período 2002-2003, debido a la recuperación de la actividad económica, pero manteniéndose por debajo del 3% del PBI. Las reservas internacionales se mantendrán en niveles adecuados, con reservas brutas que cubran diez meses de importaciones de bienes y servicios y equivalentes a cerca de una y media veces el saldo de la deuda externa que vence en los siguientes doce meses.

La política monetaria será consistente con los objetivos de crecimiento económico, inflación y balanza de pagos del programa. En el corto plazo, la meta intermedia de la política monetaria continuará siendo la emisión primaria; sin embargo, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) está considerando introducir un esquema formal de metas de inflación. El BCRP continuará manejando prudentemente los requerimientos de encaje en moneda extranjera, de manera consistente con el programa monetario y con el mantenimiento de un adecuado nivel de reservas internacionales. El programa incluirá, como criterios de desempeño durante el 2002, topes trimestrales máximos a la expansión de activos domésticos netos y mínimos para la acumulación de reservas internacionales netas del Banco Central.

El BCRP mantendrá el sistema de tipo de cambio flotante que ha servido para que la economía peruana se adapte a las variaciones en los términos de intercambio y a otros *shocks* externos. Asimismo, continuará su intervención en el mercado cambiario con el fin de limitar la volatilidad en el tipo de cambio, manteniendo la práctica de no intervenir a futuro en el mercado de divisas.

- **VENEZUELA**

Las perspectivas macroeconómicas no son muy halagadoras en el corto plazo. La evolución de la economía basada en la expansión del gasto, el ancla cambiaria, la fuga de capitales y las bajas tasas de interés que fueron sostenibles en forma temporal con un precio de petróleo de US\$20 solo serán sostenibles si los precios del petróleo se mantienen a los niveles actuales.

En ausencia de ajustes correctivos por parte del gobierno, y sobre la base de las proyecciones internacionales sobre el precio del petróleo, el escenario económico más probable para el año 2002 tiene las siguientes características:

- Incremento de la deuda pública posiblemente resultando en “crowding out” del sector privado.
- Aumentar la devaluación del Bolívar.
- Contracción económica como resultado de un ajuste grande.
- Además, los riesgos del sistema financiero que todavía no se recupera totalmente de la crisis del 1994-1995, aumentarían significativamente.

De otra parte los acontecimientos políticos últimos han generado una elevación sustantiva de la salida de capitales aunada a un ambiente político impredecible. Solo en los últimos días el país ha sufrido una fuga de capitales de aproximadamente US\$ 2.000 millones, situación que se hace insostenible, sobre todo en un año en que se prevé una reducción de las exportaciones petroleras del orden de los US\$ 6.200 millones. Esta situación generará una reducción del superávit comercial hasta los US\$ 4.300 millones, y del superávit en cuenta corriente hasta los US\$ 1.200 millones.

En este contexto se espera que la actividad productiva en el 2002 sufra una leve baja de 0.6%, a diferencia del crecimiento de 2.5% del año 2001. Por otra parte, la tasa de inflación experimentaría una alza del 13.1% del año 2001 al 17.6% en el 2002, lo que es preocupante para el futuro de la economía venezolana.

4.4 Análisis de la Demanda

En la sección 4.2.3 (Determinación del Área Geográfica que abarcará el Estudio) del Capítulo 4: Estudio del Mercado, del presente Estudio de Pre – Factibilidad, se determinó que el proyecto abarcaría dos áreas geográficas bien determinadas. Éstas áreas comprenden: El mercado nacional peruano y el mercado regional de la comunidad andina constituido por Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela.

Por esta determinación la demanda del Proyecto comprenderá la demanda del mercado nacional y parte de la demanda de los demás países que comprenden la comunidad andina.

Así, tenemos que la demanda aparente del proyecto es:

$$\text{Demanda Aparente} = \Sigma \text{Producción} + \Sigma \text{Importaciones} - \Sigma \text{Exportaciones}$$

En nuestro país, Perú; así como en Bolivia, Ecuador y Colombia no existe ninguna fábrica que produzca tuberías y accesorios de cobre refinado, a excepción de Venezuela, a pesar que Venezuela no produce cobre catódico, por lo que debe importarlo pero en cambio, tiene disponibilidad de energía barata.

Entonces tenemos que al no haber producción, la demanda del mercado nacional (Perú) y la demanda regional (Bolivia, Colombia y Ecuador) será igual a las importaciones menos ínfimas cantidades que se exportan, como se verán más adelante en los cuadros estadísticos.

Se sabe que la cantidad importada es consumida en casi su totalidad por lo que podríamos concluir que la oferta en ambos mercados sería igual a la demanda. Pero no podríamos saber realmente si la demanda de ambos mercados fuera mayor que la oferta, no tendríamos como saberlo en esta etapa del estudio.

No se sabe con exactitud el consumo de los mercados internacionales pero las cantidades demandadas por los mercados andinos en estudio provienen principalmente de tres países: Chile, Estados Unidos y México. Y en un menor grado de otros países, tales como Brasil para el Perú, Canadá para Bolivia, Venezuela para Colombia y Ecuador y Francia para el caso venezolano.

4.4.1 Demanda Histórica

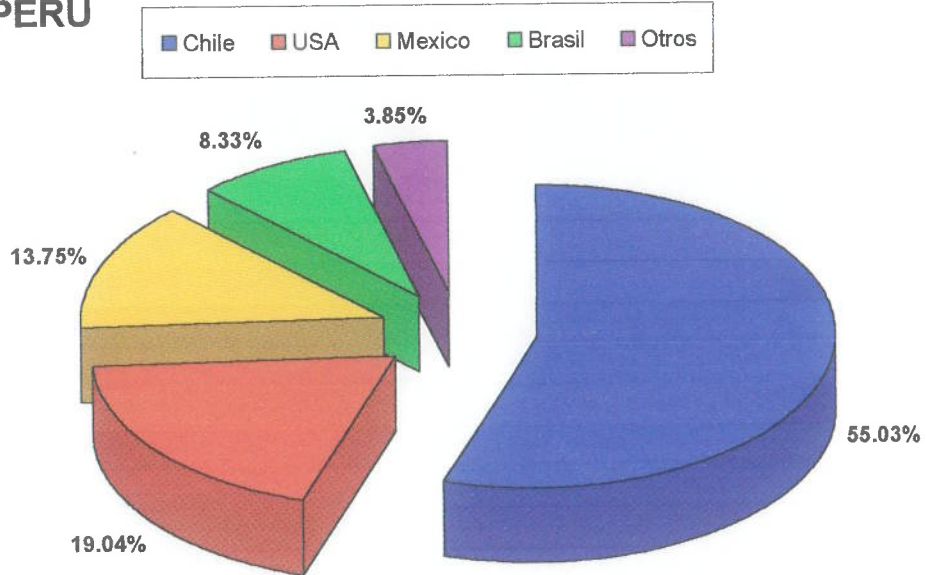
La demanda, o consumo, histórica es aquella que se registra en un período de tiempo determinado; para nuestro proyecto el período comprendido es (1991 – 2000). Las informaciones de la demanda histórica son útiles para la obtención de la demanda aparente del proyecto, que en un primer momento ayuda a determinar el mercado de influencia del bien. Por esta razón es importante y necesario conocer el comportamiento del bien en el pasado.

A continuación y antes de mostrar los cuadros estadísticos se mostrará la representación porcentual de los países exportadores de tuberías y accesorios de cobre a la región andina en gráficos de pye de manzana, donde se podrá apreciar la influencia de éstos países y su porcentaje de participación.

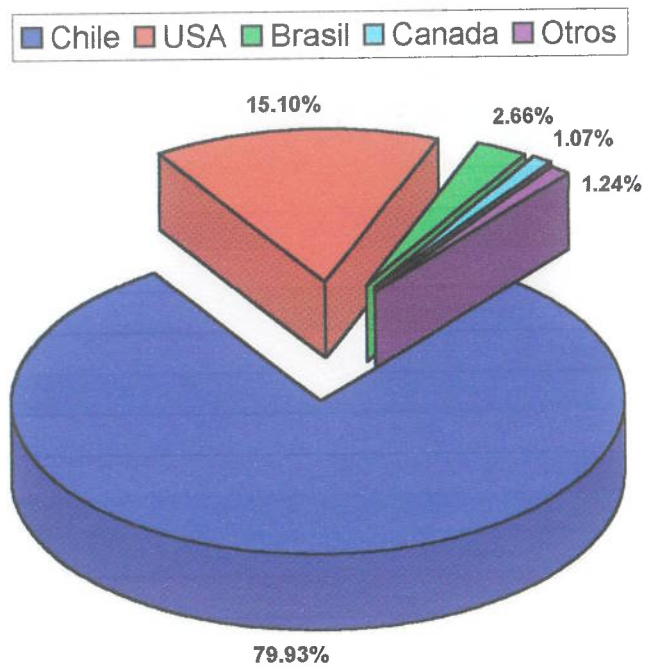
(VER GRAFICOS 4.1 y GRAFICOS 4.2)

GRÁFICOS 4.1: REPRESENTACION PORCENTUAL DE LAS IMPORTACIONES DE LAS TUBERIAS DE COBRE REFINADO DE LOS PAISES DE LA COMUNIDAD ANDINA.

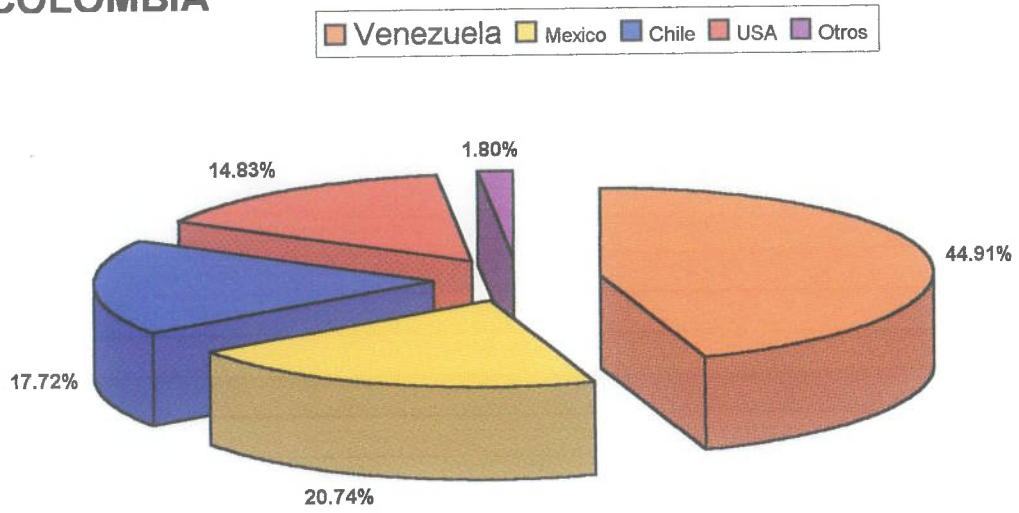
PERU



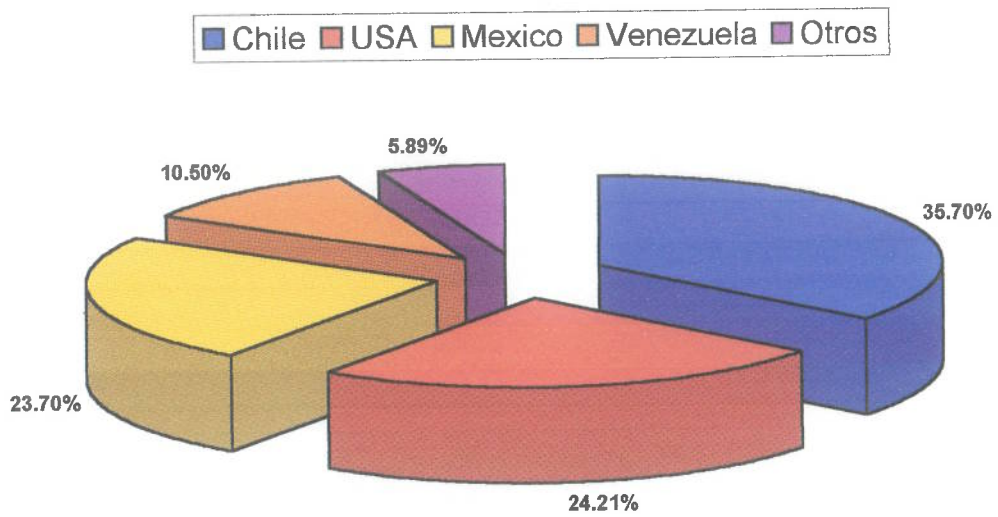
BOLIVIA



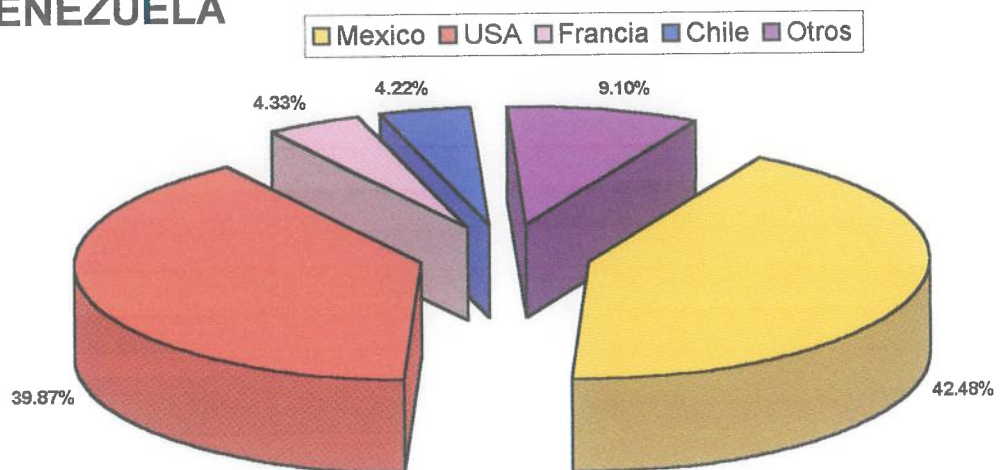
COLOMBIA



ECUADOR

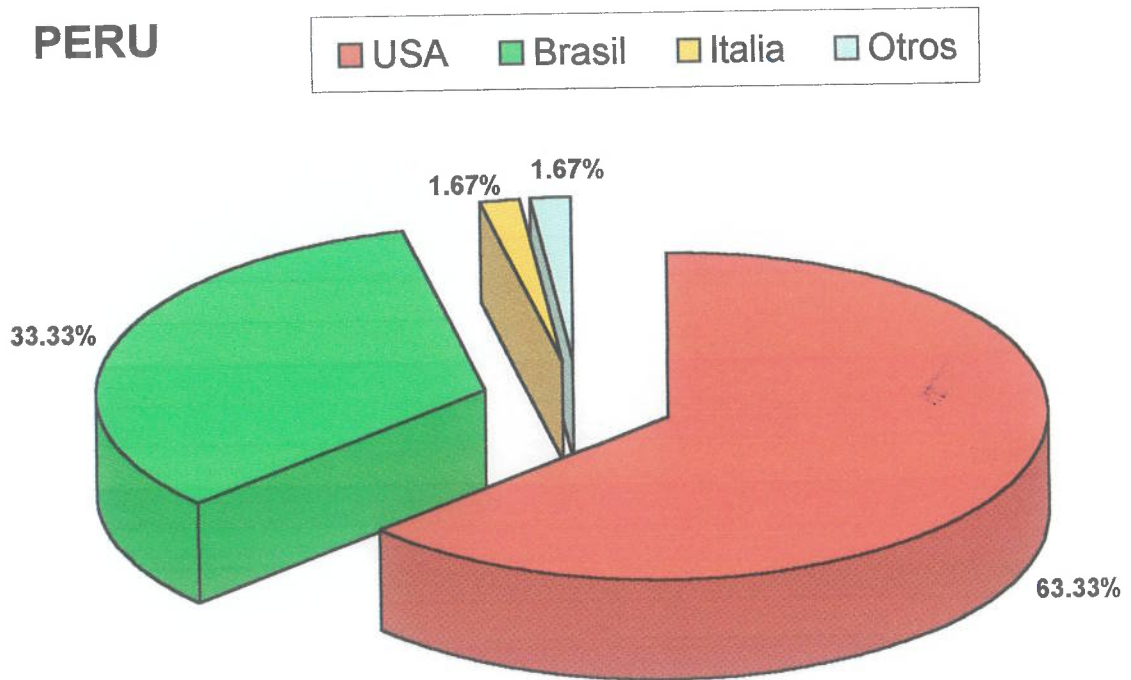


VENEZUELA

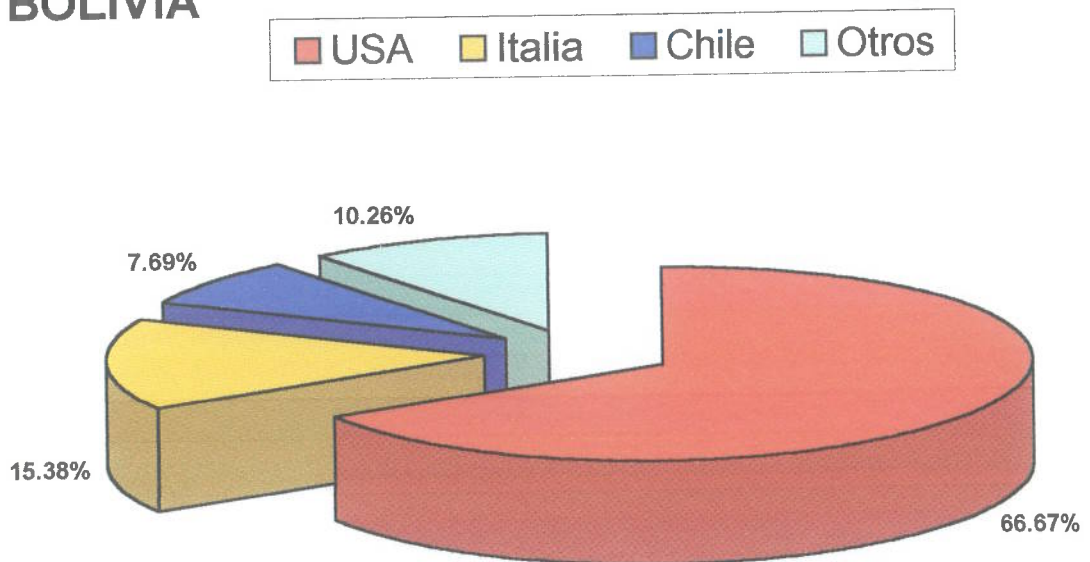


GRÁFICOS 4.2: REPRESENTACION PORCENTUAL DE LAS IMPORTACIONES DE LOS ACCESORIOS DE TUBERÍAS DE COBRE REFINADO DE LOS PAISES DE LA COMUNIDAD ANDINA

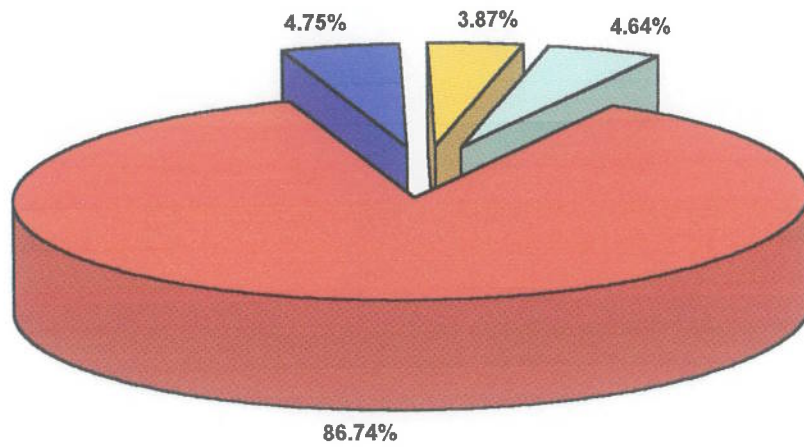
PERU



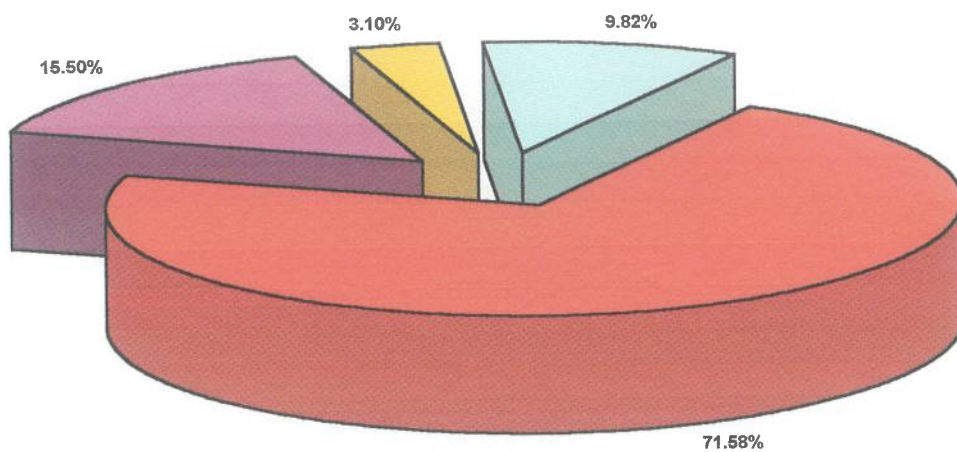
BOLIVIA



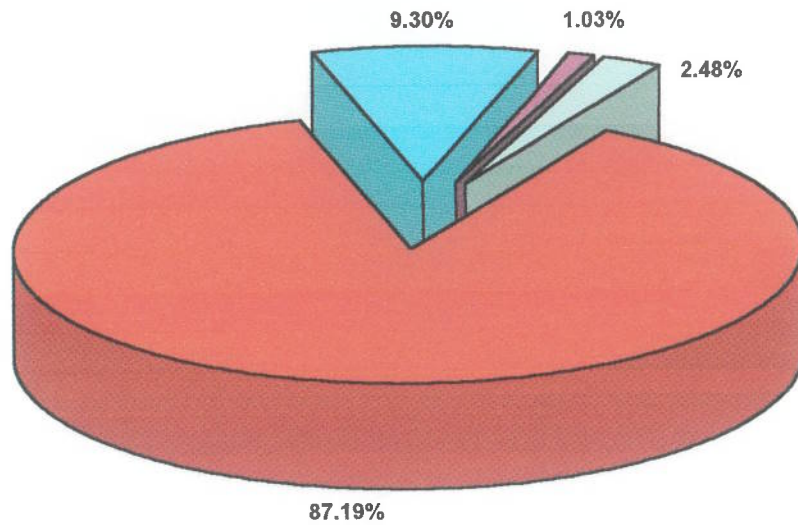
COLOMBIA



ECUADOR



VENEZUELA



- **Importaciones**

Las importaciones en el período 1991 – 2000 de tubos de cobre y accesorios de cobre refinado pueden ser observadas en el ANEXO 2.

VER LOS SIGUIENTES CUADROS:

- 4.4.1.1 – PERÚ: Importaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.1.2 – PERÚ: Importaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.2.1 – BOLIVIA: Importaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.2.2 – BOLIVIA: Importaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.3.1 – COLOMBIA: Importaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.3.2 – COLOMBIA: Importaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.4.1 – ECUADOR: Importaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.4.2 – ECUADOR: Importaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.5.1 – VENEZUELA: Importaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.5.2 – VENEZUELA: Importaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)

- 4.4.6.1 – PERU: Importaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.6.2 – PERU: Importaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.7.1 – BOLIVIA: Importaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.7.2 – BOLIVIA: Importaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.8.1 – COLOMBIA: Importaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.8.2 – COLOMBIA: Importaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.9.1 – ECUADOR: Importaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.9.2 – ECUADOR: Importaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.10.1 – VENEZUELA: Importaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.10.2 – VENEZUELA: Importaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)

Como se podrá observar en los cuadros, en el Perú en el período 1991 – 2000 ha habido fluctuaciones en las importaciones de tubos de cobre refinado, así observamos que hubo un punto alto en 1995 para bajar en los años 1996 y 1997, para volver a subir en 1998 y bajar en 1999 y subir en el año 2000. Pero el consumo promedio es de 421.2 toneladas anuales en el período 1991 – 2000.

Igual comportamiento tienen los demás países andinos debido a factores propios de cada país, siendo el consumo promedio anual los siguientes:

Bolivia :	56.3 toneladas
Colombia:	2822.5 toneladas
Ecuador:	337.5 toneladas
Venezuela:	1048.5 toneladas

Los tubos a base de cobre – zinc, cobre – níquel y demás aleaciones siguen un patrón parecido de importación al de los tubos importados a base de cobre refinado.

- **Producción**

En la actualidad en el Perú no existe ninguna empresa que produzca tubos y accesorios de cobre en la capacidad y la calidad que serán pretendidas en el proyecto. Las empresas que producen los tubos son pequeñas e informales, con un nivel de producción insignificante y una tecnología prácticamente artesanal.

La producción de tubos de cobre en el país desde 1981 hasta 1990 puede ser observada en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.4.11: Producción de tubos de cobre en el Perú (1981 – 1990)

Año	Producción (kg)
1981	18,470
1982	8,496
1983	10,798
1984	13,557
1985	21,353
1986	37,861
1987	46,913
1988	45,600
1989	36,174
1990	25,161

FUENTE: Ministerio de Industria. Departamento de Estadística
Elaborado por: Ximena León del Carpio – Curso Seminario II
Reelaborado por: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

- **Exportaciones**

Las exportaciones en el período 1991 – 2000 de tubos de cobre y accesorios de cobre refinado de los países de la comunidad andina, pueden ser observadas en el ANEXO 2 inmediatamente a continuación de los cuadros de importaciones.

VER LOS SIGUIENTES CUADROS:

- 4.4.12.1 – PERÚ: Exportaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.12.2 – PERÚ: Exportaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.13.1 – COLOMBIA: Exportaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.13.2 – COLOMBIA: Exportaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.14.1 – VENEZUELA: Exportaciones de tuberías de cobre (En toneladas)
- 4.4.14.2 – VENEZUELA: Exportaciones de tuberías de cobre (En miles de US\$)

- 4.4.15.1 – PERÚ: Exportaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.15.2 – PERÚ: Exportaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.16.1 – COLOMBIA: Exportaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.16.2 – COLOMBIA: Exportaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.17.1 – ECUADOR: Exportaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.17.2 – ECUADOR: Exportaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)
- 4.4.18.1 – VENEZUELA: Exportaciones de accesorios de cobre (En toneladas)
- 4.4.18.2 – VENEZUELA: Exportaciones de accesorios de cobre (En miles de US\$)

En el caso de las exportaciones de tuberías de cobre, los países de Bolivia y Ecuador no registraron exportaciones en el período comprendido entre 1991 – 2000. Lo mismo pasa nuevamente para Bolivia en las exportaciones de accesorios de cobre para el mismo período, por lo que no se ha considerado los cuadros respectivos.

A continuación se mostrarán los siguientes cuadros:

4.4.19: Cuadro Resumen de: Importaciones – Exportaciones de tuberías de cobre

4.4.20: Cuadro Resumen de: Importaciones – Exportaciones de accesorios de cobre

Ambos cuadros muestran un resumen de la diferencia entre importaciones y exportaciones (en toneladas), tanto de tuberías como accesorios de cobre refinado. Se puede observar en el cuadro 4.4.19 que en el caso de Venezuela los datos arrojan saldos negativos debido a una mayor exportación que importación de tuberías de cobre, debido a que Venezuela cuenta con una planta industrial de fabricación de tuberías de cobre, a pesar de no poseer producción de cobre catódico que es insumo para la fabricación de tuberías de cobre refinado. Siendo su principal cliente Colombia como se puede observar en el cuadro 4.4.3.1.

Se podría concluir hasta este punto del análisis que solamente habría la posibilidad de colocar una planta más en esta parte del hemisferio, debido a que Venezuela abastece de cobre a la zona norte de América del Sur, Chile es el gran exportador en el continente sudamericano y Brasil, al parecer, según las estadísticas produce tubos de cobre para su propio mercado local, principalmente.

CUADRO 4.4.19: Cuadro Resumen de: IMPORTACIONES - EXPORTACIONES (Partida 74111000 - Tuberías de cobre - En toneladas)

PAIS ANDINO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PERÚ	242	166	476	508	551	358	431	563	320	567
BOLIVIA	144	35	55	50	40	34	36	55	62	52
COLOMBIA	1467	2381	3085	3137	2883	3868	2986	3475	1895	3045
ECUADOR	193	284	312	279	369	250	548	668	192	280
VENEZUELA	504	-266	-520	-1341	-967	-834	-27	-40	126	-410

FUENTE: COMUNIDAD ANDINA, Secretaría General

ELABORACIÓN: ADOLFO BRICEÑO.2002

CUADRO 4.4.20: Cuadro Resumen de: IMPORTACIONES - EXPORTACIONES (Partida 74121000 - Accesorios de cobre - En toneladas)

PAIS ANDINO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PERÚ	-140	-10	73	12	16	10	18	34	15	10
BOLIVIA	0	3	4	1	7	5	0	13	1	5
COLOMBIA	-48	3	44	97	104	56	110	78	26	72
ECUADOR	80	-16	37	25	31	28	76	54	16	18
VENEZUELA	59	40	51	11	-8	9	50	71	75	75

FUENTE: COMUNIDAD ANDINA, Secretaría General

ELABORACIÓN: ADOLFO BRICEÑO.2002

4.4.2 Demanda Potencial

La demanda potencial es aquella que no ha llegado a cumplir con las necesidades mínimas del consumidor por diversas razones; no cumpliendo con los requerimientos de uso y satisfacción de los demandantes de la población de consumo.

Los patrones de consumo de los compradores son aquellas variantes del producto que son adquiridas con más frecuencia o que tienen una mayor demanda.

En un Estudio Preliminar² anterior, habla acerca de los patrones de consumo de tuberías de cobre lo siguiente:

“En el Perú los tubos más comprados son los tipo L y tipo K, cuyas propiedades de uso ya han sido debidamente explicadas en la sección 1.1 del presente capítulo; la tubería de diámetro exterior de media pulgada por 20 pies de largo y los tubos de diámetro exterior de un cuarto de pulgada en rollos principalmente para conexiones automotrices”.

Dado el nivel de Estudio Preliminar es una buena apreciación de los patrones de consumo de las tuberías de cobre. Pero en el presente Estudio de Pre – Factibilidad se busca llegar más lejos en analizar la demanda potencial en sectores poco manejados y que pueda llegar a tener una gran demanda y por tanto variar los patrones de consumo. A continuación plantearemos el análisis de la demanda potencial que se llevará a cabo en el presente Estudio.

En el presente Estudio de Pre – Factibilidad se ha segmentado el mercado en dos, uno nacional o local y el otro regional, que abarca los demás países de la comunidad andina aparte del Perú. Analizaremos primero nuestro mercado nacional y luego el otro mercado.

Mercado Peruano

Haciendo un rápido análisis de nuestro mercado podemos concluir que es pequeño e inestable y además, en el caso de las tuberías y accesorios de cobre, está sujeto al crecimiento o disminución de ciertos sectores de la economía. Debido a este conocimiento se busca la opción de exportar este bien. Pero los tubos y accesorios de cobre podrían tener una gran demanda potencial para los siguientes usos:

- Calentadores solares de cobre para el área del sector turismo.
- Refrigeración
- Sector transporte, conversión de vehículos a GLP ó Gas Natural: taxis, transporte público y transporte pesado.
- Transporte de agua caliente
- Transporte de gas para uso doméstico. (Proyecto Camisea)

Analizaremos a continuación éstos usos uno por uno y en la forma más detallada posible.

² “Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de tubos de cobre” – Autor: León del Carpio, Claudia Ximena. Lima, 1998.

- Calentadores Solares para el área del sector turismo

En el ANEXO 3, se detalla explícitamente la base teórica, el comportamiento térmico, el comportamiento económico y otros aspectos sobre los calentadores solares de cobre, información elaborada por el Ing. Alfredo Oliveros Donohue de la ONG EDEVI, dicha información me fue proporcionada por la revista COSTOS debido a mi participación en el Seminario: “Ventajas del cobre en las instalaciones sanitarias e industriales”, organizado por la revista COSTOS y la institución sin fines de lucro PROCOBRE – PERÚ, evento que se llevó a cabo los días 11, 12 y 13 de diciembre del 2001.

Luego de esta pequeña introducción podemos ver el tipo de tuberías y dimensiones de un calentador solar de cobre.

Existen calentadores solares de uso casero, como también otros más grandes cuya disposición puede ser en serie o en paralelo.

Para un calentador de tipo casero el requerimiento de aditamentos de cobre son:

- 2 tubos tipo L de temple duro de 1” de diámetro nominal y 1 metro cada uno.
- 8 tubos tipo L de temple duro de $\frac{3}{8}$ ” de diámetro nominal y de 198 cm de longitud cada tubo.
- 16 flejes de cobre de 100cm x 12cm x 3.58mm
- 2 tapones de cobre

Observando el cuadro 4.2.4 de la sección 4.2 del presente Capítulo podemos determinar los pesos de estos tubos y por tanto la cantidad en kg de tubos de cobre necesarios en un calentador solar.

Así tenemos que:

Un tubo tipo L de temple duro de 1” tiene un peso de 0.975 kg x metro lineal.
Un tubo tipo L de temple duro de $\frac{3}{8}$ ” tiene un peso de 0.295 kg x metro lineal.

Con estos datos podemos determinar que el peso necesario en tuberías de cobre para un calentador solar doméstico es de: 6.623 kg. Pero si consideramos un 30% más de insumo de cobre para calentadores solares para hospedajes de turismo tendremos un peso de: 8.61 kg. Que es el peso que consideraremos para realizar los cálculos de demanda.

En el cuadro 4.4.21 que se muestra a continuación y que es un resumen de la información estadística de hospedajes de los departamentos más fríos del país proporcionada por el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales y que está condensada por departamento en el Compendio Estadístico departamental 1997 – 1998 del INEI, podemos ver la cantidad de hospedajes que contaban cada departamento en el período 1993 – 1997.

En el mismo cuadro se observa los pronósticos efectuados de las posibles cantidades de hospedaje para los años 2001 y 2006, siendo estas cantidades 6,246 y 16,535 respectivamente. Estas cantidades indican la cantidad de hospedajes totales potenciales que podrían disponer o adquirir un calentador solar de cobre casero para disponer de agua caliente para los turistas.

CUADRO 4.4.21: ESTABLECIMIENTOS DE HOSPEDAJE DE LOS DEPARTAMENTOS MAS FRÍGIDOS DEL PAIS - PERÍODO 1993 - 1997

DEPARTAMENTO	1993	1994	1995	1996	1997	Variación % 1º año	Variación % 2º año	Variación % 3º año	Variación % 4º año	Variación % Prom. Anual	Variación % Quinquenal	Pronóstico de Aumento de Hospedaje Neto - 2001	Pronóstico de Aumento de Hospedaje Neto - 2006
ANCASH	133	160	118	195	300	20.30	-26.25	65.25	53.85	28.29	170.86	513	1388
APURIMAC	14	16	16	19	39	14.29	0.00	18.75	105.26	34.57	227.98	89	292
AREQUIPA	136	168	204	240	278	23.53	21.43	17.65	15.83	19.61	104.67	291	596
AYACUCHO	0	18	35	36	45	0.00	94.44	2.86	25.00	30.58	190.70	86	249
CAJAMARCA	35	37	43	43	93	5.71	16.22	0.00	116.28	34.55	227.77	212	694
CUSCO	131	154	209	253	317	17.56	35.71	21.05	25.30	24.91	143.40	455	1106
HUANCAVELICA	5	6	12	13	12	20.00	100.00	8.33	-7.69	30.16	187.02	22	64
HUANUCO	63	65	72	89	91	3.17	10.77	23.61	2.25	9.95	46.15	42	61
ICA	141	144	171	163	187	2.13	18.75	-4.68	14.72	7.73	34.70	65	87
JUNIN	112	112	78	78	216	0.00	-30.36	0.00	176.92	36.64	248.60	537	1872
LA LIBERTAD	171	193	236	244	261	12.87	22.28	3.39	6.97	11.38	53.87	141	216
LAMBAYEQUE	73	77	83	96	107	5.48	7.79	15.66	11.46	10.10	46.93	50	74
LIMA Y CALLAO	863	1004	1385	1703	2214	16.34	37.95	22.96	30.01	26.81	158.62	3512	9082
MOQUEGUA	40	45	51	56	57	12.50	13.33	9.80	1.79	9.36	43.01	25	35
PASCO	22	48	51	62	68	118.18	6.25	21.57	9.68	38.92	272.44	185	690
PUNO	90	88	92	81	104	-2.22	4.55	-11.96	28.40	4.69	20.12	21	25
TACNA	107	110	119	120	108	2.80	8.18	0.84	-10.00	0.46	1.84	2	2

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - COMPENDIO ESTADISTICO DEPARTAMENTAL 1997 - 1998

TOTALES 6246 16535

ELABORACIÓN: ADOLFO A. BRICEÑO REYNEL.2002

Si sumamos estas dos cantidades nos da un total de: 22,781 posibles compradores de un calentador solar de cobre; que si la multiplicamos por la cantidad de 8.610 kg de tubos de cobre por calentador solar nos da un total de: 196,144.41 kg de tubos de cobre para ser consumidos hasta el 2006. En toneladas serían: 196.14 Tm. de tubos de cobre.

Para un período de 4 años, hablamos del 2003 – 2006 nos da un promedio anual de: 49.04 Tm. anuales de tuberías de cobre para ser consumidas.

- REFRIGERACIÓN

En refrigeración podemos observar dos áreas con bastante demanda; que son las de uso doméstico y las de uso industrial.

En las de uso doméstico tenemos las refrigeradoras (Ver Figura 4 – 1) y las congeladoras que a su vez hay de dos tipos; las congeladoras tipo refrigeradoras (Ver Figura 4 – 2) y las congeladoras horizontales (Ver Figura 4 – 3) que a su vez pueden ser de 200 litros ó 7 a 8 pie³ de capacidad y las de 400 litros ó 14 a 16 pie³ de capacidad.

A continuación detallaremos el tipo y dimensiones de tuberías de cobre utilizadas para cada caso. Así como su peso para lo cual se debe observar el cuadro 4.2.5: Tuberías tipo L – Rollos. Para la determinación de los pesos se procedió de la misma forma que en el caso de los calentadores solares.

- Refrigeradoras

Utilizan:

- 5 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{1}{4}$ " de diámetro nominal.
- 5 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ " de diámetro nominal
- 3 metros de tubería capilar de 0.031"

Nota: La tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ " tiene un peso de 0.237 kg por metro lineal.

Usando las conversiones que figuran en el cuadro respectivo se determino que una refrigeradora utiliza 2.13 kg de tubos de cobre.

- Congeladoras tipo refrigeradora

Utiliza:

- 30 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ "

Una congeladora tipo refrigeradora utiliza 7.11 kg de tuberías de cobre.

- Congeladora horizontal de 200 litros de capacidad

Utiliza:

- 30 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ "
- Usa 7.11 kg de tubería de cobre

REFRIGERADORAS Y CONGELADORES

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE UNA REFRIGERADORA

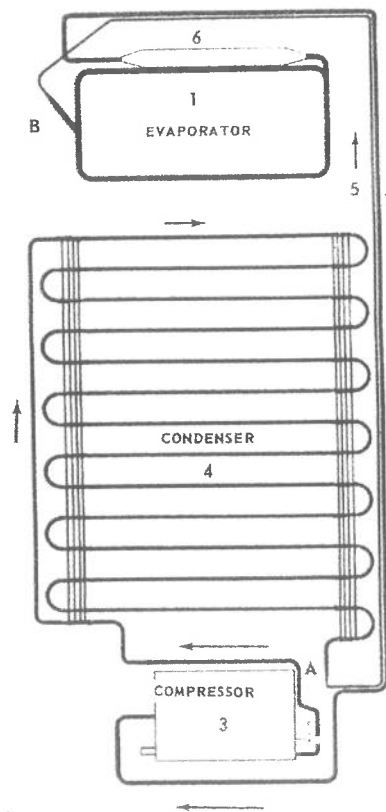


Fig. 4-1: Ciclo de compresión de baño con el flujo de refrigerante.

1. Evaporador
 2. Línea de succión
 3. Compresora
 4. Condensador
 5. Tubo capilar, A para B
 6. Acumulador
- (Hotpoint Div, General Electric Co.)

CONGELADORA TIPO REFRIGERADORA

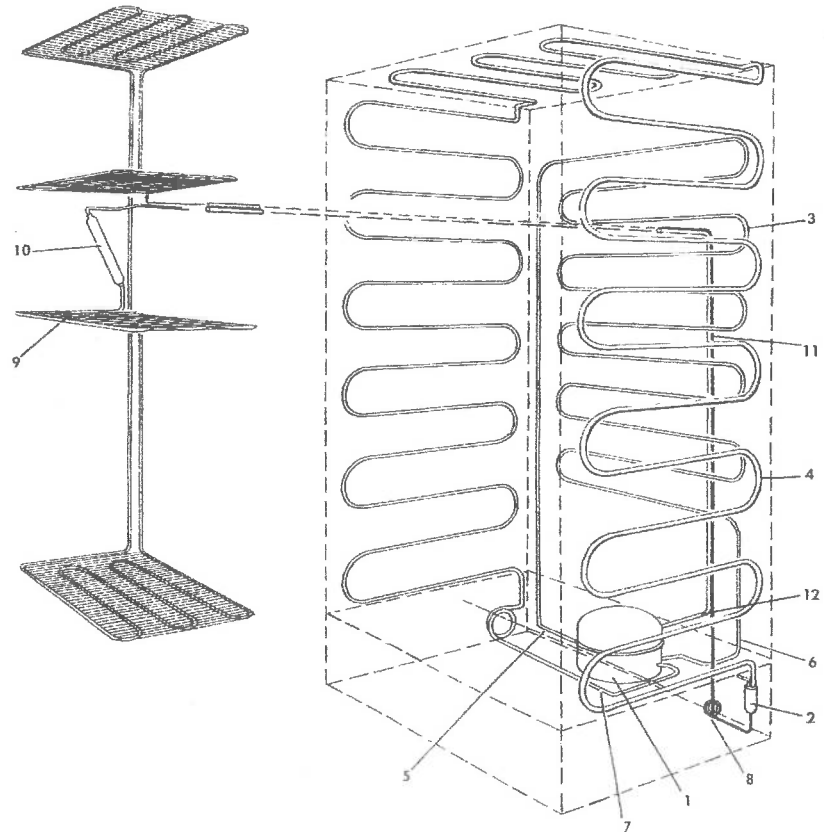


Fig. 4-2: Wall Type evaporator .

1. COMPRESSOR.
2. STRAINER-DRIER
3. OIL COOLER CONDENSER
4. MAIN CONDENSER
5. OIL COOLER OUTLET LINE
6. OIL COOLER INLET LINE
7. DISCHARGE LINE
8. CAPILLARY
9. EVAPORATOR
10. ACCUMULATOR
11. HEAT EXCHANGER
12. SUCTION LINE

Fig. 4.2.- Shelf type evaporator 9. This shows evaporator as it forms the shelf in upright freezer. Accumulator 10 is located at outlet of evaporator. This is a small reservoir to catch refrigerant not needed in evaporator.

CONGELADORA HORIZONTAL

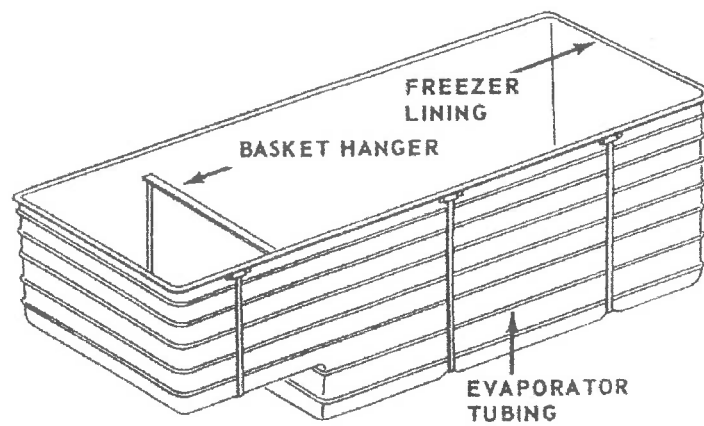


Fig. 4-3.- Wall type evaporator. Note evaporator tubing is attached to lining of freezing cabinet. This arrangement provides smooth inside surface with uniform cooling throughout cabinet.

- Congeladoras Horizontales de 400 litros de capacidad.

Utiliza:

- 45 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ "
- Usa 10.67 kg de tubería de cobre

Si hacemos un promedio de la cantidad en peso de tuberías de cobre utilizadas en éstos 4 artículos tenemos un promedio de:

6.8 kg de tubería de cobre promedio en artefactos de refrigeración de uso doméstico.

En el uso industrial tenemos dos tipos de producto; las conservadoras de 4 puertas y las conservadoras de 6 puertas, ambas exteriormente pueden venir cubiertas de acero inoxidable o de madera, e interiormente se les cubre de acero inoxidable aunque algunas veces con planchas galvanizadas. Su uso se da en restaurantes y chifas (Ver ANEXO 4, referente a categorización de restaurantes en el Perú) que por el costo de estas máquinas son utilizadas en locales considerados a partir de 2 tenedores aunque hay excepciones.

A continuación detallaremos el tipo y dimensiones de tubería de cobre utilizadas en cada caso así como el peso de las tuberías de cobre.

- Conservadora de 4 puertas: A su vez se subdivide en dos:
- Con ventilador o evaporador de tipo fondo.

Utiliza:

- 6 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ "
- 6 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{3}{8}$ "
- Usa 3.200 kg de tuberías de cobre

- Sin ventilador (Tipo natural)

Utiliza:

- 25 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{3}{8}$ "
- Usa 7.400 kg de tubería de cobre

- Conservadora de 6 puertas: A su vez se subdivide en:
- Con ventilador

Utiliza:

- 10 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{5}{16}$ "
- 10 metros de tubería tipo L de temple blando de $\frac{3}{8}$ "
- Usa 5.300 kg de tubería de cobre

- Sin ventilador

Utiliza:

- 45 metros de tubería de cobre tipo L de temple blando de $\frac{3}{8}$ "
- Usa 13.300 kg de tuberías de cobre.

Haciendo un promedio de los pesos de tuberías de cobre utilizadas en estos cuatro tipos de conservadoras tenemos un promedio de: 7.30 kg de tubería de cobre en maquinas de refrigeración de uso industrial.

Ahora bien en el cuadro 4.4.22 tenemos la producción nacional de refrigeradoras desde el año 1992 hasta Marzo del año 2002, haciendo un análisis de regresión tenemos:

	A	B	r	r ²
Regresión Lineal	77174.53	-751.90	-0.0900	0.0081
Regresión Logarítmica	69646.94	1237.96	0.0400	0.0013
Regresión Exponencial	11.22250	-0.0138	-0.1238	0.0153
Regresión de Potencia	68255.26	0.0102	0.0221	0.0005

La regresión más conveniente a tomar es la regresión exponencial, aunque su coeficiente de correlación, $r^2 = 0.0153$ es casi cero por lo que los datos obtenidos son poco confiables.

Así tenemos que la producción estimada para los próximos 10 años es:

AÑOS	REFRIGERADORAS (Unidades)
2002	64,239
2003	63,356
2004	62,485
2005	61,627
2006	60,780
2007	59,945
2008	59,122
2009	58,309
2010	57,508
2011	56,718

Si tomamos el promedio de las refrigeradoras que se van a producir en los próximos 10 años tenemos, promedio = 60,409 unidades. Y si a este promedio de producción estimado para los próximos 10 años lo multiplicamos por el promedio de kg de cobre utilizadas en maquinas refrigerantes de uso domestico tenemos:

60,409 unidades x 6.8 kg de tubería de Cu/ unidad = 410,781 kg de tubería de Cu.

Tendríamos un consumo de 410.781 Tm de tubos de cobre anuales.

Luego tenemos en el cuadro 4.4.23 un resumen de los restaurantes según su tipo; en este caso de 2 tenedores, 3 tenedores, 4 tenedores y 5 tenedores por departamento. Solamente se tiene información clasificada por tenedores de los años 1997 y 1998, según el Compendio Estadístico Departamental 1997 – 1998

CUADRO 4.4.22: PRODUCCIÓN NACIONAL DE REFRIGERADORAS (1992 - Marzo 2002)

AÑO	TOTAL	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1992	57269	7411	7539	6193	7698	1261	4879	3883	5026	2360	2438	4291	4290
1993	57486	4784	5135	5602	5356	5136	2795	3192	5846	2841	4839	5829	6131
1994	86266	7211	7047	7422	8208	8577	7765	7330	7779	2546	5895	7864	8622
1995	110519	10132	9334	11467	9755	11754	11695	10367	12617	1845	4618	9081	7854
1996	55503	8015	5401	6342	1047	5227	5325	4820	4639	2541	1319	4057	6770
1997	87088	3392	6950	6357	7405	6760	4730	4120	4459	8530	10974	10743	12668
1998	114954	9484	10480	13884	13422	14612	12729	12655	7581	6794	2287	5042	5984
1999	42177	5603	36	252	3338	5980	3762	4023	1535	5266	5642	3288	3452
2000	51423	4663	4826	5726	4421	6473	2161	2537	1796	4184	5333	4978	4325
2001	67706	3940	4617	4111	5847	4615	3925	10336	8534	7516	6685	7180	400
2002/P	16915	7375	4491	5049									

P= Preliminar

Fuente: Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones comerciales Internacionales - Dirección de Estadística

Elaboración: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002

CUADRO 4.4.23: CANTIDAD DE RESTAURANTES DE 2, 3, 4 Y 5 TENEDORES

DEPARTAMENTO	1997				1998			
	TENEDORES				TENEDORES			
	DOS	TRES	CUATRO	CINCO	DOS	TRES	CUATRO	CINCO
AMAZONAS	2	0	0	0	2	0	0	0
ANCASH	36	75	1	0	36	75	1	0
APURIMAC	1	0	0	0	1	0	0	0
AREQUIPA	87	5	2	0	112	8	2	0
AYACUCHO	44	0	0	0	18	0	0	0
CAJAMARCA	8	0	0	0	8	0	0	0
CUSCO	13	2	4	6	64	41	4	7
HUANCAVELICA	10	0	0	0	10	4	0	0
HUÁNUCO	97	2	0	1	97	2	0	1
ICA	21	20	0	0	23	20	0	0
JUNIN	81	2	6	0	81	2	6	0
LA LIBERTAD	411	137	2	4	399	130	2	4
LAMBAYEQUE	437	55	7	0	431	52	7	0
LIMA Y CALLAO	1008	127	15	18	1008	127	15	18
LORETO	117	78	0	0	101	30	0	0
MADRE DE DIOS	4	1	0	0	15	2	0	0
MOQUEGUA	2	104	0	0	2	196	0	0
PASCO	1	0	0	0	2	3	0	0
PIURA	8	16	3	3	7	15	3	3
PUNO	4	7	1	1	18	8	1	1
SAN MARTIN	2	2	1	2	2	1	1	2
TACNA	8	0	0	0	9	0	0	0
TUMBES	2	0	0	0	2	0	0	0
UCAYALI	7	0	0	0	7	0	0	0

TOTALES	2411	633	42	35	2455	716	42	36
---------	------	-----	----	----	------	-----	----	----

FUENTE: Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales
Oficina General de Informática, Estadística y Racionalización.

Elaboración: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002

del INEI que toma como fuente al Ministerio de Industria, turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.

Así podemos resumir en un pequeño cuadro el total de restaurantes por tipo y según los años de la siguiente manera:

CATEGORÍA	1997	1998	% Incremento	En unidades
2 Tenedores	2411	2455	1.80	44
3 Tenedores	633	716	13.10	83
4 Tenedores	42	42	0.00	0
5 Tenedores	35	36	2.90	1
			Total	128

Elaboración Propia.2002

Lo que podemos observar que de 1997 a 1998 hubo un aumento de 128 restaurantes que son potenciales compradores de una maquina refrigeradora industrial, ya sea una conservadora de 4 ó 6 puertas, en sus ambas versiones. A pesar que 1998 fue el año que comenzó la recesión que hasta ahora nos agobia. Siendo optimistas y a falta de mayor información podemos tomar estos 128 restaurantes como un patrón de un incremento anual de restaurantes.

Si a esta cantidad de 128 restaurantes anuales la multiplicamos por la cantidad de kg de tuberías de cobre promedio que utiliza una maquina refrigerante de uso industrial, tenemos lo siguiente:

$128 \text{ restaurantes} \times 7.30 \text{ kg de tubería de cobre/ restaurante} = 934.40 \text{ kg de tubería de Cu}$, que en toneladas se convierte en 0.93440 Toneladas. Si a esta cantidad le sumamos el tonelaje anterior por uso doméstico, tenemos un consumo anual de toneladas por refrigeración igual a:

$$\text{Refrigeración} = 410.781 \text{ Tm} + 0.93440 \text{ Tm}$$

$$\text{Refrigeración} = 411.715 \text{ toneladas de tuberías de cobre para consumo anual.}$$

- SECTOR TRANSPORTE, conversión de vehículos a GLP ó Gas Natural

Información proporcionada por PROCOBRE – PERÚ:

CONSUMO DE COBRE POR CONVERSIÓN DE VEHÍCULO A GLP

- Automóvil = 1.5 kg/unidad

CONSUMO DE COBRE POR CONVERSIÓN DE VEHÍCULOS A GNC(kg/unidad)

- Automóviles: Autos y Station Wagon (entre ejes aprox. 5,50m) = 3.45
- Camionetas: Pick Up, Rural y Panel (entre ejes aprox. 4m) = 5.35
- Buses: Vehículos pesados para pasajeros (entre ejes aprox. 7.0m) = 8.54
- Camiones: Carga pesada, no incluye remolques ni semi – remolques (entre ejes aprox. 4.0m – 8.0m) = 9.76

Parque automotor Nacional

PARQUE AUTOMOTOR PROYECTADO EN EL PERÚ.

La proyección en los próximos años hasta el 2010 se observa una tendencia casi constante tanto para camiones, buses, camionetas y automóviles.

Vehículos para conversión al sistema de Gas Natural

CONVERSIÓN PROYECTADA PORCENTAJES ESTIMADOS

Se observa una constancia en buses y camiones de casi 5000 unidades, mientras que las camionetas están por encima en moderada subida y finalmente automóviles muy por encima de todos con gran crecimiento

Consumo de cobre en kilogramos para cada año

Se observa una tendencia uniforme en promedio, con ligero crecimiento hasta el 2007 con un máximo de 150 toneladas. Posteriormente un crecimiento de hasta 600 toneladas en el 2010 por parte del sector : Automóvil.

Consumo de cobre total (2005 – 2010) = 1438 Toneladas.

NOTA:

Por razones confidenciales la información detallada ha sido resumida. Con los ratios alcanzados puede realizar cualquier cálculo o predicción.

Atentamente
Área Técnica
PROCOBRE PERÚ

Esta Información se presenta como base para efectuar los cálculos que se muestran a continuación.

Resumiendo la información proporcionada sobre el consumo de cobre por conversión de vehículos a GLP y GN, tenemos:

Conversión a GLP

Automóvil = 1.5 kg/unidad

Conversión a GN

Automóvil = 3.45 kg/unidad
Camioneta = 5.35 kg/unidad
Bus = 8.54 kg/unidad
Camiones = 9.76 kg/unidad

El cuadro 4.4.24: Parque Automotor Nacional por clase de vehículo, 1978 – 2000, ha servido para hacer un análisis de regresión por cada clase de vehículo. Dicho análisis de regresión se muestra en el ANEXO 5.

El horizonte de vida que tiene el proyecto comprende el período 2005 – 2014. En el período 2005 – 2010, la demanda potencial comprendida en este período es de 1158.165 toneladas de tubos de cobre refinado. Siendo 19.46% menor a la proyectada por PROCOBRE – PERÚ para el mismo período.

Para el período comprendido, 2011 – 2014; la demanda potencial es de 899.826 toneladas de tubos de cobre refinado, siendo la suma de ambas demandas potenciales de ambos períodos, quiere decir, 2005 – 2014 de 2057.991 toneladas, redondeando cifras estamos hablando de 2058 toneladas, lo que da 205.8 toneladas promedio anuales.

Para lo que es GLP el estudio solamente se ha hecho para automóviles lo que para el mismo período del 2005 – 2014 da un consumo potencial de 475.868 toneladas de tubo de cobre refinado. Redondeando cifras da un total de 476 toneladas que son 47.6 toneladas promedio anuales.

Si condensamos la información tenemos que, para el período comprendido, 2005 – 2014, el consumo de tuberías de cobre para la conversión de vehículos sería para:

- Gas Natural = 205.8 toneladas promedio anuales
- GLP = 47.6 toneladas promedio anuales.

CUADRO 4.4.24: PARQUE AUTOMOTOR NACIONAL POR CLASE DE VEHÍCULO, (en miles de unidades) 1978 – 2000

Año	Station			Camionetas				Remolque		
	Total	Automóvil	wagon	Pick up	Rural	Panel	Omnibus	Camión	Remolcador	y semi rem.
1978	469,1	273,9	28,1	59,7	16,6	6,3	17,8	60,9	2,8	3,0
1979	472,4	273,4	29,3	61,5	16,8	6,2	17,8	61,2	2,9	3,3
1980	486,1	278,2	31,2	65,2	17,9	6,1	17,8	62,8	3,2	3,7
1981	522,0	296,7	34,2	71,2	20,6	7,8	18,3	65,4	3,7	4,1
1982	564,4	321,5	38,2	77,7	23,6	8,3	19,7	66,7	4,0	4,6
1983	584,1	331,0	40,7	82,0	25,7	9,2	19,9	66,8	4,1	4,7
1984	590,9	332,3	41,7	84,7	26,9	9,1	20,5	66,8	4,1	4,8
1985	596,2	333,3	42,6	87,2	27,7	9,1	20,5	66,7	4,2	4,9
1986	603,7	333,3	43,9	92,2	28,9	9,0	20,3	66,5	4,4	5,2
1987	610,8	332,9	44,5	96,6	30,0	9,0	20,2	67,3	4,6	5,6
1988	616,6	332,2	44,6	100,0	30,9	8,9	20,6	68,3	5,0	6,0
1989	612,2	328,6	44,2	100,4	31,0	8,7	20,6	67,6	5,0	6,2
1990	605,6	324,4	43,7	99,7	30,7	8,6	20,6	66,6	5,0	6,2
1991	623,9	333,7	45,3	102,8	33,5	8,8	21,2	66,6	5,5	6,5
1992	673,0	352,9	49,4	106,7	47,1	9,2	27,3	67,6	5,9	6,8
1993	707,4	367,5	51,2	111,0	55,6	9,5	30,6	68,4	6,4	7,3
1994	760,8	389,4	54,7	117,5	67,1	10,2	35,1	71,3	7,4	8,1
1995	862,6	441,0	64,8	126,1	81,8	10,9	41,0	79,0	9,0	9,0
1996	936,5	483,4	73,6	133,7	88,3	11,2	43,2	83,1	9,9	10,1
1997	985,7	512,9	83,0	137,2	89,9	12,1	43,5	85,9	10,5	10,8
1998	1 055,7	544,4	101,5	140,9	95,8	15,1	43,4	91,4	11,4	11,8
1999	1 114,2	565,8	118,7	142,8	101,3	18,0	44,2	97,3	12,6	13,4
2000	1 190,9	591,2	140,1	147,2	111,6	21,1	45,9	104,2	14,4	15,3

PARQUE AUTOMOTOR: Conjunto de unidades motorizadas registradas, desagregados en automóviles, station wagons, camionetas y omnibuses.
Fuente: MINISTERIO DE TRANSPORTE, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN – Dirección Gral. de Circulación Terrestre.

Dirección de Estadística
Elaboración: INSTITUTO CUANTO

DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES NETAS DEL PARQUE AUTOMOTOR, PROYECTADAS DE LOS DATOS 1978 - 2000, PARA EL PERÍODO 2001 - 2016 (En miles de unidades)

AÑO	AUTOMOVIL NETO	WAGON NETO	PICK UP NETO	RURAL NETO	PANEL NETO	OMNIBUS NETO	CAMION NETO	NETO
2001	536.687	102.466	148.825	98.890	15.379	46.193	90.042	
2002	553.973	108.639	152.735	103.148	15.991	48.513	91.760	1.718
2003	571.815	115.184	156.644	107.406	16.626	50.949	93.511	1.751
2004	590.232	122.124	160.553	111.664	17.288	53.508	95.295	1.784
2005	609.242	129.481	164.462	115.922	17.975	56.195	97.113	1.818
2006	628.864	137.281	168.372	120.180	18.690	59.017	98.966	1.853
2007	649.119	145.552	172.281	124.438	19.433	61.981	100.854	1.888
2008	670.025	154.321	176.190	128.696	20.206	65.094	102.778	1.924
2009	691.605	163.618	180.100	132.954	21.010	68.363	104.739	1.961
2010	713.881	173.475	184.009	137.212	21.846	71.796	106.738	1.998
2011	736.873	183.926	187.918	141.469	22.714	75.401	108.774	2.037
2012	760.606	195.007	191.828	145.727	23.618	79.188	110.850	2.075
2013	785.104	206.755	195.737	149.985	24.557	83.165	112.965	2.115
2014	810.390	219.211	199.646	154.243	25.534	87.342	115.120	2.155
2015	836.491	232.417	203.555	158.501	26.549	91.728	117.317	2.196
2016	863.432	246.419	207.465	162.759	27.605	96.334	119.555	2.238

ELABORACIÓN PROPIA. 2002

RESUMEN DE LAS UNIDADES NETAS DEL PARQUE AUTOMOTOR POR CLASE DE VEHÍCULO PROYECTADAS PARA EL PERÍODO 2002 - 2016 (En miles de unidades)

AÑO	VEHICULOS			CAMIONETAS					TRANSPORTE PESADO	
	AUTOMOVILES	STATION WAGON	TOTAL 1	PICK UP	RURAL	PANEL	TOTAL 2	OMNIBUS	CAMIONES	
2002	17.286	6.173	23.459	3.909	4.258	0.612	8.779	2.320	1.718	
2003	17.842	6.545	24.387	3.909	4.258	0.636	8.803	2.436	1.751	
2004	18.417	6.939	25.356	3.909	4.258	0.661	8.828	2.559	1.784	
2005	19.010	7.357	26.367	3.909	4.258	0.688	8.855	2.687	1.818	
2006	19.622	7.801	27.423	3.909	4.258	0.715	8.882	2.822	1.853	
2007	20.254	8.271	28.525	3.909	4.258	0.743	8.911	2.964	1.888	
2008	20.907	8.769	29.675	3.909	4.258	0.773	8.940	3.113	1.924	
2009	21.580	9.297	30.877	3.909	4.258	0.804	8.971	3.269	1.961	
2010	22.275	9.857	32.132	3.909	4.258	0.836	9.003	3.433	1.998	
2011	22.993	10.451	33.444	3.909	4.258	0.869	9.036	3.606	2.037	
2012	23.733	11.081	34.814	3.909	4.258	0.903	9.071	3.787	2.075	
2013	24.497	11.748	36.246	3.909	4.258	0.939	9.106	3.977	2.115	
2014	25.286	12.456	37.742	3.909	4.258	0.977	9.144	4.177	2.155	
2015	26.101	13.206	39.307	3.909	4.258	1.015	9.183	4.386	2.196	
2016	26.942	14.002	40.943	3.909	4.258	1.056	9.223	4.607	2.238	

ELABORACION PROPIA. 2002

RESUMEN DE LOS PESOS PARA LOS PERIODOS (2005 - 2010) Y (2011 - 2014) POR CLASE DE VEHICULO.

AÑO	AUTOMOVIL		CAMIONETAS		OMNIBUS		CAMION	
	TOTAL 1(En miles)	PESO (kg/unidad)	TOTAL 2 (En miles)	PESO (kg/unidad)	(En miles)	PESO (kg/unidad)	(En miles)	PESO (kg/unid.)
		3.45		5.35		8.54		9.76

2005	26.367	90.968	8.855	47.373	2.687	22.948	1.818	17.746
2006	27.423	94.609	8.882	47.519	2.822	24.101	1.853	18.084
2007	28.525	98.411	8.911	47.671	2.964	25.311	1.888	18.429
2008	29.675	102.380	8.940	47.829	3.113	26.582	1.924	18.781
2009	30.877	106.526	8.971	47.994	3.269	27.917	1.961	19.139
2010	32.132	110.856	9.003	48.165	3.433	29.319	1.998	19.504

Totales de peso (En toneladas) 603.750 286.551 156.180 111.684

Peso Total Período (2005 -2010) 1158.165

2011	33.444	115.380	9.036	48.343	3.6056	30.792	2.037	19.877
2012	34.814	120.107	9.071	48.527	3.7867	32.338	2.075	20.256
2013	36.246	125.047	9.106	48.720	3.9769	33.962	2.115	20.642
2014	37.742	130.211	9.144	48.920	4.1766	35.668	2.155	21.036

Totales de peso (En toneladas) 490.746 194.509 132.761 81.811

Peso Total Período (2011 - 2014) 899.826

ELABORACION PROPIA. 2002

- TRANSPORTE DE AGUA CALIENTE

Antes de entrar al análisis de la demanda potencial para tuberías y accesorios de cobre refinado para el transporte de agua caliente, analizaremos la situación actual del sector de plásticos en el mercado peruano, que es una síntesis de artículos de revistas especializadas como Gestión, Síntesis; entre otras, artículos comprendidos entre el año 2001 y 2002.

En el mercado de tuberías y accesorios de pvc, el 80% de la participación de dicho mercado recae en 7 empresas, de las cuales son 4 empresas principales y 3 más pequeñas. Las de mayor participación son empresas transnacionales y éstas son:

- AMANCO (Suiza) con un porcentaje de participación aproximado de 30%.
- Durman Esquivel (Costa Rica) con un porcentaje de participación aproximado de 17.50%.
- Nicoll Eterplast (Bélgica) con un porcentaje de participación aproximado de 14.35%
- Tuboplast (nacional) y otras tres empresas más pequeñas que tienen un porcentaje de participación agrupado aproximado de 18.15%.

Según el señor Luis Merino, gerente general de Nicoll Eterplast, "las ventas están dirigidas en un 60% al sector de obras públicas, 30% al sector agrícola y 10% al sector de consumo doméstico.

Por lo que se espera la inversión y la intensificación de las obras de infraestructura por parte del gobierno central y gobiernos locales para que dinamicen el consumo de tuberías y accesorios de pvc."

Según estas mismas informaciones el consumo de tuberías y accesorios de pvc han evolucionado aproximadamente de la siguiente manera: en el año 1998, 32000 toneladas; en el año 1999, 33000 toneladas; en el año 2000, 28000 toneladas; en el año 2001, 23000 toneladas y se espera que para el año 2002 el consumo sea alrededor de 26000 toneladas.

A continuación mostraremos los cuadros estadísticos de la demanda aparente de tuberías y accesorios de pvc, tomados como fuente los datos proporcionados por la Comunidad Andina y el Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.

(Las tablas se muestran en la siguiente página)

Tuberías de pvc: (En toneladas)

AÑO	Demanda Aparente/1	Producción/2	Importación/3	Exportación /4
1991		-	00	28
1992		-	67	24
1993		-	49	50
1994		-	143	01
1995		-	331	00
1996	8928	8713	228	13
1997	18834	18076	758	00
1998	22755	22266	489	00
1999	16261	15002	1262	03
2000	18742	17807	943	08

/1: Producción + Importación – Exportación

/2: Fuente: MITINCI

/3: Fuente: Comunidad Andina, Secretaría General

/4: Fuente: Comunidad Andina

- : No hay información.

Elaboración: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

Accesorios de pvc: (En toneladas)

AÑO	Demanda Aparente/1	Producción/2	Importación/3	Exportación/4
1991		-	00	0
1992		-	35	2
1993		-	100	6
1994		-	271	1
1995		-	534	1
1996	1187	410	777	0
1997	1778	1224	554	0
1998	1614	1069	554	9
1999	1183	786	404	7
2000	1452	933	519	0

/1: Producción + Importación – Exportación

/2: Fuente: MITINCI

/3: Fuente: Comunidad Andina, Secretaría General

/4: Fuente: Comunidad Andina

- : No hay información.

Elaboración: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

Luego de esta introducción sobre el mercado de tuberías y accesorios de pvc, procederemos a continuación a hacer el análisis del consumo de tubería y accesorios de cobre para el transporte de agua caliente para el sector construcción

Primero veamos cómo han evolucionado las construcciones en metros cuadrados en Lima Metropolitana y Callao durante el periodo de, 1996 – 2001, lo cual se puede observar en el siguiente cuadro:

(En la siguiente página)

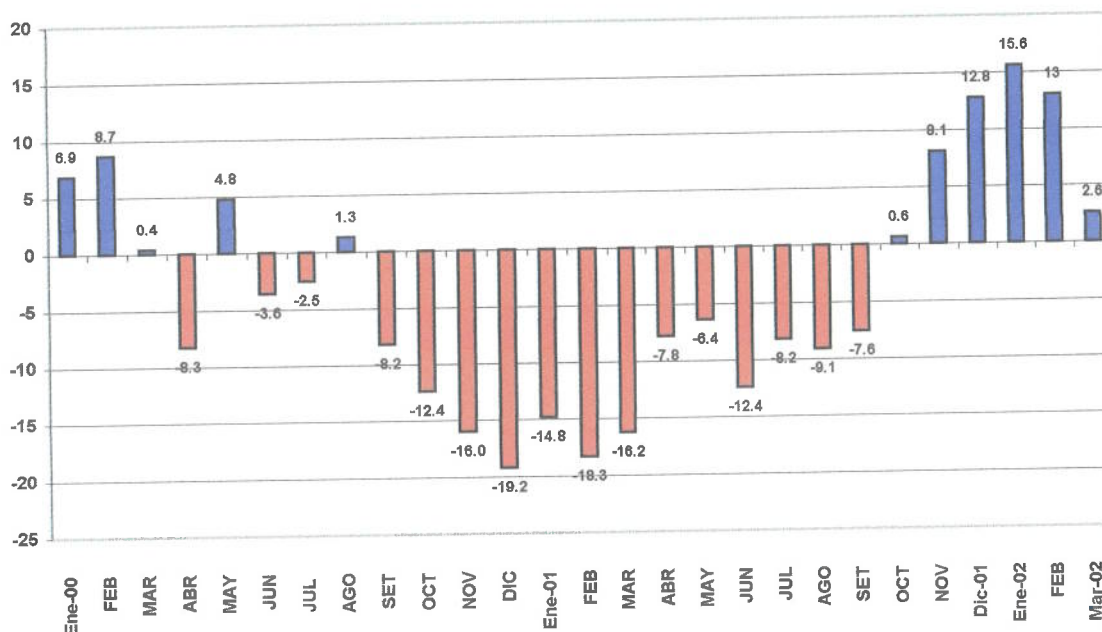
AÑO	m ² construidos en Lima y Callao	% Variación
1996	1'952,269	
1997	2'636,481	+ 35.00 %
1998	3'041,901	+ 15.38 %
1999	2'214,689	- 27.20 %
2000	2'193,064	- 00.97 %
2001	1'956,261	- 10.80 %

Fuente: CAPECO – Cámara Peruana de la Construcción
Elaboración: Adolfo Briceño Reynel. 2002.

A continuación vemos como se muestra la evolución mensual del sector construcción para el año 2002 con referencia al año 2001.

EVOLUCIÓN MENSUAL DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN: 2001 – 2002 1/

(Año Base 1994)



1/ En comparación a similar período del año anterior

FUENTE: INEI

ELABORACIÓN: CAPECO – Área Estadística
REELABORACIÓN: ADOLFO BRICEÑO REYNEL. 2002

El programa MIVIVIENDA (Ley 26912) dada por la ley de promoción del acceso de la población a la propiedad privada de vivienda y fomento al ahorro, dada el 15 de enero de 1998, busca atender el déficit habitacional acumulado (aproximadamente 1'000,000 de viviendas) y el de los nuevos hogares que se crean anualmente. Lo que estimulará la construcción de m² de construcción de manera sustancial.

A continuación se aprecia una tabla en donde se muestra la demanda potencial, el interés por adquirir y la demanda efectiva por vivienda, tomado como fuente; CAPECO: El mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao, 1998.

ESTRATO SOCIOECONÓMICO	DEMANDA POTENCIAL (Hogares)	INTERÉS EN COMPRAR SOLUCIÓN DE VIVIENDA (Hogares)	DEMANDA EFECTIVA (Hogares)
ALTO	94 860	8 840	8 840
MEDIO ALTO	182 364	34 580	31 304
MEDIO	219 648	42 042	37 752
MEDIO BAJO	404 528	61 760	56 356
BAJO	651 420	51 660	51 660
TOTAL	1 552 820	198 882	185 912

FUENTE: CAPECO

Elaboración: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

A continuación se aprecia la distribución de los hogares según el estrato socioeconómico a julio de 1998.

ESTUDIO: EL MERCADO DE EDIFICACIONES URBANAS EN LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO
DISTRIBUCIÓN DE LOS HOGARES SEGÚN ESTRATO SOCIOECONÓMICO
JULIO DE 1998

ESTRATO	Nº DE HOGARES	PORCENTAJE
A ALTO	94 860	6.11%
B MEDIO ALTO	182 364	11.74%
C MEDIO	219 648	14.15%
D MEDIO BAJO	404 528	26.05%
E BAJO	651 420	41.95%
TOTAL	1 552 820	100.00%

FUENTE: CENAC – CAPECO, Con base en los resultados del Censo realizado por el INEI en 1993 y la encuesta de hogares aplicada para el estudio, con estimación a Junio de 1998.

A medida que aumenta la escala socioeconómica aumenta también el precio de la vivienda que se está en capacidad de adquirir.

Así, la mayor cantidad de hogares demandantes efectivos pertenecientes al estrato alto se ubican preferentemente en las viviendas con valores entre 120,001 y 150,000 dólares. Mayor número de hogares del estrato medio alto en el rango de precios de 30,001 a 40,000 dólares. En forma semejante los de los estratos medio y medio bajo en el rango de 20,001 a 30,000 dólares y los estratos bajo en aquellas con precios que máximo llegan a los 15,000 dólares.

Con toda esta información podemos analizar y estimar que los m² para construcción tiende al alza, según el cuadro estadístico, así con los datos de m² construidos en el período de 1996 – 2001, podemos sacar un promedio y trabajar sobre la base de este promedio.

El promedio de estas cantidades es de: 2' 332, 444 m² lo que significa un aumento de 19.23% con respecto al año 2001.

Para el análisis se ha tomado en cuenta un proyecto de vivienda multifamiliar de 3 pisos de 333.08 m² de área techada y 100 m² por piso que al 28 de febrero del 2002 tiene un precio de 69347.48 dólares americanos. Que se anexa en el ANEXO 6.

En el proyecto figuran los siguientes puntos que son de mucho interés para nuestro análisis:

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
17.0	INSTALACIONES SANITARIAS		
17.01	SALIDA DE DESAGUE – SAL 2"	pto	15.00
17.02	SALIDA DE DESAGUE – SAL 4"	pto	3.00
17.03	SALIDA DE VENTILACIÓN PVC – SAL 2"	pto	3.00
17.04	TUBERÍA PVC – SAL 2"	ml	52.70
17.05	TUBERÍA PVC – SAL 3"	ml	10.10
17.06	TUBERÍA PVC – SAL 4"	ml	30.60
17.07	TUBERÍA C.S.N 4", UNION FLEXIBLE	ml	6.50
17.08	CODO PVC – SALGA 2" x 45	und	17.00
17.09	CODO PVC – SAL 4" x 45	und	4.00
17.10	CODO PVC – SAL 2" x 90	und	2.00
17.11	CODO PVC – SAL 3" x 90	und	2.00
17.12	CODO PVC – SAL 4" x 90	und	2.00
17.13	TEE PVC SAL 2"	und	4.00
17.14	TEE PVC SAL 3"	und	1.00
17.15	TEE PVC SAL 4"	und	1.00
17.16	YEE PVC SAL 2"	und	11.00
17.17	YEE PVC SAL 3"	und	2.00
17.18	YEE PVC SAL 4"	und	10.00
20.00	REDES DE DISTRIBUCIÓN		
20.01	TUBERÍA DE PVC CLASE 10 SP ½"	ml	40.10
20.02	TUBERÍA DE PVC CLASE 10 SP 1"	ml	9.70
20.03	TUBERÍA DE PVC CLASE 10 SP 1 ¼"	ml	12.50
20.04	TUBERÍA DE PVC CLASE 10 SP ¾"	ml	13.30
20.05	CODOS 90 PVC CLASE 10 SP ½"	und	63.00
20.06	CODOS 90 PVC CLASE 10 SP ¾"	und	11.00
20.07	CODOS 90 PVC CLASE 10 SP 1"	und	2.00
20.08	CODOS 90 PVC CLASE 10 SP 1 ¼"	und	6.00
20.09	TEES PVC CLASE 10 SP ½"	und	18.00
20.10	TEES PVC CLASE 10 SP 1"	und	1.00
20.11	TEES PVC CLASE 10 SP 1 ¼"	und	2.00
20.12	TEES PVC CLASE 10 SP ¾"	und	3.00

A continuación también se anexa unos datos técnicos proporcionados por el departamento técnico de AMANCO DEL PERÚ S.A, a través del arquitecto José Luis Gandarillas Rojas, asistente estadístico de CAPECO.

PRESION ITINTEC (Agua)	CLASE	Long	Peso Teórico
PRESIÓN ½" x 2.6 mm Pesado (10 SP)	10	5 m	1.13 kg
PRESIÓN 1" x 3.4 mm Pesado (10 SP)	10	5 m	2.39 kg
PRESION 1 ¼" x 3.8 mm Pesado (10 SP)	10	5 m	3.44 kg
PRESION ¾" x 2.8 mm Pesado (10 SP)	10	5 m	1.57 kg

SANITARIA ITINTEC (Desagüe)	Long	Peso Teórico
SANITARIA 2" x 1.3 mm Liviana	3 m	0.97 kg
SANITARIA 3" x 1.4 mm Liviana	3 m	1.57 kg
SANITARIA 4" x 1.7 mm Liviana	3 m	2.50 kg

CPVC

AGUA CALIENTE ½" x 1.7	5 m	0.58 kg
AGUA CALIENTE ¾" x 2.0	5 m	0.97 kg

Fuente: Dpto. Técnico – AMANCO DEL PERÚ S.A.

Analizaremos el peso de las tuberías de pvc para este proyecto multifamiliar, con los datos que tenemos arriba y de la siguiente manera:

- Peso de tuberías para desagüe:

$$\begin{aligned}
 2'' &= (52.70 / 3) \times 0.97 \text{ kg} &= & 17.040 \text{ kg} \\
 3'' &= (10.10 / 3) \times 1.57 \text{ kg} &= & 5.286 \text{ kg} \\
 4'' &= (30.60 / 3) \times 2.50 \text{ kg} &= & 25.500 \text{ kg} \\
 4'' &= (6.50 / 3) \times 2.50 \text{ kg} &= & 5.417 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL} = 53.243 \text{ kg}$$

- Peso de tuberías para distribución de agua:

$$\begin{aligned}
 1/2'' &= (40.10 / 5) \times 1.13 \text{ kg} &= & 9.063 \text{ kg} \\
 1'' &= (9.70 / 5) \times 2.39 \text{ kg} &= & 4.637 \text{ kg} \\
 1 1/4'' &= (12.50 / 5) \times 3.44 \text{ kg} &= & 8.600 \text{ kg} \\
 3/4'' &= (13.30 / 5) \times 1.57 \text{ kg} &= & 4.176 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL} = 26.476 \text{ kg}$$

$$\text{Suma de los 2 totales} = 79.719 \text{ kg}$$

Luego en el punto 19.00 sistema de agua para este proyecto, que figura en el ANEXO 6, tenemos que hay:

- 21 puntos de salida para agua fría = 70 %
- 9 puntos de salida para agua caliente = 30 %

Pero para una casa familiar tenemos las siguientes cantidades de punto de salida:

- 6 puntos de salida para agua fría = 75 %
- 2 puntos de salida para agua caliente = 25 %

Entonces tenemos que para 300 m² de construcción utilizamos en total:

79.719 kg de tubería de plástico. De los cuales (promedio de datos anteriores):

27.50 % son para agua caliente y 72.50 % son para agua fría.

Con el promedio total de construcción en Lima y Callao obtenemos el peso total de pvc, así tenemos:

$(2' 332, 444 / 300) \times 79.719 \text{ kg} = 619,800.344 \text{ kg}$ de tuberías de plástico para el sector construcción de Lima Metropolitana y Callao.

Para nuestro proyecto en lo que es transporte de agua caliente solamente nos interesa los sectores A y B, cuyos porcentajes son:

Sector A = 6.11 %

Sector B = 11.74 %

Que hacen un total de = 17.85 %

Luego tenemos que para los sectores A y B se destinaría la siguiente cantidad de kg de tubos de plástico:

$619,800.344 \times 0.1785 = 110,634.361 \text{ kg}$ de tubos de plástico.

De los cuales el 27.50 % se emplearía para agua caliente, lo que nos dá:

$110,634.361 \text{ kg} \times 0.275 = 30,424.449 \text{ kg}$ de tubería de plástico para agua caliente.

Para el transporte de agua caliente se utiliza las tubería de polímeros de Cloruro polivinílico clorado ó C P V C de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " que para 5 metros lineales de tubería tienen un peso de:

$\frac{1}{2}$ " = 0.58 kg

$\frac{3}{4}$ " = 0.97 kg

Haciendo un promedio ponderado de las tuberías de C P V C de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ " por cada 5 metros lineales tenemos:

Peso promedio = $\frac{1}{2}$ " + $\frac{3}{4}$ " = $(5\text{m} \times 0.58 \text{ kg} + 5\text{m} \times 0.97 \text{ kg}) / 10\text{m}$
= 0.775 kg por cada 5 metros lineales.

Luego para determinar la longitud, tenemos que:

$(5 \text{ metros lineales} / 0.775 \text{ kg}) \times 30,424.449 \text{ kg} = 196,286.77$ metros lineales de tubo para conducción de agua caliente para los sectores A y B.

Con la premisa de que un metro de longitud que se emplea para el transporte de agua caliente, es tan igual 1 metro de plástico como 1 metro de tubo de cobre.

Tomando en cuenta lo anterior y en el caso de usar tubos de cobre tipo L de $\frac{1}{2}$ " pulgada de temple duro cuyo peso según tablas de conversión es:

Por 1metro lineal = 0.424 kg, podemos hacer el calculo del peso en cobre:

$196,286.77 \text{ m} \times 0.424 \text{ kg/m} = 83,225.59 \text{ kg}$ aproximando tendríamos: 83,226 kg.

En toneladas tendríamos: 83.226 Toneladas si aproximamos podríamos decir que para el consumo de transporte de agua caliente tendríamos un consumo de 85 Tn.

Para lo que es accesorios se calcula que sean entre un 10 % a 15 % del consumo de tuberías por lo que tendríamos para accesorios la cantidad de: 11 Toneladas aproximadamente.

Entonces resumiendo:

Consumo potencial de cobre refinado para el transporte de agua caliente en:

Tuberías = 85 Toneladas anuales aproximadamente.
Accesorios = 11 Toneladas anuales aproximadamente.

- TRANSPORTE DE GAS

NOTA:

"El día martes 09 de abril del 2002 tuve una conversación con el Sr. Miguel de la Puente Quesada, gerente general de la institución PROCOBRE PERÚ, quién me preguntó, ¿ Sabe lo que puede representar el proyecto Camisea para el proyecto de tuberías de cobre?; recomendándome conversar con el encargado del Proyecto Camisea.

Acto que hice el martes 21 de mayo del 2002, conversé con el Ing. Luis E. Ortigas, Presidente del Comité para el Desarrollo del Proyecto Camisea, en el Ministerio de Energía y Minas. Quién me dijo que la empresa encargada de la distribución del gas en Lima, Tractebel iba a usar tuberías de plástico y no tuberías de cobre. Hasta ese momento pensé que los polímeros no podían competir con el tubo de cobre para el transporte de gas pero al parecer la tecnología avanza en forma sorprendente día a día.

El Ing Luis Ortigas me habló de cómo se iba a distribuir el gas natural lo que he plasmado en un diagrama de bloques para una mejor idea del Proyecto Camisea. (Ver diagrama 4 – 1).

Más adelante conversando con el Ing. Salazar, Jefe del Departamento Técnico de AMANCO DEL PERÚ S.A., me comentó que posiblemente la empresa Tractebel utilice polietileno de media densidad capaz de resistir hasta 3 atmósferas de presión, lo cual supera la 1 atmósfera de presión con que han calculado va a tener la presión en las instalaciones domésticas en la distribución del gas.

Creo que era necesario haber hecho esta nota porque el Proyecto Camisea representa una gran potencialidad para el consumo de tuberías bien sea de cobre u otro material y por consiguiente asegura un polo de desarrollo en varios sectores de la economía. Lo que aseguraba la necesidad de poner una planta industrial de tuberías de cobre por el gran consumo potencial que iba asegurar. Pero como me dijera el Ing. Luis Ortigas no se puede obligar al inversionista que material de ingeniería debe usar."

A continuación se muestra un cuadro del mercado de edificaciones urbanas en Lima Metropolitana y el Callao, multifamiliares en oferta, en donde indica la existencia de un sistema centralizado de gas, para julio del 2001.

(El cuadro se muestra en la siguiente página)

VI ESTUDIO: “EL MERCADO DE EDIFICACIONES URBANAS EN LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO”
MULTIFAMILIAR EN OFERTA, EXISTENCIA DE SISTEMA CENTRALIZADO DE GAS
JULIO DE 2001

PRECIO DE LA VIVIENDA EN US\$ DÓLARES	EXISTENCIA DE SISTEMA DE GAS EN EL DEPARTAMENTO		TOTAL %
	SI %	NO %	
HASTA 10 000	0.00	100.00	100.00
10 000 – 15 000	0.00	100.00	100.00
15 001 – 20 000	0.00	100.00	100.00
20 001 – 30 000	1.05	98.95	100.00
30 001 – 40 000	0.00	100.00	100.00
40 001 – 50 000	0.44	99.56	100.00
50 001 – 60 000	3.69	96.31	100.00
60 001 - 70 000	0.88	99.12	100.00
70 001 – 80 000	3.86	96.14	100.00
80 001 – 100 000	6.37	93.63	100.00
100 001 – 120 000	9.84	90.16	100.00
120 001 – 150 000	4.46	95.54	100.00
150 001 – 200 000	7.66	92.34	100.00
200 001 – 250 000	3.08	96.92	100.00
250 001 – 300 000	20.00	80.00	100.00
300 001 – 500 000	50.00	50.00	100.00
MÁS DE 500 000	0.00	100.00	100.00
TOTAL	2.59	97.41	100.00

FUENTE: CAPECO. Censo de edificaciones en proceso de construcción

El departamento técnico de PROCOBRE PERÚ proporcionó la siguiente información técnica:

El consumo de kilogramos de tuberías de cobre para transporte de gas por vivienda mínima es de: **3.65 kg**, tomando como base de vivienda mínima = 70 m² de construcción.

Lo que hace un consumo de **0.052143 kg** de tubería de cobre para el transporte de gas canalizado por m² de construcción.

Son de tuberías tipo L de ½” de diámetro.

Tomando como base para hacer los cálculos el promedio de m² construidos en el período de 1996 – 2001, tenemos:

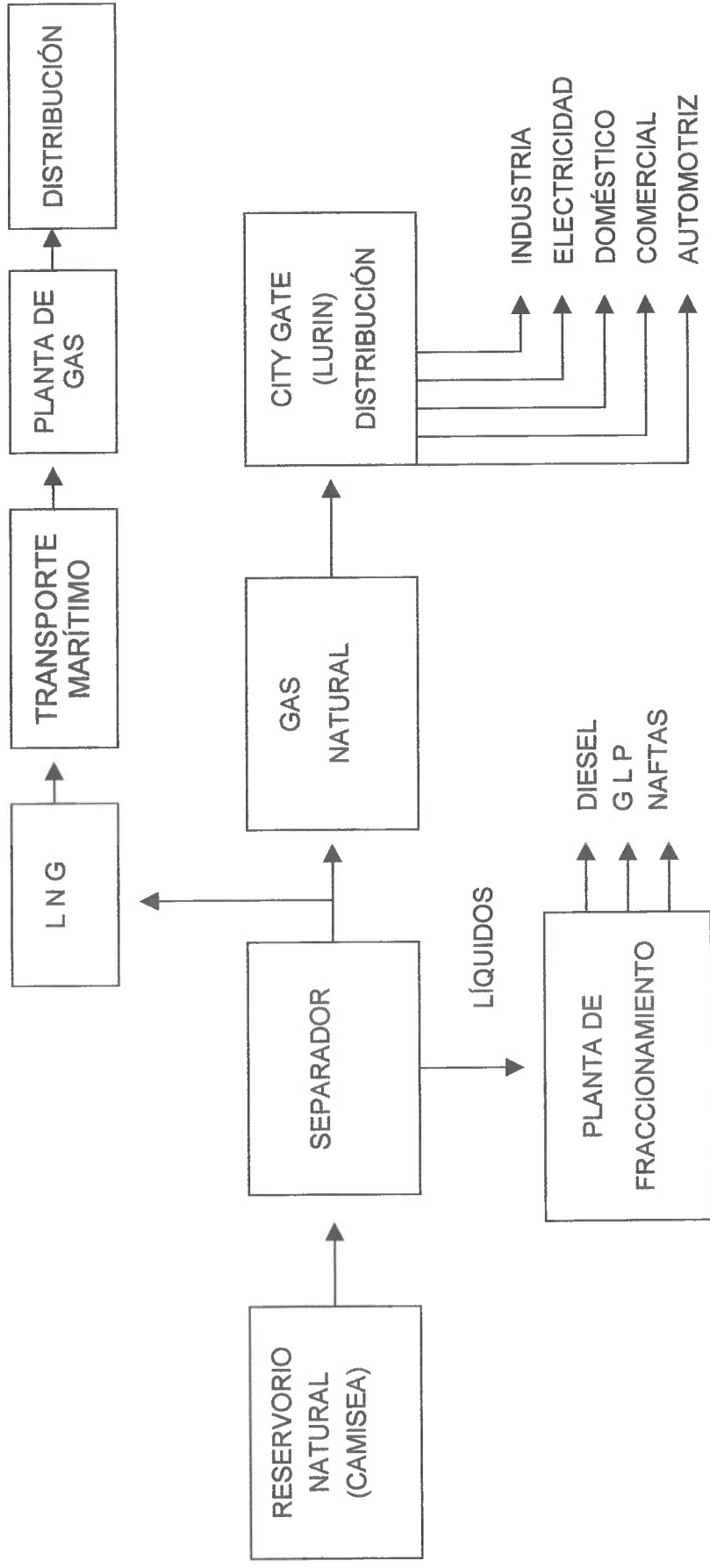
2' 332, 444 m² de construcción para Lima Metropolitana y Callao. Ésta cantidad la multiplicamos por el 2.59% de edificaciones que sí usan sistemas de gas, tenemos:

2' 332, 444 m² x 0.0259 = 60, 410.30 m² de construcción. A esta cantidad la multiplicamos por el factor de 0.052143 kg / m² de construcción, tenemos:

60, 410.30 x 0.052143 = 3150 kg = 3.15 Tn de tuberías de cobre. Entonces tenemos que para el consumo anual de tuberías para el transporte de gas es de alrededor de 3.15 toneladas.

Transporte de gas = 3.15 toneladas de tuberías de Cu refinado anuales.

DIAGRAMA 4 – 1: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROYECTO CAMISEA



Luego podemos resumir que la demanda potencial del Mercado Peruano se estima de la siguiente manera, para:

- Calentadores solares de cobre = 49.040 Tm anuales.
- Refrigeración = 411.715 Tm anuales.
- Conversión a gas natural = 205.800 Tm anuales.
- Transporte de agua caliente = 85.000 Tm anuales.
- Transporte de gas = 3.150 Tm anuales.

Lo que hace un total de = 754.705 Tm \cong 755 Tm

Por tanto se estima que la demanda potencial del Mercado Peruano es de aproximadamente de:

755 Toneladas Anuales.

Mercado Regional

Para la determinación de la demanda potencial del Mercado Regional, ésta se ha determinado basándose en la demanda potencial calculada del Mercado Peruano. Así, de esta manera, se ha calculado para Colombia, Venezuela, Ecuador y Bolivia sus posibles demandas potenciales estimadas sobre la base de su población, PBI per cápita, consumo promedio de tuberías de cobre en el período 1991 – 2000, con respecto al Perú.

Esto se ha efectuado de esta manera debido a la poca información disponible que se tiene de los países de la comunidad andina, y también debido que este estudio no es un estudio de factibilidad sino de pre – factibilidad.

COLOMBIA

Colombia tiene una población de 42' 321, 000 habitantes, 1.65 veces mayor a la del Perú. Su producto per – cápita es de 1944 dólares al año 2000; lo que representa 0.93 veces del producto per – cápita peruano.

Su consumo promedio de tuberías de cobre refinado en el período 1991 – 2000 es de 2822.5 toneladas anuales, lo que es 6.7 veces mayor al consumo promedio peruano para el mismo período.

Debido a tener un mercado 1.65 veces mayor, pero un producto per – cápita ligeramente inferior al peruano en 7 %. Se estima que su demanda potencial podría ser 6.23 veces mayor de la demanda potencial del Perú.

VENEZUELA

Venezuela tiene una población de 24' 170, 000 habitantes, que representa 0.94 veces de la población peruana. Su producto per – cápita es de 4985 dólares al año 2000; lo que representa 2.37 veces del producto per – cápita peruano.

La importación promedio de tuberías de cobre refinado para el período 1991 – 2000 es de 1048.5 toneladas, lo que es 2.49 veces mayor al consumo promedio peruano para el mismo período.

Teniendo un mercado muy similar en cantidad de población pero con un producto per – cápita 2.37 veces mayor al peruano, se estima que su demanda potencial podría ser 5.9 veces mayor de la demanda potencial del Perú.

ECUADOR

La población del Ecuador es de 12' 646, 000 habitantes, lo que representa 0.49 veces de la población del Perú. Su producto per – cápita es de 1101 dólares al año 2000, siendo esta cantidad 0.52 veces el producto per – cápita peruano.

Su consumo promedio de tuberías de cobre refinado para el período 1991 – 2000 es de 337.5 toneladas, lo que es 0.80 veces del consumo peruano para el mismo período.

Ecuador tiene un mercado que representa a la mitad del mercado peruano, con un poder adquisitivo que representa el 52 % del peruano, por lo que se estima que su demanda potencial podría ser 0.80 veces de la demanda potencial del Perú.

BOLIVIA

La población de Bolivia es de 8'329, 000 habitantes, lo que representa 0.32 veces de la población del Perú. Su producto per – cápita es de 994 dólares lo que representa 0.47 veces el producto per – cápita peruano.

Su consumo promedio de tuberías de cobre refinado para el período 1991 – 2000 es de 56.3 toneladas anuales, que es 0.13 veces del consumo peruano para el mismo período.

Bolivia tiene un mercado que representa la tercera parte del mercado peruano, con un poder adquisitivo que representa el 47 % al peruano, por lo que se estima que su demanda potencial podría ser 0.13 veces de la demanda potencial del Perú.

4.4.3 Proyección de la Demanda

Se ha proyectado las demandas tanto para los tubos de cobre refinado como para los accesorios de cobre refinado.

Para la proyección de los tubos de cobre se ha tomado como data histórica los datos del cuadro 4.4.19, a excepción de los datos de Venezuela, que para éste país se ha visto más conveniente tomar los datos de sus importaciones que se encuentran en el ANEXO 2.

Para la proyección de los accesorios de cobre refinado se ha visto más conveniente tomar como datos la data histórica de las importaciones de cada país que se encuentran en los cuadros respectivos en el ANEXO 2.

Así tenemos que los análisis de regresión efectuados para cada país tanto para la proyección de las tuberías de cobre refinado como las proyecciones de accesorios de cobre se encuentran en el ANEXO 7.

Se resumen las proyecciones de tubos y accesorios de cobre refinado en los cuadros 4.4.25 y 4.4.26 respectivamente, y que se muestran a continuación.

Con las proyecciones ya realizadas se ha procedido a estimar la participación de nuestro proyecto como participación peruana tanto para el mercado local como el mercado regional, teniendo un criterio conservador y considerando que el hecho de poner una planta industrial que fabrique tanto tuberías como accesorios de cobre refinado no es impedimento para que las empresas comercializadoras no sigan importando estos bienes.

Primero analizaremos el mercado local y luego el mercado regional país por país.

Mercado Peruano

Para el caso de las tuberías de cobre refinado para el mercado peruano se espera tomar el 69% de las importaciones chilenas que representan el 37.971% de participación en el mercado peruano, el 57% de las importaciones estadounidenses que representan el 10.853% de participación, el 69% de las importaciones mexicanas que representan el 9.488% de participación, el 57% de las importaciones brasileñas que representa el 4.748% de participación. Y se espera tomar el 100% de las importaciones del resto de países de la competencia que representaría el 3.85% de participación del mercado. Totalizando las participaciones tenemos que nuestro proyecto tendría el **66.91%** de participación del mercado peruano de tuberías de cobre refinado.

Para los accesorios de cobre refinado siendo Estados Unidos el gran exportador de la región andina debido a la gran calidad de sus productos. Por tanto se espera tomar el 23% de las importaciones estadounidenses, que representan el 14.57% participación en el mercado peruano, el 23 % de las importaciones brasileñas que representan el 7.67% de participación, el 23% de las importaciones italianas que representan el 0.38% de participación y el 57% de las importaciones del resto de países que representa el 0.96% de participación. Totalizando las participaciones tenemos que la participación del proyecto para el mercado peruano de accesorios de cobre sería aproximadamente del **23.58%**.

(VER GRAFICO 4.3 y GRAFICO 4.4)

GRÁFICO 4.3: PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO PARA EL MERCADO PERUANO DE TUBERÍAS DE COBRE REFINADO.

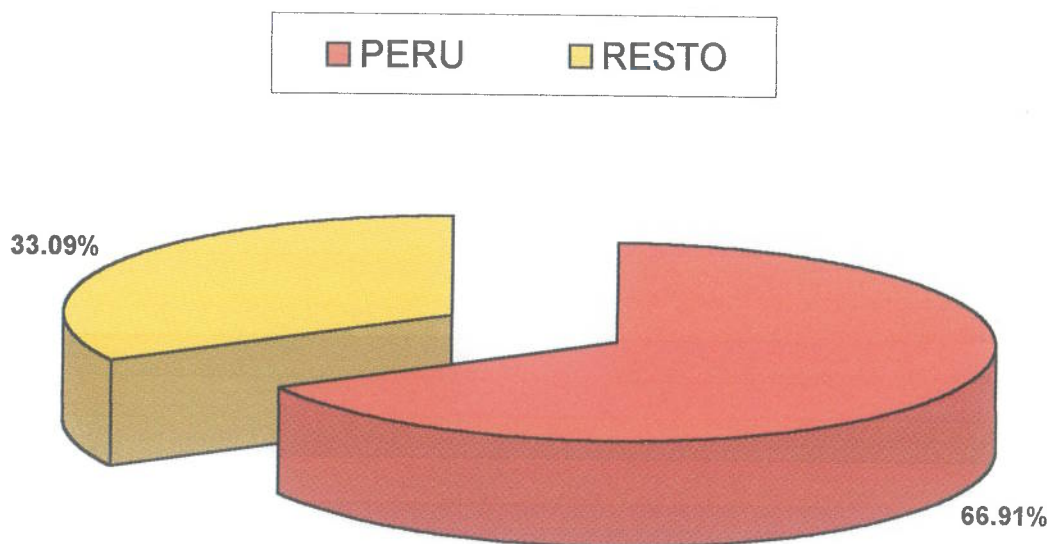
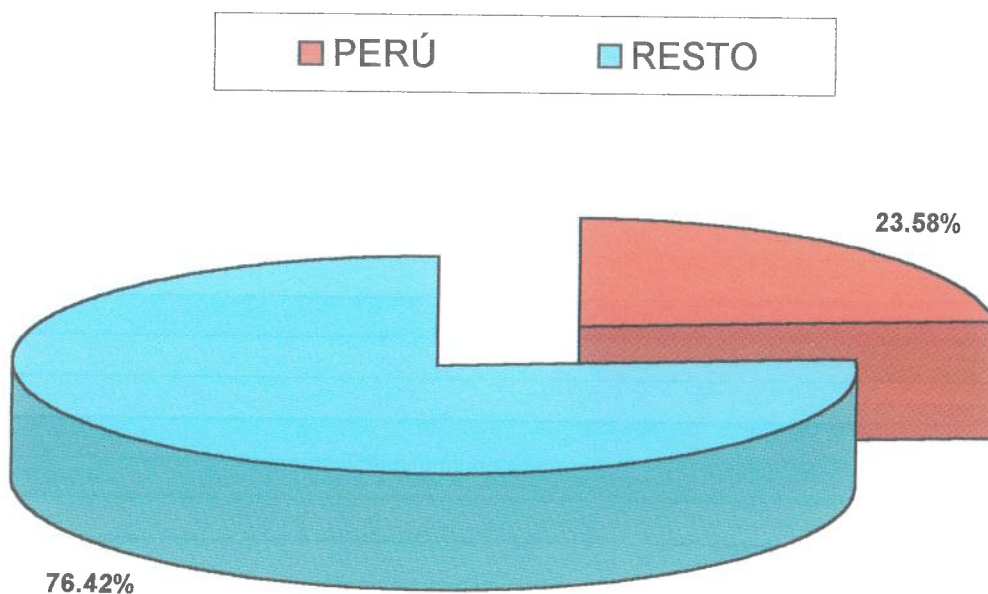


GRÁFICO 4.4: PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO PARA EL MERCADO PERUANO DE ACCESORIOS DE COBRE REFINADO.



CUADRO 4.4.25: Proyección de las Demandas de Tubos de cobre de los países andinos (en Tm)

AÑO	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA
2005	600.23	61.67	3451.90	434.70	1125.07
2006	614.22	63.79	3485.84	439.94	1143.68
2007	627.67	65.99	3517.72	444.86	1162.59
2008	640.61	68.26	3547.77	449.50	1181.81
2009	653.10	70.60	3576.20	453.89	1201.35
2010	665.17	73.03	3603.18	458.05	1221.22
2011	676.86	75.54	3628.83	462.01	1241.41
2012	688.20	78.14	3653.29	465.79	1261.94
2013	699.21	80.82	3676.67	469.40	1282.80
2014	709.92	83.60	3699.05	472.85	1304.02

ELABORACIÓN PROPIA. 2002**CUADRO 4.4.26: Proyección de las Demandas de accesorios de cobre de los países andinos (en Tm)**

AÑO	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA
2005	12.27	6.36	128.72	23.51	80.18
2006	12.00	6.49	130.78	23.07	83.53
2007	11.75	6.61	132.71	22.67	86.87
2008	11.52	6.73	134.54	22.30	90.22
2009	11.30	6.84	136.26	21.95	93.56
2010	11.10	6.95	137.90	21.62	96.91
2011	10.92	7.05	139.46	21.32	100.26
2012	10.74	7.14	140.94	21.03	103.60
2013	10.58	7.23	142.36	20.76	106.95
2014	10.42	7.32	143.72	20.51	110.29

ELABORACION PROPIA. 2002

Mercado Regional

Para el mercado regional nuestras estimaciones son conservadoras para el primer y segundo año de vida útil del proyecto. Pero a partir del tercer año en que se llega al 100% de la capacidad instalada se buscará abarcar el mayor porcentaje de la demanda de tuberías de cobre del mercado regional, siendo un mercado muy atractivo por su potencial, el mercado colombiano. Así, de esta manera analizaremos tanto las tuberías de cobre refinado como los accesorios de cobre refinado país por país, tomando como base el consumo promedio de estos bienes en el período 1991 – 2000.

BOLIVIA

En el caso de las tuberías de cobre refinado se espera tomar el 10% de las importaciones chilenas que representa el 7.993% de participación del mercado, el 40% de las importaciones estadounidenses que representa el 6.04% de participación, el 50% de las importaciones brasileñas que representa el 1.33% de participación y el 80% de las importaciones del resto de países que representa el 1.848% de participación. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado boliviano de las tuberías de cobre refinado sería aproximadamente de **17.211%**. Se espera que la participación peruana para tuberías de cobre para el tercer año sea de un **20%** del mercado boliviano.

Para los accesorios de cobre refinado se espera tomar el 3% de las importaciones estadounidenses que representa el 2% de participación del mercado, el 10% de las importaciones italianas que representa el 1.54% de participación, el 10% de las importaciones chilenas que representa el 0.77% de participación y el 25% de las importaciones del resto de países que representa el 2.565% de participación. Totalizando tenemos que la participación peruana para el mercado boliviano de accesorios de cobre refinado sería de **6.875%** aproximadamente.

COLOMBIA

En el caso de las tuberías de cobre refinado se espera tomar el 10% de las importaciones chilenas que representan el 1.772% de participación del mercado, el 10% de las importaciones estadounidenses que representa el 1.483% de participación, el 10% de las importaciones mexicanas que representa el 2.074% de participación, el 5% de la importación venezolana que representa el 2.246% de participación y el 80% de las importaciones del resto de países que representa el 1.44% de participación. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado colombiano de tuberías de cobre refinado sería de **9.015%** aproximadamente. Se espera que la participación peruana para tuberías de cobre para el tercer año sea de un **18% a 19%** del mercado colombiano. De esta manera se estaría duplicando la participación peruana con respecto al primer año.

Para los accesorios de cobre se espera tomar el 3% de las importaciones estadounidenses que representa el 2.602% de participación, el 10% de las importaciones chilenas que representan el 0.475% de participación, el 10% de las importaciones italianas que representan el 0.387% de participación y el 25% de las importaciones del resto de países que representan el 1.16% de participación. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado colombiano de accesorios de cobre refinado sería de **4.624%** aproximadamente.

ECUADOR

En el caso de las tuberías de cobre refinado se espera tomar el 10% de las importaciones chilenas que representan el 3.57% de participación del mercado, el 10% de las importaciones estadounidenses que representa el 2.421% de participación, el 20% de las importaciones mexicanas que representan el 4.74% de participación, el 10% de las importaciones venezolanas que representan el 1.05% de participación y el 80% de las importaciones del resto de países que representan el 4.712%. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado ecuatoriano de tuberías de cobre refinado sería de **16.49%** de participación aproximadamente. Se espera que la participación peruana para tuberías de cobre para el tercer año sea de un **20%** del mercado ecuatoriano.

Para los accesorios de cobre refinado se espera tomar el 3% de las importaciones estadounidenses, el 10% de las importaciones italianas, el 10% de las importaciones de Taiwán y el 25% de las importaciones del resto de países, lo que representan el 2.147%, 0.310%, 1.550% y el 2.455% de participación de mercado respectivamente. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado ecuatoriano de accesorios de cobre sería de **6.462%** aproximadamente.

VENEZUELA

En el caso de las tuberías de cobre refinado se espera tomar el 20% de las importaciones chilenas que representan el 0.844% de participación del mercado, el 5% de las importaciones estadounidenses que representan el 1.994% de participación, el 5% de las importaciones mexicanas que representa el 2.124% de participación y el 20 % de importaciones del resto de países que representa el 2.686% de participación. Totalizando tenemos que la participación peruana en el mercado venezolano de tuberías de cobre refinado sería de **7.648%** aproximadamente. Se espera que la participación peruana para tuberías de cobre para el tercer año sea de un **10%** del mercado venezolano.

Para los accesorios de cobre refinado se espera tomar el 3% de las importaciones estadounidenses, el 10% de las importaciones colombianas, el 10% de las importaciones de Taiwán y el 25% de las importaciones del resto de países; lo que representa el 2.616%, 0.93%, 0.103% y el 0.62% de participación de mercado respectivamente. Totalizando tenemos que la participación peruana para el mercado venezolano de accesorios de cobre refinado sería de **4.269%** aproximadamente.

(VER GRÁFICOS 4.5 y GRÁFICOS 4.6)

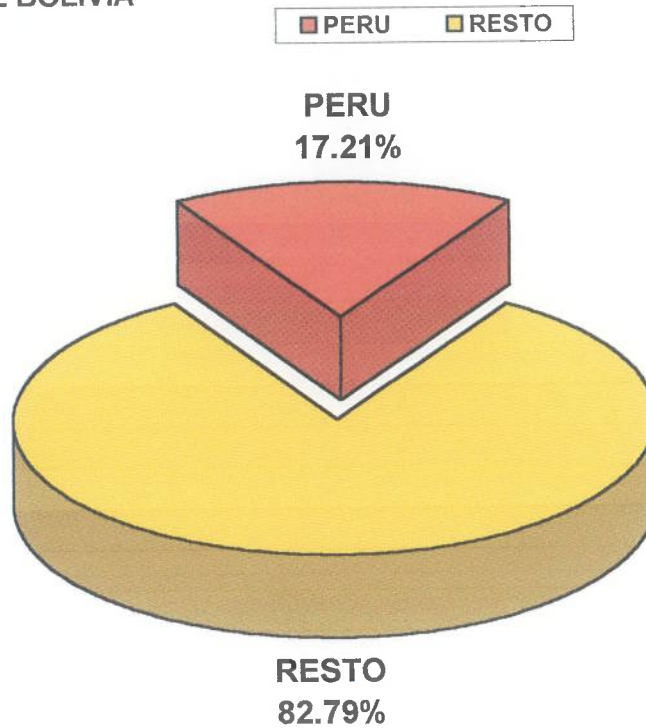
Con estas cifras de participación peruana tanto en el mercado nacional como en el mercado regional, y en combinación con las cifras de las proyecciones de las demandas de tubos y accesorios de cobre de los mercados andinos, nos determina una producción anual para el primer año de:

881 Toneladas de tubos de cobre refinado
15 Toneladas de accesorios de cobre refinado.

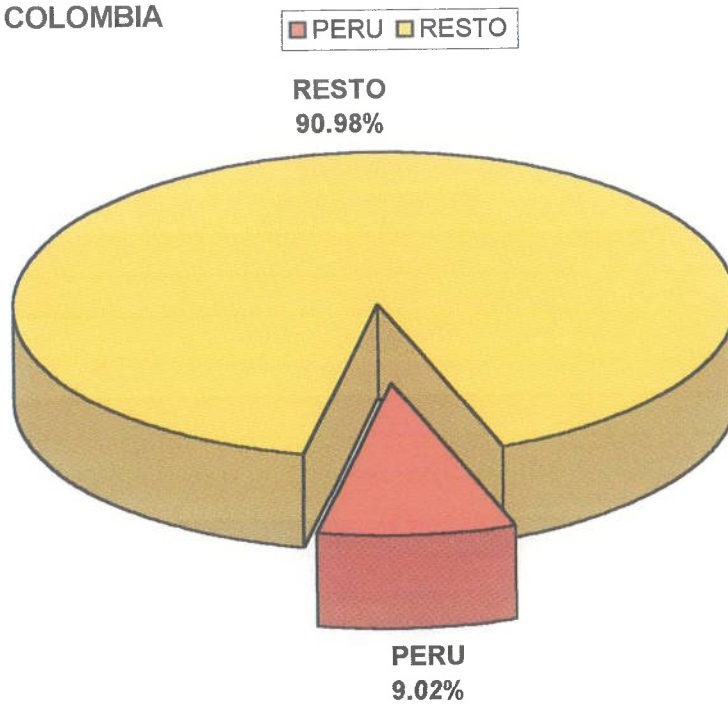
Estas cifras serían el tamaño de planta mínimo con relación tamaño mercado para el presente proyecto.

GRÁFICOS 4.5: PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN ESTIMADA QUE TENDRÍA NUESTRA PRODUCCIÓN EN LOS MERCADOS ANDINOS PARA TUBERÍAS DE COBRE REFINADO PARA EL 1^{ER} Y 2^{DO} AÑO DE VIDA ÚTIL QUE TENDRÁ NUESTRO PROYECTO.

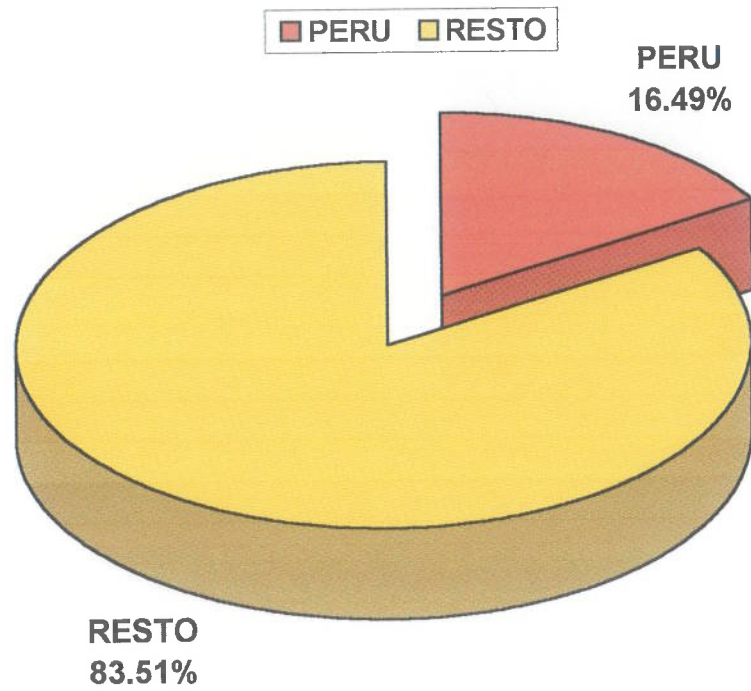
MERCADO DE BOLIVIA



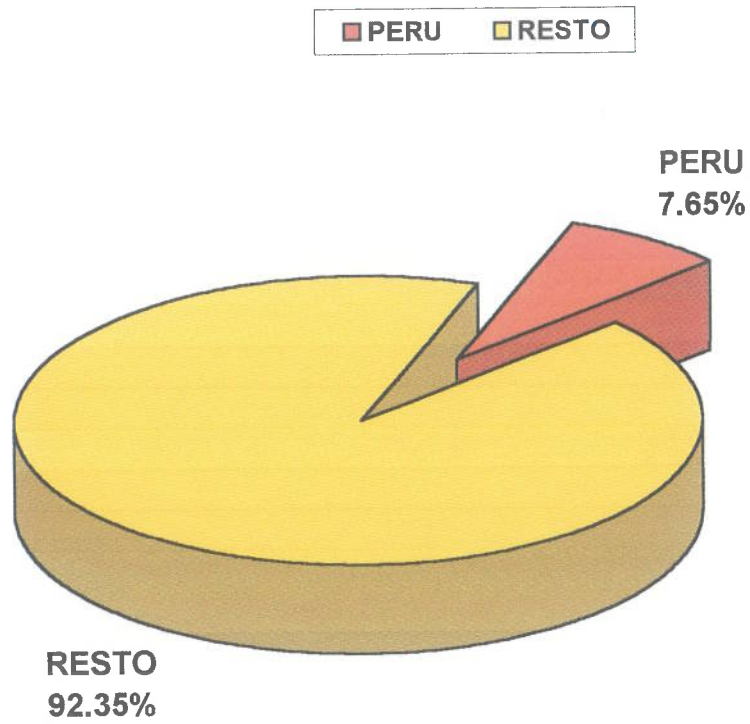
MERCADO DE COLOMBIA



MERCADO DE ECUADOR

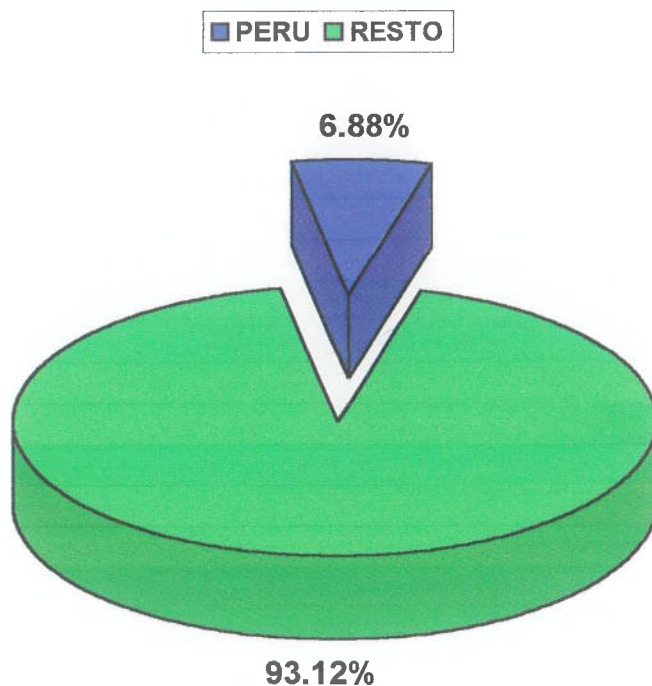


MERCADO DE VENEZUELA

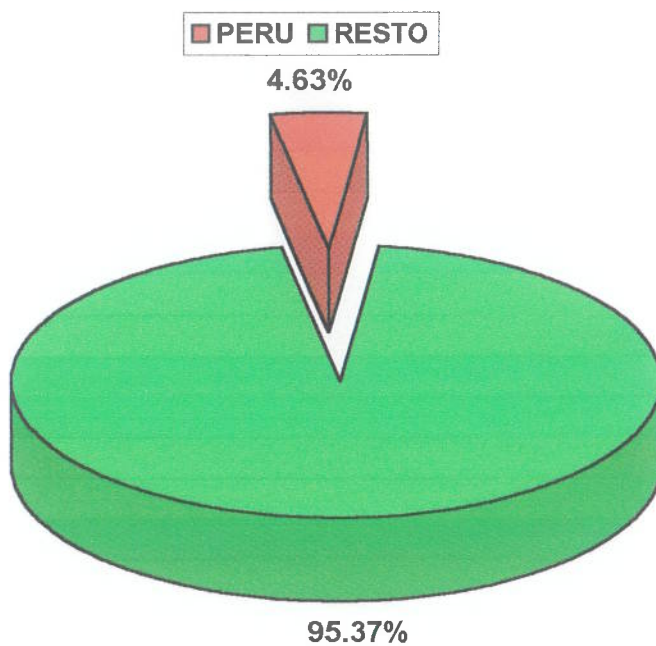


GRÁFICOS 4.6: PORCENTAJES DE PARTICIPACION ESTIMADA QUE TENDRÍA NUESTRA PRODUCCIÓN EN LOS MERCADOS ANDINOS, EN ACCESORIOS DE COBRE REFINADO.

MERCADO DE BOLIVIA

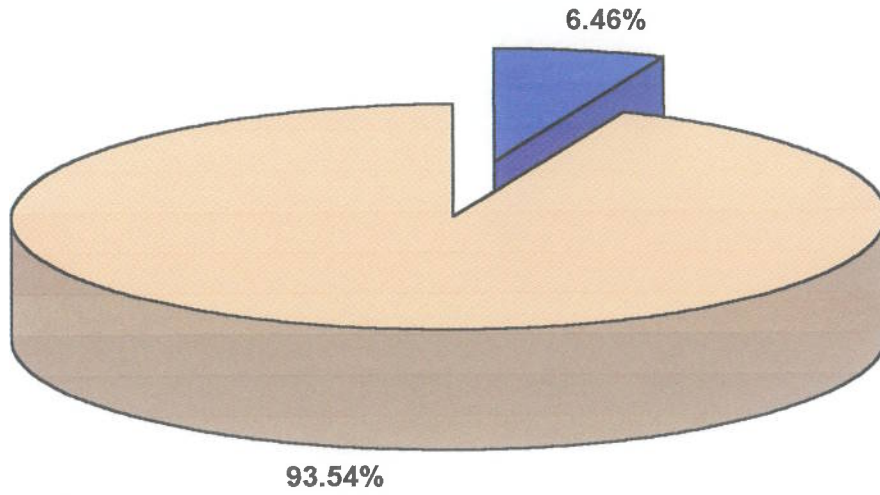


MERCADO DE COLOMBIA



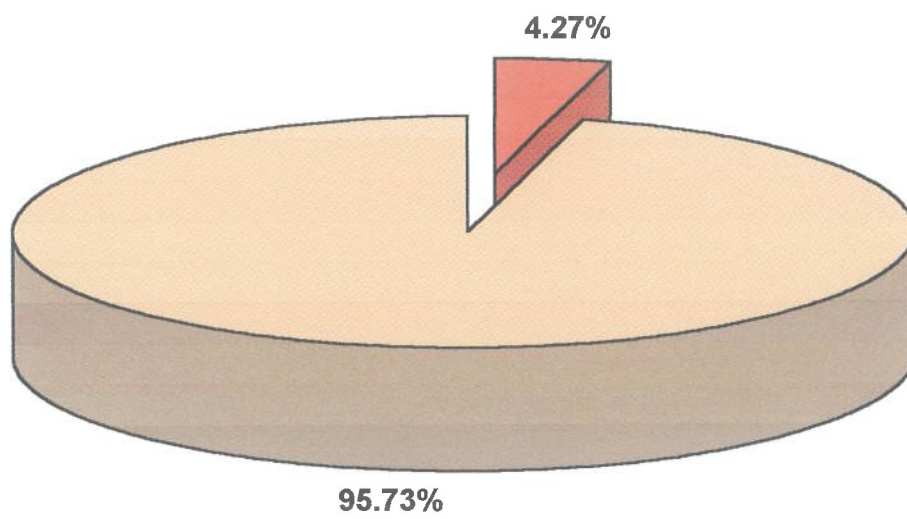
MERCADO DE ECUADOR

■ PERU ■ RESTO



MERCADO DE VENEZUELA

■ PERU ■ RESTO



4.5 Análisis de la Oferta

La oferta de un bien es aquella cantidad de ese bien que los productores están dispuestos a ofrecer a un precio establecido y dentro de un espacio físico determinado.

El estudio de la oferta consiste en la descripción cualitativa y cuantitativa del volumen del bien que se pretende colocar en el mercado, del mercado de influencia y la competencia permite definir y estimar la oferta del nuevo producto acertadamente.

4.5.1 Análisis de la competencia.

En el Perú en la actualidad no existen empresas que produzcan tubos y accesorios de cobre refinado, por lo que la competencia está sesgada completamente hacia empresas comercializadoras de tubos y accesorios de cobre refinado.

En el Perú existieron hasta 1990 empresas que fabricaban los tubos de cobre refinado. Por lo que cabría la posibilidad de que una vez abiertos los mercados en el extranjero y sustituidas las importaciones, estas empresas vuelvan a empezar su producción de tubos de cobre refinado. Aunque el estudio de la demanda nos indica que solamente existe espacio para una sola fábrica de tubos de cobre refinado.

Según un estudio preliminar³ anterior nos indica: “Las empresas comercializadoras importan alrededor de 350 toneladas métricas al año de tubos de cobre refinado, pero éste valor varía de acuerdo a las necesidades de otros sectores como ya se indicó”.

Tomando éste valor de referencia, vemos que las empresas comercializadoras importan alrededor de 350 toneladas y que el resto del consumo es importado por las propias empresas en trato directo con las empresas proveedoras, bien sea de Chile, México o Estados Unidos. Tal es el caso de la empresa EMEMSA (Empresa Metal Mecánica S.A.) por citar un ejemplo.

Los tubos de cobre refinado que se dirigen hacia mercados internacionales, por otro lado, sí enfrentan una competencia mucho mayor ya que los países a los cuales se va a exportar los tubos y accesorios de cobre refinado, también importan estos bienes de otros países y en el caso de Venezuela, posee una fuerte industria productora; debido a esto, es muy importante lograr competir no solamente con precios sino con calidad de los productos.

Lo que se debe buscar para el proyecto, es producir tubos de cobre refinado más baratos asumiendo la misma calidad de los de nuestra competencia. Por lo que la razón por la cual se cree que la exportación de los tubos de cobre refinado sería un éxito es debido a que la demanda del producto a los países que se piensa exportar es más elevada que la oferta; tal es el caso al parecer de Colombia.

³ “Estudio preliminar para la instalación de una planta productora de tubos de cobre” – Autor: León del Carpio, Claudia Ximena. Lima, 1998.

4.5.2 Empresas productoras y comercializadoras.

Como ya se ha visto, en el país no existen empresas productoras de tubos y accesorios de cobre refinado. Pero sí existen empresas comercializadoras, siendo las más importantes las siguientes:

- ANTICONA S.A.
- Brande S.A.
- COLD IMPORT S.A.
- Comercial EDSO E.I.R.L
- Comercial OLIMPIA S.A.
- F. Eberhardt S.A.
- Industria LOPAL S.A.
- PROSINSA S.A.
- Ricardo Marticorena S.A.
- TRINOX S.R.L

Estas son algunas de las empresas productoras a nivel mundial:

- Wieland – Werke AG de Alemania.
- Europa Metali SpA, de Italia.
- Olin Brass
- American Brass
- Bangkok Metal Industry Co., Ltda.
- LG Metals Corporation
- Outokumpu Zhongshan Copper Tube Ltda.
- Taicang Copper Products Factory
- Xinxiang Golden Dragon Copper Tube Co., Ltda.

4.5.3 Capacidad instalada y Oferta Actual.

La capacidad instalada de plantas industriales de tubos y accesorios de cobre refinado en el Perú es nula, debido a que en la actualidad no existe producción de estos productos.

En el Perú, así como en Bolivia, Colombia y Ecuador la oferta actual de tubos y accesorios de cobre refinado es igual a sus importaciones de estos productos, que pueden ser apreciadas en los cuadros estadísticos de las importaciones de tubos y también las de accesorios de cobre en el ANEXO 2.

En el cuadro 4.5.1 se puede apreciar los principales países exportadores de tubos de cobre refinado a la región andina. Así, a continuación podemos observar los porcentajes de participación de éstos países para el período comprendido: 1991 – 2000.

PAÍS	% DE PARTICIPACIÓN
VENEZUELA	28.05
MÉXICO	24.94
ESTADOS UNIDOS	21.49
CHILE	20.09
BRASIL	1.94
OTROS	3.99

FUENTE: COMUNIDAD ANDINA, Secretaría General
ELABORACIÓN: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002

(VER GRAFICO 4.7)

En el cuadro 4.5.2 se puede apreciar los principales países exportadores de accesorios de cobre refinado a la región andina; así podemos observar a continuación los porcentajes de participación de estos países para el período comprendido: 1991 –2000.

PAÍS	% DE PARTICIPACIÓN
ESTADOS UNIDOS	80.88
BRASIL	3.94
TAIWÁN	3.16
ITALIA	2.92
CHILE	2.73
Otros	6.37

FUENTE: COMUNIDAD ANDINA, Secretaría General
ELABORACIÓN: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

(VER GRAFICO 4.8)

La capacidad instalada de plantas productoras de cobre en el ámbito mundial es muy difícil de determinar. Pero la oferta actual en todo el mundo puede ser apreciada a través del nivel de las exportaciones en el ámbito mundial de los tubos de cobre refinado. Éstas cifras se muestran en el cuadro que sigue:

Exportación mundial de tubos de cobre refinado

AÑO	Dólares	Toneladas
1993	68'976,921	18,875
1994	67'763,356	19,420
1995	88'787,618	21,807
1996	94'062,928	24,754
1997	89'464,497	25,126
1998	87'421,210	27,535

FUENTE: Página Web <http://govinfo.kerr.orst.edu/export/export.html>
Elaborado por: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002.

4.5.4 Proyección de la Oferta.

Debido a que los países de la Comunidad Andina no poseen producción de tubos y accesorios de cobre refinado; a excepción de Venezuela, la oferta vendría a ser igual a las importaciones que realizan. Por tanto la proyección de la oferta sería igual a la de la demanda aparente para términos teóricos; porque hemos analizado la demanda potencial y ésta es mayor que la oferta actual.

En el mercado internacional se ha determinado una aproximación a la oferta por medio del nivel de exportaciones mundiales. La proyección de ésta aproximación en toneladas se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 4.5.1: PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE TUBOS DE COBRE REFINADO A LA COMUNIDAD ANDINA¹, PERÍODO 1991 - 2000

PAÍS EXPORTADOR	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA	ACUMULADO ¹	PROMEDIO ¹
VENEZUELA	117	0	12675	354	0	13146	1314.60
MEXICO	579	0	5854	800	4454	11687	1168.70
ESTADOS UNIDOS	802	85	4186	817	4180	10070	1007.00
CHILE	2318	450	5001	1205	442	9416	941.60
BRASIL	351	15	240	46	256	908	90.80
Otros	45	13	269	153	1153	1633	163.30
TOTALES						46860	4686.00

FUENTE: Comunidad Andina, Secretaría General

ELABORACIÓN: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002

1/ Los datos están en toneladas

CUADRO 4.5.2: PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE ACCESORIOS DE COBRE REFINADO A LA COMUNIDAD ANDINA¹, PERÍODO 1991 - 2000

PAÍS EXPORTADOR	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA	ACUMULADO	PROMEDIO
ESTADOS UNIDOS	152	26	785	277	422	1662	166.20
BRASIL	80	0	0	0	1	81	8.10
TAIWÁN	0	0	0	60	5	65	6.50
ITALIA	4	6	35	12	3	60	6.00
CHILE	1	3	43	9	0	56	5.60
Otros	3	4	42	29	53	131	13.10
TOTALES						2055	205.50

FUENTE: Comunidad Andina, Secretaría General

ELABORACIÓN: Adolfo A. Briceño Reynel. 2002

1/ Los datos están en toneladas

GRÁFICO 4.7: PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE TUBOS DE COBRE REFINADO A LA COMUNIDAD ANDINA, EN EL PERÍODO 1991 – 2000.

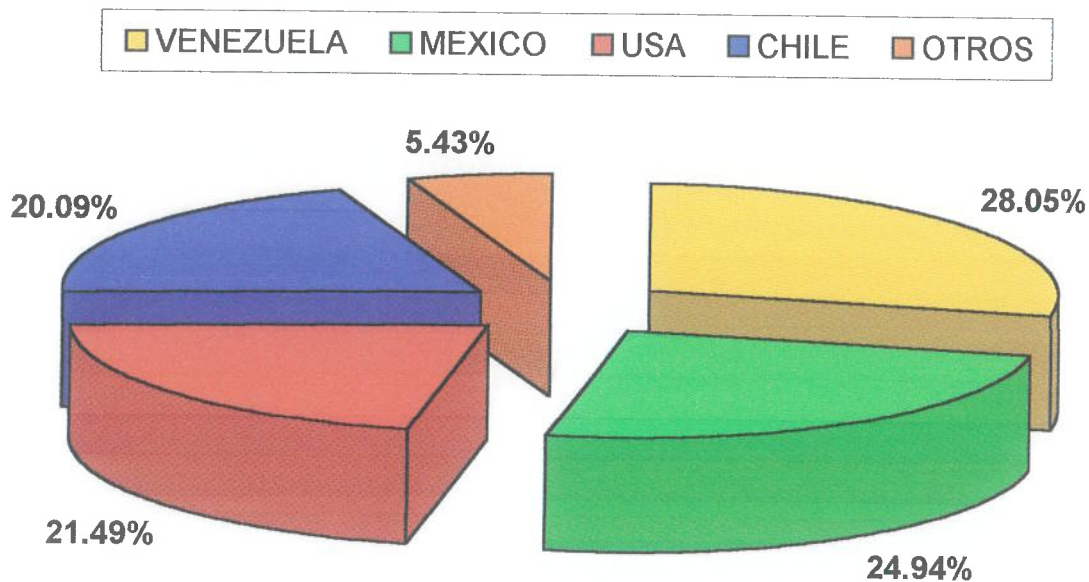
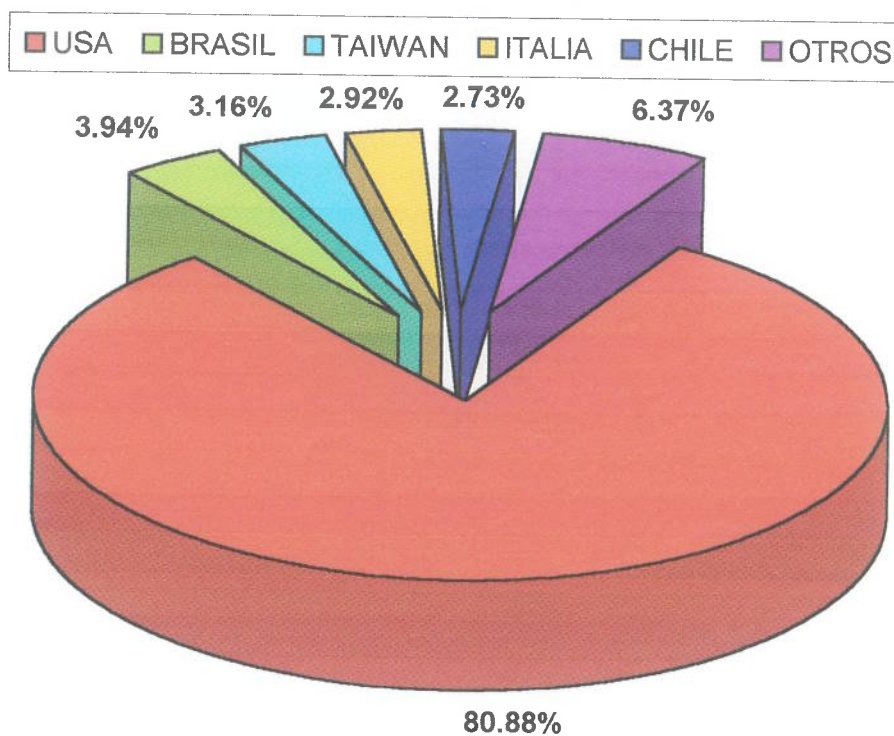


GRÁFICO 4.8: PORCENTAJES DE PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE ACCESORIOS DE COBRE REFINADO A LA COMUNIDAD ANDINA, EN EL PERÍODO 1991 – 2000.



AÑO	Toneladas
2005	48,351
2006	52,357
2007	56,695
2008	61,392
2009	66,479
2010	71,987
2011	77,952
2012	84,410
2013	91,404
2014	98,977

Elaboración: Adolfo Briceño. 2002.

Como se puede observar la oferta internacional de tubos de cobre refinado aumentará gradualmente en los próximos años, lo que por un lado asegura el crecimiento de los niveles de producción del proyecto, pero por otro habrá un aumento de la competencia internacional, exigiendo mayores niveles de calidad a un buen precio de los productos.

4.6 Demanda Insatisfecha

La demanda insatisfecha de un bien es aquella que no ha sido cubierta en su oportunidad por los agentes existentes en el sistema de comercio.

La demanda insatisfecha aparece cuando las ofertas existentes no igualan al volumen de demanda del mismo por factores que son materia de estudio.

4.6.1 Diferencia entre Demanda y Oferta proyectadas.

En la sección 4.4, en el Análisis de la Demanda; se hizo el siguiente comentario:

“Se sabe que la cantidad importada es consumida en casi su totalidad por lo que podríamos concluir que la oferta en ambos mercados sería igual a la demanda. Pero no podríamos saber realmente si la demanda de ambos mercados fuera mayor que la oferta, no tendríamos como saberlo en esta etapa del estudio”.

Este comentario se encuentra en el penúltimo párrafo de la sección 4.4.

Después de analizar la demanda potencial del mercado peruano podemos decir que es mayor que la oferta actual, por lo que si se mantiene los actuales márgenes de importación habría una demanda insatisfecha para el período, 2005 – 2014.

Lo que al parecer la demanda aparente actual es similar a la oferta actual al no existir producción local, lo que podría decirse es que hay una satisfacción engañosa entre demanda aparente y oferta.

En el contexto internacional se sabe que existe una diferencia entre la demanda y la oferta, a favor de la primera, debido a que la demanda aumenta más rápido que la oferta por todas las exigencias de los avances tecnológicos en los países industrializados.

Para el mercado regional de nuestro proyecto, que se encuentra en el contexto internacional en este mundo globalizado diríamos que la demanda no queda satisfecha principalmente en el mercado de Colombia. En los mercados de Ecuador y Bolivia al ser mercados más pequeños inclusive que el nuestro y con un comportamiento similar al peruano, esto se concluye al análisis macroeconómico realizado y a las estadísticas que se ha venido manejando, estos mercados presentan pequeños márgenes de diferencia entre demanda y oferta, siendo mayor en Ecuador que en Bolivia.

En el caso del mercado venezolano, a pesar de tener una producción local de tuberías de cobre, sus niveles de importación son bastantes altos por lo que habría una oportunidad en ese mercado.

4.7 Demanda para el Proyecto

4.7.1 Segmentación del Mercado

La segmentación del mercado es un proceso que consiste en dividir el mercado total de un bien en grupos más pequeños, de modo que los miembros de cada uno serán semejantes a los factores representan en la demanda. Mediante la segmentación se orienta el producto al cliente, identificando sus necesidades para poder así satisfacerlos de la mayor manera posible.

En el proyecto se ha segmentado geográficamente en dos mercados; uno local y otro regional. Si bien no se ha hecho hincapié en el tamaño, dentro del mercado regional el mercado más atractivo es el de Colombia, que es seguido por Ecuador, Venezuela y Bolivia, en ese orden de importancia.

Además la segmentación del mercado de tubos de cobre refinado está dirigida para industria de fabricación de equipos de refrigeración, conversión de motores de vehículos a gas natural, en el sector construcción tenemos dos segmentos, uno es el transporte de agua caliente y otro el sistema canalizado de transporte de gas en viviendas. Y finalmente el segmento de la fabricación de calentadores solares de cobre.

4.7.2 Selección del Mercado Meta.

El grupo de clientes hacia los cuales se dirige la estrategia de ventas es el mercado meta de una organización. El mercado meta de una empresa debe ser seleccionada teniendo en cuenta que estos mercados sean compatibles con las metas e imagen de la organización y que éste no sea un mercado saturado de competidores, a menos que el producto que ingrese sea una innovación tecnológica ó que su precio y calidad sean mejores que los competidores.

El mercado meta escogido para los tubos de cobre refinado son todos los segmentos mencionados anteriormente pero enfatizando en los mercados de transporte, refrigeración, construcción y el novedoso mercado de los calentadores solares de cobre.

4.8 Comercialización

La comercialización de un producto nos determina la forma de transferencia más adecuada de los productos que se desean ofrecer al mercado, para lo cual es necesario tener localizados los diferentes mercados de influencia a los cuales se abastece el producto o en un futuro se abastecerá.

Los criterios más importantes que se consideran en la comercialización son: los canales de distribución, medios de transporte, sistemas de almacenamiento, diseño comercial del producto, asistencia técnica, refrigeración y conservación (si el producto lo requiere), sistema de ventas, publicidad y propaganda.

La importancia de un estudio de comercialización es que éste nos indicará la posibilidad de colocar uno o más productos en manos del consumidor oportunamente y a precios justos, razón por la cual es necesario conocer las características del producto, sus bondades en el pasado y las proyecciones para el futuro; así como el comportamiento histórico del producto y los diferentes conductos o dispositivos de comercialización para llegar oportuna y convenientemente al mercado seleccionado.

4.8.1 Política de Comercialización

La política de comercialización está basada en los siguientes puntos:

Ventas al contado y ventas al crédito, que incluye descuentos.
Y las cobranzas.

Las ventas al contado estarán sujetas a descuentos especiales. Y las ventas al crédito serán a facturación hasta 30 días y letras hasta 120 días que básicamente está regulado por descuentos que la empresa otorgará considerando el tiempo de financiamiento que requiera el cliente.

El financiamiento para todos los clientes será directo y los gastos financieros estarán incluidos en los descuentos, de acuerdo al plazo requerido.

En cuanto a las cobranzas, la recuperación de créditos estará basada en los plazos establecidos para cada caso, pudiendo efectuarse cobranzas en efectivo y cheque, que se realizarán a través de vendedores – cobradores, también se trabajaría con letras en cobranza y/o descuento, que se realizaría por intermedio del banco.

4.8.2 Distribución

Se entiende por distribución al hecho de la transferencia por algún medio del individuo u organización que ha elaborado un producto al consumidor que lo necesita y lo compra. Los productos o bienes deben además ser transportados físicamente del lugar dónde se fabrican o producen hasta donde se necesiten.

La función de distribución tiene por finalidad hacer llegar el producto a su mercado meta. La actividad más importante para lograr esto es arreglar su venta (y la transferencia de la propiedad) del fabricante hacia el consumidor final. Otras actividades comunes son promover el producto, almacenarlo y correr parte del riesgo financiero durante el proceso de distribución.

• ***Canales de Distribución***

Los canales de distribución son las formas que nuestro producto tiene de acceder al mercado, de llegar al consumidor final. Un canal de distribución está formado por personas y compañías que intervienen en la propiedad de un producto a medida que este pase del fabricante al usuario final del producto en su forma actual y también a los intermedios.

En nuestro caso que el estudio abarcará el mercado nacional y un mercado regional que es la Comunidad Andina, tenemos que, para el mercado nacional se subdivide a su vez en dos zonas importantes; Lima y el resto del país.

Para el caso de Lima:

El canal de distribución que tendría la empresa estaría integrado por los mismos vendedores que repartirán los pedidos diariamente a nuestros clientes en Lima. Esta política de distribución trae como ventaja los siguientes puntos:

- Servicio inmediato al cliente.
- Reclamo inmediato sobre si corresponde o no el producto.
- Identificar al responsable de la recepción de los productos y facilitar las cobranzas, se aprovecha para programar la fecha de cobranza.
- Se define próxima visita para venta

Para el caso de Provincias:

La distribución se realizaría en una movilidad de la empresa respetando las instrucciones del cliente sobre la preferencia del transportista que traslada los productos a su destino.

El tratamiento sería de pago contra entrega, que el cliente paga al recepcionar la mercadería normalmente y el tiempo de demora en llegar a su destino variaría entre dos y diez días, dependiendo de la distancia de la ciudad a donde se consigna.

Para el mercado regional, se piensa que como los tubos de cobre son productos que están dirigidos a la industria y construcción, se consideraría necesaria la existencia de dealers en el extranjero que puedan negociar con nuestro producto, buscar nuevos clientes y más mercados dentro de la región.

Para la venta en el mercado nacional se estaría pensando establecer una tienda en Lima que pueda representar a la empresa, tal como hace la empresa INDECO S.A., fabricante de conductores de energía y telecomunicaciones, que vende sus productos en un área próxima al almacén de productos terminados.

También se piensa en la intervención de tiendas minoristas que puedan comercializar el producto sin encarecer mucho el precio de venta.

• ***Transporte y Almacenaje***

Para el transporte y almacenaje de tuberías de cobre no es necesario tomar ninguna consideración en especial como sí ocurre con otros productos, que requieren para su manejo condiciones especiales; como por ejemplo el uso de camiones refrigerados o de almacenajes especiales y resguardos del medio ambiente.

Por tanto el transporte puede ser en simples unidades de transporte pudiendo ser camionetas o pequeños camiones. Y el almacenaje puede ser en depósitos sin mucha preparación y acondicionamiento, pero sí techados.

Para la exportación, las tuberías de cobre serían transportados por vía marítima hacia los diferentes destinos ya que ésta vía de transporte es la más barata. Solamente en el caso de Bolivia al no poseer puerto por ser país mediterráneo y además sus volúmenes de consumo de tuberías de cobre no son tan altas.

- **Puntos de Ventas**

Los puntos de ventas son aquellos lugares en los cuales se encontrará el nexo entre nuestros productos y el consumidor final. Un punto de venta importante en el Perú es definitivamente Lima.

En el mercado regional, vale decir la Comunidad Andina es importante establecer un punto de venta en cada país de la región, siendo estos puntos las capitales, así tenemos las ciudades de La Paz, Bogotá, Quito y Caracas.

4.8.3 Promoción y Propaganda

La promoción es básicamente la manera de informar, persuadir y recordarle al mercado la existencia de un producto y su venta, con la esperanza de influir en el pensamiento, sentimientos y hábitos de compra del consumidor. La promoción es, entonces, básicamente la intención de influir en el público.

La promoción de los tubos y accesorios de cobre se harían por intermedio de nuestros vendedores – cobradores, a quienes se les brinda toda la información correspondiente del producto, como:

- Aplicaciones
- Tipo de material
- Acabado
- Medidas
- Características especiales – recomendaciones

- **Presentación de los productos**

La presentación de los productos es la forma en la cual estos serán presentados al mercado para su venta. Como se ha visto en la sección 4.2.1 del presente capítulo, en dónde se indica que los tubos de cobre serán presentados en dos modalidades:

- Enrollados
- Tiras rectas

Esto sin tomar en cuenta las diferentes especificaciones de diámetro y espesor de pared de ambas modalidades.

- **Publicidad**

La publicidad es la comunicación masiva que paga el patrocinador en el cual éste está claramente identificado. Las formas más conocidas de publicidad son los anuncios que aparecen en los medios electrónicos (televisión, radio, Internet) y en los impresos (periódicos y revistas). Sin embargo hay muchas otras alternativas desde el correo directo hasta las páginas de la sección amarilla de la guía telefónica.

La publicidad de productos industriales no utiliza los medios más conocidos de publicidad sino que emplea métodos más especializados como el uso de catálogos o vendedores. Se busca llegar a cada empresa de manera individual, las ventas se hacen prácticamente del productor al consumidor.

Para nuestro estudio el medio de publicidad que usaremos será el directo a través del equipo de ventas que involucra a todo el personal en general. Buscando en llegar al cliente con productos publicitarios personalmente, como:

- Catálogos
- Trípticos
- Dípticos
- Afiches
- Polos
- Llaveros
- Lapiceros
- Y otros productos publicitarios.

- **Promoción de Ventas**

La promoción de ventas es la actividad destinada a estimular la compra del producto, complementando así la publicidad y facilitando la venta personal.

Se tiene pensado que una de las medidas preliminares para mantener nuestra permanencia en el mercado sería lanzar promociones mensuales.

Las promociones mensuales serán en gran medida proyectada a alcanzar mayores niveles de venta en volumen y montos por productos.

Estas promociones estarán diseñadas de tal forma que se dé más rotación al stock y tener una rentabilidad por volumen.

- **Ventas Personales**

La venta personal es la presentación directa del producto que hace un representante de la compañía a un comprador potencial. Para los tubos y accesorios de cobre se le considera de especial importancia, la venta personal tanto en el mercado nacional como en el mercado regional, utilizando vendedores especializados que conozcan las características y especificaciones del producto para así poder promocionar de manera efectiva el producto.

4.8.4 Análisis de Precios

El análisis de costos que tendrá la empresa estará enfocado a los diferentes segmentos de mercado que tendrá el proyecto, que estará directamente relacionados a los volúmenes de producción.

- Precios en el ámbito nacional:

Están divididos en dos formas:

- Precios a nivel Lima
- Precios a nivel Provincias

Estas diferencias básicamente están dadas por los costos de operaciones que implica movilizarse a las diferentes zonas de ventas.

- Precios a nivel Internacional

Estos precios serán totalmente diferentes porque la política que tendrá la empresa será mantener precios competitivos en el ámbito internacional, por lo tanto se desglosa todos los costos operacionales que se tiene en el ámbito local y se basa la utilidad de la empresa porcentualmente, porque normalmente se manejan volúmenes y montos, y está dado en una sola operación comercial.

4.8.5 Programa de Ventas

- **Condiciones sobre el ciclo de vida de los productos:**

El ciclo de vida de un producto es la demanda agregada durante un largo período para todos los productos y marcas de productos. El ciclo de vida comprende cuatro etapas: introducción, crecimiento, madurez y declinación.

Cada producto pasa por un ciclo de vida diferente dependiendo de sus características, usos y tal vez de su tecnología. Los tubos de cobre son un producto que debido a sus características (es un gran conductor de calor, por ejemplo) y por ser de uso industrial, puede tener un ciclo de vida de alrededor de 10 años si es que en el mercado no aparece una tecnología superior y más barata que pueda hacer que éste producto entre en su etapa de declinación más rápidamente.

- **Consideraciones sobre el ciclo de vida de la empresa:**

La empresa pasa por las mismas etapas del ciclo de vida de un producto con la diferencia de que las empresas pueden tener un ciclo más duradero de vida si es que logran hacer que los productos que elaboran varíen de acuerdo a las necesidades del cliente y del tiempo. Dar por terminada la línea de un producto y comenzar la elaboración de otro más adelantado en tecnología o que se adecúe más a las necesidades del cliente pueden asegurar la vida de una empresa.

Se ha considerado para nuestro proyecto un horizonte de vida que empieza del año 2005 y termina en el año 2014.

- **Programa de ventas para diez años:**

El programa de ventas para la empresa se basa en las proyecciones de las demandas del mercado nacional y regional de los tubos y accesorios de cobre refinado.

Así tenemos en el cuadro 4.5.3 (para tubos de cobre) y en el cuadro 4.5.4 (para accesorios de cobre) las estimaciones realizadas para el programa de ventas del año 2005 al año 2014.

A continuación, en la siguiente página se resume el programa de ventas tanto para tubos como para accesorios de cobre refinado.

- *Programa de ventas para tubos de cobre refinado (2005 – 2014)*

AÑO	Toneladas
2005	881
2006	896
2007	1297
2008	1301
2009	1301
2010	1301
2011	1301
2012	1301
2013	1301
2014	1301

- *Programa de ventas para accesorios de cobre refinado (2005 – 2014)*

AÑO	Toneladas
2005	14
2006	14
2007	15
2008	15
2009	15
2010	15
2011	15
2012	15
2013	15
2014	16

(VER CUADROS 4.5.3 y 4.5.4)

CUADRO 4.5.3: Estimación de las ventas anuales de Tubos de cobre refinado para el Proyecto (En Toneladas)

AÑO	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA	TOTALES
	66.91%	17.21%	9.02%	16.49%	7.65%	
2005	600.23	61.67	3451.90	434.70	1125.07	881
2006	614.22	63.79	3485.84	439.94	1143.68	896
2007	627.67	65.99	3517.72	444.86	1162.59	1297
2008	640.61	68.26	3547.77	449.50	1181.81	1301
2009	653.10	70.60	3576.20	453.89	1201.35	1301
2010	665.17	73.03	3603.18	458.05	1221.22	1301
2011	676.86	75.54	3628.83	462.01	1241.41	1301
2012	688.20	78.14	3653.29	465.79	1261.94	1301
2013	699.21	80.82	3676.67	469.40	1282.80	1301
2014	709.92	83.60	3699.05	472.85	1304.02	1301

ELABORACIÓN PROPIA. 2002

CUADRO 4.5.4: Estimación de las ventas anuales de accesorios de cobre para el Proyecto (En Toneladas)

AÑO	PERÚ	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	VENEZUELA	TOTALES
	23.58%	6.88%	4.63%	6.46%	4.27%	
2005	12.27	6.36	128.72	23.51	80.18	14
2006	12.00	6.49	130.78	23.07	83.53	14
2007	11.75	6.61	132.71	22.67	86.87	15
2008	11.52	6.73	134.54	22.30	90.22	15
2009	11.30	6.84	136.26	21.95	93.56	15
2010	11.10	6.95	137.90	21.62	96.91	15
2011	10.92	7.05	139.46	21.32	100.26	15
2012	10.74	7.14	140.94	21.03	103.60	15
2013	10.58	7.23	142.36	20.76	106.95	15
2014	10.42	7.32	143.72	20.51	110.29	16

ELABORACIÓN PROPIA. 2002

5 Disponibilidad de Insumos

5.1 Características principales de la Materia Prima.

El cobre es uno de los metales más abundantes en la naturaleza. Se encuentra poco en estado nativo en Chile y Canadá; pero su principal mineral es la pirita cuprosa. Abundan también sus carbonatos, el sulfuro y el dióxido.

El cobre y sus aleaciones constituyen uno de los más grandes grupos de metales utilizados con fines industriales y comerciales, como ya se pudo ver en capítulos anteriores.

La materia prima requerida por el proceso no es el cobre en bruto, es más bien el cobre catódico o electrolítico. El cobre catódico, requerido por la tecnología escogida, consistirá de cátodos de cobre electrolítico, retacerías provenientes del proceso, chatarra de cobre de alta pureza tipo A y aleaciones de cobre – fósforo o cobre desoxidado.

En lo referente a lo que es cobre desoxidado se tiene de dos tipos, el cobre DHP y el cobre DLP.

El cobre DHP es un material de cobre desoxidado con alto contenido de fósforo residual limitado, su composición consiste en: cobre en una cantidad mayor o igual al 99.90% y un contenido de fósforo en un rango comprendido entre el 0.015 – 0.040 %.

El cobre DHP se utiliza para productos semi – acabados que no contengan requisitos en conductividad eléctrica pero con muy buenas características para las soldaduras duras así como resistencia a la fragilidad del hidrógeno.

El cobre DHP es resistente a la atmósfera industrial (formación de capas oscuras de color verde respectivamente) de agua industrial y potable (caudal máximo de 1.5 a 2.0 m/s aproximadamente), vapor de agua pura, ácidos que no oxidan, álcalis (a excepción del amoníaco y del cianuro conteniendo compuestos) y soluciones salinas neutrales.

El cobre DHP no es resistente a ácidos que oxidan, amoníaco acuoso y gases halogenados, sulfuro del hidrógeno, agua de mar, especialmente con altos caudales.

Dentro de sus principales propiedades físicas tenemos:

Conductividad eléctrica:	46 MS/m 79 % IACS
Conductividad térmica:	340 W/(m°K)
Coefficiente de expansión térmica:	$17.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{K}$
Densidad :	8.94 g/cm ³
Módulo de elasticidad:	132 kN/mm ²

El cobre DLP es un material de cobre desoxidado con bajo contenido de fósforo residual limitado, su composición consiste en: cobre en una cantidad mayor o igual al 99.90% y contenido de fósforo en un rango comprendido entre el 0.005 – 0.014%.

El cobre DLP se utiliza en productos semi – acabados que no tengan requisitos en conductividad eléctrica pero con muy buenas características para las soldaduras duras. También tiene buenas características para el trabajo en frío.

El cobre DLP es resistente a la atmósfera industrial (formación de capas oscuras de color verde respectivamente) de agua industrial y potable (caudal máximo de 1.5 a 2.0 m/s aproximadamente), vapor de agua pura, ácidos que no oxidan, álcalis (a excepción del amoníaco y del cianuro conteniendo compuestos) y soluciones salinas neutrales.

El cobre DLP no es resistente a ácidos que oxidan, amoníaco acuoso y gases halogenados, sulfuro del hidrógeno, agua de mar, especialmente con altos caudales.

Dentro de sus principales características físicas del cobre DLP tenemos:

Conductividad eléctrica:	46 MS/m 79 % IACS
Conductividad térmica:	340 W/(m°K)
Coefficiente de expansión térmica:	17.6 x 10 ⁻⁶ /°K
Densidad:	8.94 g/cm ³
Módulo de elasticidad:	132 kN/mm ²

Los cátodos de cobre utilizados para la fusión deben de ser de acuerdo al estándar internacional **ASTM B115**. Los parámetros físicos de los cátodos deben de ser los siguientes:

Dimensiones	Medidas
Largo (m.m)	800 – 1100
Ancho (m.m)	800 – 1100
Espesor (m.m)	10 – 15
Peso (kg)	100 - 150

Para hacer un análisis comparativo de las dimensiones de los cátodos de cobre de acuerdo al estándar internacional, ASTM B115 con las dimensiones de los cátodos de cobre electrolítico de producción nacional provenientes de las tres principales empresas mineras del país. Se muestran a continuación las dimensiones que tienen los cátodos electrolíticos de cobre de estas empresas.

Cátodos de cobre electrolítico

DOE RUN (Centromín)	
Tamaño:	: 920 x 760 x 20 mm (36 ¼" x 29 ¾" x ¾")
Peso	: 87 kilos
Paquete	: 22 cátodos = 1.9 toneladas
Cerro Verde	
Tamaño	: 1000 x 1000 x 6 mm
Peso	: 71.5 ± 1.5 kg
Paquete	: 23 cátodos
Ilo (SPCC)	
Tamaño	: 1000 x 1000 x 20 mm
Peso	: 160 kg (159 – 179 kg)
Paquete	: 22 cátodos = 3.5 toneladas

FUENTE: Manual de Comercialización del cobre. Serie: Minería y Metalurgia N°8.
JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1988

5.2 Potencialidad del recurso en la zona de influencia del proyecto

Durante el desarrollo del ejercicio 2000 el sector minero, se mantuvo como uno de los sectores más dinámicos de la economía, pese a haber sido afectado por un descenso cíclico generalizado en las cotizaciones de los metales; los inversionistas extranjeros mantuvieron su interés en explorar y ampliar el desarrollo de sus propiedades mineras, no obstante los diversos factores socio – político – financieros que se han desarrollado en el país.

La evolución del desarrollo del sub – sector minero es sustentada principalmente por la puesta en operación y consolidación de proyectos como Mra. Barrick Misquichilca (Pierina) así como los planes de expansión y modernización realizados en Cuajone por Southern Perú Copper Corporation Sucursal del Perú, en Mra Yanacocha S.A., Minsur S.A (San Rafael), Cía. Mra. Santa Rosa S.A, Mra. Iscaycruz S.A entre otras empresas productoras de la mediana minería. Así mismo, como consecuencia de un adecuado marco legal promotor, podemos mencionar, la construcción del Mega proyecto Antamina que entró en producción en el segundo semestre del año 2001, generando más dinamismo a la economía peruana.

El cobre alcanzó una producción de 553,924 (t. Finas) durante el período 2000 lo que significó un incremento del 3.3%, respecto al período 1999 cuya producción fue de 536,387 (t. Finas). Este resultado obedece principalmente a la ampliación de planta en la mina Cuajone de la empresa Southern Perú Co., así como los planes de inversión realizados en expansión en la empresa BHP Tintaya S.A. y Cerro Verde S.A., como también el reinicio de operación en la mina Condestable S.A.

La cotización del cobre durante el año 2000 se mantuvo con una tendencia al alza alcanzando un precio promedio de 82.24 Ctv. US\$/ Lb mientras que el precio

promedio durante el año 1999 fue de 71.32 Ctv. US\$/ Lb, esta variación representa una tendencia positiva del 15.0 % debido a los sostenidos incrementos de la demanda de los países asiáticos y EE.UU.

Durante el año 2000 se exportaron 529.1 miles de (t. Finas) de cobre; superando en 3.0% las exportaciones realizadas durante el año 1999 que fueron de 521.1 miles de (t. Finas); estas generaron un ingreso de US\$ 930.5 millones, significando un aumento del 19.8% respecto al año 1999.

El Perú se ubica en el 6to. lugar en el mundo de productor de cobre, manteniendo una posición expectante, esperando en un futuro cercano ubicarnos entre los primeros productores, como Chile, Estados Unidos e Indonesia.

La comprobada riqueza del territorio peruano se ve reflejada en su producción variada y abundante de minerales metálicos que aparte del cobre produce plomo, zinc, plata, oro, antimonio, bismuto, cadmio, trióx. de arsénico, indio, selenio, telurio y otros. Así como la producción de minerales no metálicos como; caliza, piedra, arena, arcillas, cal, puzolana, sílice, yeso, bentonita, carbón antracita, barítina, mármol, talco, boratos y ulexita, caolín, arcilla refractaria, feldespatos y roca fosfórica. Se estima que el Perú cuenta con 22 metales y 24 variedades de productos no metálicos que podrían explotarse.

El potencial minero del Perú es un importante indicador de las grandes potencialidades de desarrollo del sector. De acuerdo a cifras oficiales solamente se explota el 19.0% de las tierras mineras.

El cobre es un elemento que se encuentra en abundancia en nuestro territorio, por lo que para el proyecto se considera que el cobre como materia prima tiene una alta potencialidad en la zona del proyecto. Se adjuntan dos mapas que indican la influencia del cobre en dos zonas de nuestro territorio, una en la zona centro del país y la otra en la zona sur del país. Así también se adjuntan dos mapas más, uno es el Mapa Geológico del Perú y el otro mapa es el Mapa de ocurrencias de cobre en el Perú. Esta información ha sido proporcionada por el Ministerio de Energía y Minas mediante un CD-ROM – Edición Especial – Setiembre 2001.

Se presentan a continuación los siguientes cuadros donde se puede apreciar la producción de cobre en el Perú del período comprendido desde el año 1991 hasta el año 2000. Así como otros cuadros con información interesante y valiosa que nos da una mejor visión de la gran potencialidad del cobre en la zona de Influencia del Proyecto.

Cuadro Nº 5 – 1: Producción de cobre (t de Contenido Fino Recuperable)

Cuadro Nº 5 – 2: Exportaciones de cobre (Millones de US Dólares)

Cuadro Nº 5 – 3: Consumo local de cobre (t. Fina)

Cuadro Nº 5 – 4: Producción de cobre, según empresa minera (t. de contenido fino).

Cuadro Nº 5 – 5: Producción minera de cobre a nivel concentrados, según estratos (t. secas)

Cuadro Nº 5 – 6: Producción minera de cobre a nivel concentrados, según estratos (t. de contenido fino)

Cuadro Nº 5 – 7: Producción minera de cobre a nivel concentrados, según estratos (t. de contenido fino recuperable)

Cuadro Nº 5 – 8: Producción de cobre por departamento.

Cuadro Nº 5 – 9: Reservas Mineras: 1996 – 1999

Cuadro Nº 5 –10: Principales países productores de cobre (Miles de t.)

Glosario de términos.
Unidades de medida
Categoría de los informantes

En relación con la materia prima, podemos decir que el proyecto estaría explotando las ventajas comparativas existentes en el país, lo que determinaría una ventaja para el mismo proyecto pudiendo de esta manera reducir costos de producción.

Entre las principales empresas productoras de cobre en el Perú tenemos:

- Southern Peru Co.
- BHP. Tintaya S.A
- Soc. Mra. Cerro Verde S.A
- Doe Run (Cobriza)
- Cía. Mra. Condestable S.A
- Cía. Mra. Raura S.A
- Cía. Mra Atacocha S.A
- Pan American Silver S.A.C
- Soc. Mra. Austria Duvaz S.A
- Centromín Perú S.A
- Soc. Mra. Corona S.A
- Cía. Mra Casapalca S.A
- Empresa Administradora Chungar S.A
- Cía. De Minas Buenaventura S.A
- Cía. Mra. Pativilca S.A
- Cía. Mra Huaron S.A
- Cía. Mra. El Baron S.A
- Cía. Mra. Sayapullo S.A.
- Corp. Mra. Castrovirreyna S.A
- Otros, etc.

Sin embargo, de todas éstas empresas productoras, la materia prima para nuestro producto será proveniente únicamente de:

- Southern Peru Copper Corporation
- DOE RUN (Propietaria de la fundición y refinería de la Oroya)
- Sociedad Minera Cerro Verde S.A

Esto es debido a que éstas tres empresas mineras son las empresas de cobre refinado de mayor volumen.

Líneas arriba se comentó que se adjuntaban dos mapas que nos indicaban la influencia del cobre en las zonas centro y sur de nuestro territorio. Para tener un mejor alcance de la influencia de la potencialidad del recurso para nuestro país, detallaremos las dos principales empresas mineras productoras de cobre refinado; Southern Perú Copper Corporation y Doe Run, siendo ésta última propietaria de la fundición y refinería de la Oroya a partir del año 1997.

Cuadro N° 5 - 1: Producción de COBRE . Período 1991 - 2000 (t de Contenido Fino Recuperable)

PRODUCTO / AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
COBRE (t)	355,518	363,488	373,176	395,900	444,206	494,154	498,255	521,005	544,883	560,957
REFINADO 1/	243,732	252,647	258,934	265,413	261,751	249,431	296,993	309,592	318,914	324,417
SX / EW 2/					33,392	88,539	98,080	101,837	117,425	127,311
EN BLISTER	96,212	97,179	98,695	107,885	83,368	73,908	50,454	45,086	31,463	16,030
EN SULFATO	5,083	3,297	3,402	3,598	3,755	3,651	3,502	2,450	2,554	2,484
EN CONCENTRADOS	10,491	10,365	12,145	19,004	61,940	78,625	49,226	62,040	74,527	90,715

1/ A partir de 1992 se incluye el procesamiento de concentrados comprados al exterior por CENTROMIN PERU Y SOUTHERN PERU.

2/ La producción de cobre SX / EW, procede de la planta de electrodeposición de SOUTHERN PERU y CERRO VERDE

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

Cuadro N° 5 - 2: Exportaciones de COBRE. Período 1991 - 2000. (Millones de US Dólares)

PRODUCTO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
COBRE 1/	742	756	650	824	1,198	1,052	1,096	779	776	930
Volúmen (Miles de t)	330	349	357	387	418	475	501	486	521	529
Precio (ctvs US\$/Lb)	102	98	83	97	130	100	99	73	68	80

P/ Preliminar

1/ Incluye contenido de plata en los concentrados

FUENTE: BCRP - Aduanas

Cuadro N° 5 - 3: Consumo local de COBRE. Período 1991 - 2000. (t. Fina)

PRODUCTO / AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
COBRE (t)	31,534	28,315	35,848	33,644	32,967	29,490	36,469	40,531	36,285	49,905
Refinado	14,445	11,025	18,739	17,742	16,382	12,729	15,467	20,610	11,726	12,142
Alambión	13,746	16,323	17,106	15,902	16,585	9,708	4,245	2,452	121	9
SX / EW	0	0	0	0	0	7,053	16,677	16,931	23,807	37,513
Sulfato	3,343	967	3	0	0	0	80	538	631	241

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - A nuarío de la Minería del Perú 2000

Cuadro N° 5 - 4: Producción de COBRE, según empresa minera (t. de contenido fino)

EMPRESAS MINERAS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
TOTAL	382,277	379,128	381,250	365,663	409,693	485,595	506,498	483,338	536,387	553,924
SOUTHERN PERÚ Co.	248,421	246,010	240,821	242,975	252,528	306,382	311,093	302,286	338,200	339,248
BHP. TINTAYA S.A.	42,034	49,997	50,040	47,099	65,153	59,072	67,907	72,486	76,795	91,664
SOC. MRA. CERRO VERDE S.A.	28,412	27,467	31,032	20,086	28,856	45,882	55,225	57,036	67,889	71,249
DOE RUN (COBRIZA)	0	0	0	0	0	0	0	0	23,627	17,908
CÍA. MRA. CONDESTABLE S.A.	3,952	3,925	4,419	4,452	5,007	5,118	4,442	313	5,680	8,375
CÍA. MRA. RAURA S.A.	2,120	2,061	1,544	1,660	2,081	3,407	3,540	4,678	5,175	4,443
CÍA. MRA. ATACOCCHA S.A.	1,555	672	1,632	1,377	1,393	1,847	3,129	2,643	2,086	2,526
PAN AMERICAN SILVER S.A.C	992	486	646	1,418	1,558	1,684	2,134	2,226	1,639	1,925
SOC. MRA. AUSTRIA DUVAZ S.A.	734	655	973	1,046	1,124	1,333	907	684	1,165	1,124
CENTROMIN PERÚ S.A.	33,974	31,187	35,171	32,524	36,174	39,376	35,181	17,724	1,169	1,065
SOC. MRA. CORONA S.A.	570	719	679	1,103	1,176	1,264	1,386	1,355	1,098	965
CÍA. MRA. CASAPALCA S.A.	422	344	373	450	452	522	418	401	411	590
EMPRESA ADMINISTRADORA CHUNGAR	616	600	631	742	628	703	548	253	126	357
CÍA. MRA. BUENAVENTURA S.A.	1,381	747	1,981	993	946	808	679	476	454	144
CÍA. MRA. PATIVILCA S.A.	6,637	5,970	6,092	6,132	6,668	8,391	7,982	1,411	0	0
CÍA. MRA. HUARÓN S.A.	440	0	318	823	1,346	1,314	1,706	561	0	0
CÍA. MRA. EL BARÓN S.A.	277	277	333	399	336	470	22	281	0	0
CÍA. MRA. SAYAPULLO S.A.	1,883	1,883	954	1,083	1,393	1,847	2,342	258	0	0
CORP. MRA. CASTROVIRREYNA S.A.	515	0	385	487	608	408	98	15	0	0
OTROS	7,342	6,128	3,226	814	2,266	5,767	7,759	18,251	10,873	12,341

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - A nuarío de la Minería del Perú 2000

Cuadro Nº 5 - 5: Producción minera de COBRE a nivel de concentrados, según estratos. Período 1991 - 2000. (toneladas secas)

ESTRATOS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
GRAN MINERÍA	1,203,361	1,186,780	1,258,131	1,141,961	1,268,635	1,429,200	1,442,819	1,366,543	1,462,428	1,465,260
MEDIANA MINERÍA	53,392	50,719	54,354	66,834	78,801	96,283	102,442	62,927	72,906	72,505
PEQUEÑA MINERÍA	13,396	21,114	11,678	3,957	9,209	9,392	615	54	111	556
TOTAL	1,270,169	1,258,613	1,324,163	1,212,752	1,356,645	1,534,875	1,545,876	1,429,524	1,535,445	1,538,321

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

Cuadro Nº 5 - 6: Producción minera de COBRE a nivel de concentrados, según estratos. Período 1991 - 2000. (toneladas de contenido fino)

ESTRATOS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
GRAN MINERÍA	354,161	354,659	357,838	342,684	362,721	452,062	469,405	457,552	509,489	522,765
MEDIANA MINERÍA	21,426	18,271	20,158	21,327	26,848	33,413	36,674	25,494	26,480	30,630
PEQUEÑA MINERÍA	6,690	6,198	3,254	1,652	124	120	419	292	418	529
TOTAL	382,277	379,128	381,250	365,663	409,693	485,595	506,498	483,338	536,387	563,924

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

Cuadro Nº 5 - 7: Producción minera de COBRE a nivel de concentrados, según estratos. Período 1991 - 2000. (toneladas de contenido fino recuperable)

ESTRATOS	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
GRAN MINERÍA	329,370	333,379	336,368	322,123	368,748	437,291	454,625	443,418	493,807	506,947
MEDIANA MINERÍA	19,926	17,175	18,949	20,048	25,774	29,330	35,207	24,474	25,421	29,405
PEQUEÑA MINERÍA	6,222	5,826	3,058	1,553	119	3,094	402	280	401	508
TOTAL	355,518	356,380	358,375	343,724	394,641	469,715	490,234	468,172	519,629	536,860

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

Cuadro N° 5 - 8: Producción de COBRE por departamento. Período: 1991 - 2000. (t. de contenido fino)

DEPARTAMENTO / AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
TOTAL	382,277	379,128	381,250	365,663	374,543	485,595	506,498	483,338	536,387	553,924
ANCASH	740	751	648	160	40	52	823	726	780	1,019
AREQUIPA	30,958	30,201	31,242	20,523	29,523	49,134	55,949	57,562	68,391	71,661
AYACUCHO	0	0	0	0	0	0	112	0	50	125
CAJAMARCA	1,883	1,014	135	0	0	0	0	0	0	25
CUZCO	42,034	50,340	50,428	47,099	47,099	59,072	67,907	72,486	76,797	91,664
HUANCAVELICA	28,896	25,503	28,321	26,179	26,179	31,749	28,975	24,450	24,178	18,294
HUANUCO	2,571	2,456	1,917	1,660	1,660	3,411	3,540	4,678	5,175	4,443
ICA	1,320	144	1,012	0	0	0	552	770	1	0
JUNIN	4,547	4,554	5,434	6,390	6,390	7,957	7,529	5,575	5,743	5,492
LA LIBERTAD	991	486	1,601	2,501	2,501	3,837	4,476	2,484	1,639	1,925
LIMA	16,263	13,714	16,929	15,048	15,048	18,640	18,488	8,242	12,651	15,530
MOQUEGUA	147,115	143,287	136,438	141,555	141,555	150,607	199,132	190,352	221,905	233,637
PASCO	2,611	2,675	2,674	3,050	3,050	4,017	6,166	3,962	2,781	4,499
PIURA	0	0	0	0	0	1,010	875	117	0	0
PUNO	1,042	1,282	116	78	78	0	14	0	0	0
TACNA	101,306	102,721	104,355	101,420	101,420	156,109	111,960	111,934	116,296	105,610

P / Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

Cuadro N° 5 - 9: Reservas Mineras - Período 1996 - 1999

PRODUCTO / AÑO	1996	1997	1998	1999 P/
Cobre	miles t. Fina	30,160	42,305	56,587
Zinc	miles t. Fina	10,811	15,534	14,050
Plomo	miles t. Fina	4,639	3,808	3,231
Plata	miles Oz.	967,626	880,987	1,114,229
Oro	miles Oz.	42,747	78,719	66,531
Hierro	miles t. Fina	780,094	792,579	1,075,912
Estaño	miles t. Fina	622	669	691

P/ Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2000

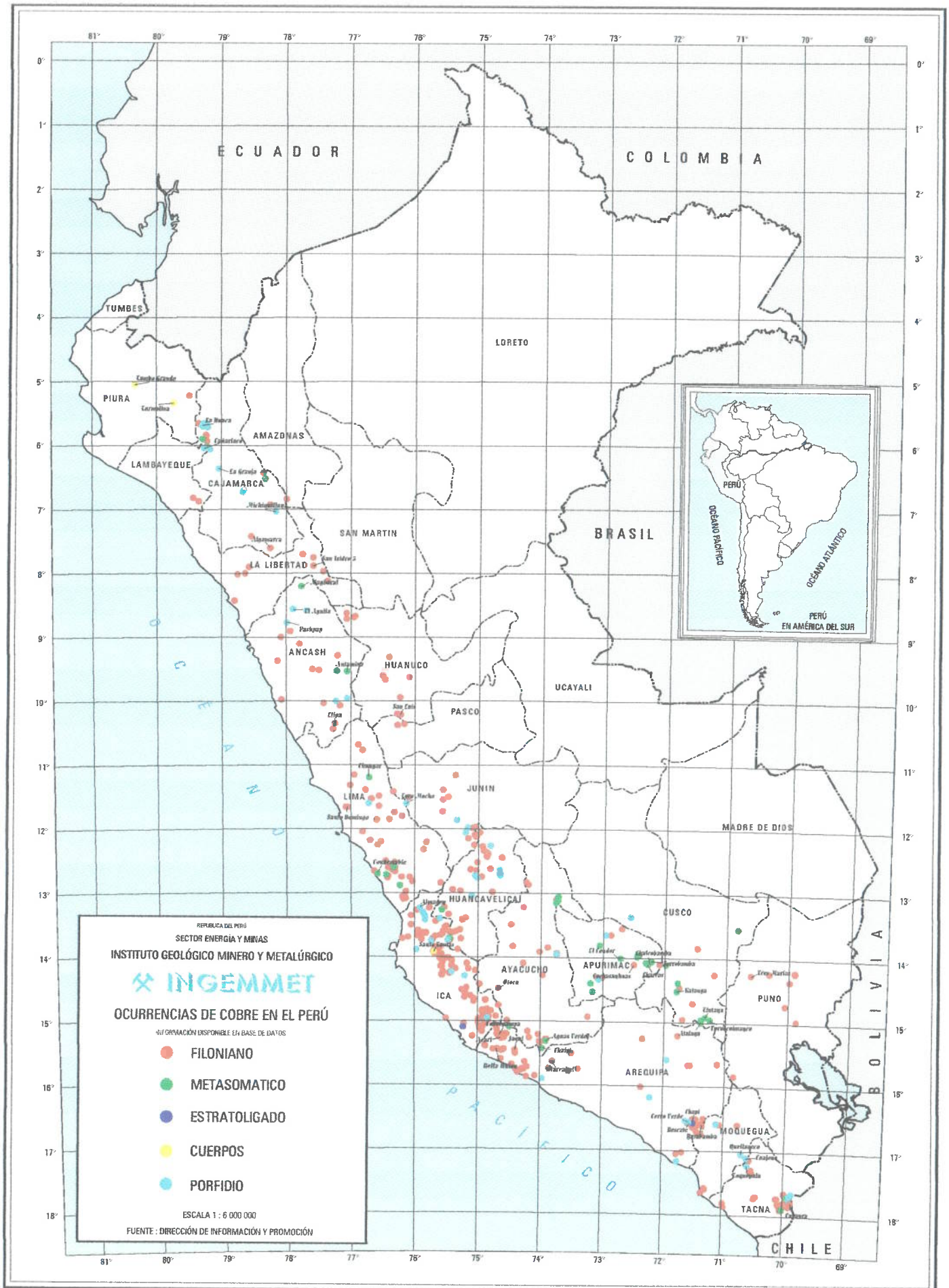
Cuadro N° 5 - 10: Principales países productores de COBRE (Miles de toneladas)

PAISES	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 P/
TOTAL	9,164	9,554	9,343	9,564	10,107	11,117	11,536	12,186	12,718	12,250
CHILE	1,820	1,933	2,055	2,220	2,488	3,116	3,392	3,687	4,383	4,454
ESTADOS UNIDOS	1,635	1,765	1,801	1,895	1,890	1,953	1,979	1,886	1,633	1,482
INDONESIA	204	291	310	334	460	526	548	809	786	835
AUSTRALIA	255	378	430	418	398	547	558	607	735	781
CANADA	796	769	733	617	726	688	658	692	614	655
PERÚ	382	379	381	366	410	486	506	483	536	554
RUSIA FEDERAL	900	1,017	584	573	526	523	505	500	530	531
POLONIA	329	332	383	378	384	422	415	436	461	534
CHINA	360	334	346	396	445	439	496	487	490	502
MÉXICO	265	291	301	295	334	341	391	385	381	383
ZAMBIA	423	430	428	357	315	363	347	315	260	252
ARGENTINA	0	0	0	0	0	0	30	155	200	155
PAPUA NUEVA GUINEA	204	193	203	209	213	187	112	152	188	154
SUD AFRICA	185	198	189	188	189	188	186	188	175	154
IRAN	81	105	87	109	102	103	119	128	134	129
MONGOLIA	140	105	114	119	120	125	128	128	128	128
PORTUGAL	165	151	151	130	130	108	107	114	100	97
SCANDINAVIA	113	113	112	96	100	89	102	86	81	66
BULGARIA	33	47	60	76	77	85	76	76	76	74
YUGOSLAVIA FEDEWRAL	0	0	0	74	75	70	74	75	52	48
UZBEKISTAN	0	0	0	49	40	64	74	65	60	61
OTROS	874	723	675	665	685	694	733	732	715	221

P / Preliminar

FUENTE: MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS - Internacional Cooper Study Group, ICSG.





NOTA:

La información que se detalla a continuación de ambas empresas ha sido obtenida de sus respectivas páginas web. Y en ambos casos nos proporcionan información sobre quiénes son, qué producen, cómo lo producen, qué perspectivas tienen y qué inversiones han hecho y piensan hacer.

Aparentemente en los puntos de qué producen y cómo lo producen, podría prestarse a una confusión de que se estuviera repitiendo lo que se vio en el marco teórico en el capítulo 2, pero no es así, esta información son propias de las empresas, y vale la pena mencionar que se puede sacar buenas conclusiones al comparar lo que se dice en teoría y lo que las empresas hacen en la práctica del día a día.

• **SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION**

Southern Perú Copper Corporation, en adelante Southern Perú o SPCC, es una compañía que transforma recursos naturales, es un productor integrado de cobre y es la compañía más grande del Perú. A nivel mundial, Southern Perú está entre las diez principales productoras privadas de cobre.

Fundada el 12 de diciembre de 1952 por cuatro compañías de los Estados Unidos de Norteamérica, Southern Perú opera en el país desde 1956 y entre sus principales productos destacan el cobre, el molibdeno y la plata.

La misión de la compañía es obtener mejores resultados económicos – financieros con el uso efectivo de sus activos, mediante un crecimiento sostenido y observando altos niveles corporativos de cumplimiento en los aspectos ambiental, cívico y social.

Actualmente, su participación accionariada está conformada por:

- Grupo México (54.20%)
- Cerro Trading Company (14.20%)
- Phelps Dodge Overseas Capital Corporation (14.00%)
- Accionista comunes (17.60%)

Productos

La alta pureza y el confiable servicio de atención y entrega que Southern Perú presta a sus clientes hace que los consumidores, a nivel mundial, demuestren gran interés por sus productos.

El cobre, el producto principal de Southern Perú, es producido en tres calidades:

Cobre ampoloso o blíster

La ampliación de la capacidad de la refinería en Ilo ha hecho que la oferta exportable del cobre blister disminuya, teniendo como principal destino la refinería de Union Miniere en Bélgica, con la que se suscribió un contrato a largo plazo, iniciado en 1994, a cambio de un financiamiento facilitado por el grupo belga.

El cobre blister remanente se coloca a través de contratos de compra o venta, de entrega inmediata (“spot”), a distintos lugares del mundo.

Cobre refinado electrolítico grado "a"

Los cátodos SPCC – Ilo, calificados como grado "A" de alta pureza, son registrados en la Bolsa de Metales de Londres (LME) y en la Bolsa de Productos de Nueva York (COMEX), son vendidos principalmente a empresas de reconocido prestigio internacional dedicadas en su mayoría a fabricar alambres y cables de cobre. Los principales destinos de este producto están en el Asia, el norte de Europa, Italia, Sudamérica y Estados Unidos.

Cobre refinado vía electrodeposición grado "a"

Los cátodos SPCC – SX/EW elaborados por Southern Perú son un producto de alta calidad, calificados como grado "A" en la Bolsa de Metales de Londres y en la Bolsa de Productos de Nueva York. Este producto es principalmente vendido a Mitsui, bajo un contrato a largo plazo cuyo destino principal es el sudeste asiático; y un importante tonelaje es vendido en el mercado local a dos empresas fabricantes de cables (INDECO y CEPER).

Subproductos

Los subproductos de Southern Perú son colocados en el mercado internacional y representan una venta anual de US\$ 48 millones. Esta gran demanda muestra el grado de especialización de los técnicos de Southern Perú en el tratamiento de minerales. Entre los subproductos de la explotación del cobre destacan:

Molibdeno

Se produce en forma de concentrados de molibdenita y se vende principalmente a plantas tostadoras en Chile y norte de Europa, las que los transforman en óxido de molibdeno y ferromolibdeno. En 1999, se obtuvo 5,470 toneladas métricas de molibdeno.

Plata refinada

Se procesa en la refinería de ILO 3.37 millones de onzas anuales y se vende en forma de lingotes, a EEUU (49%) y Colombia (25%), principalmente.

Oro

Se vende íntegramente al mercado norteamericano en forma de lingotes (12 mil onzas anuales)

Selenio comercial

Residuos de sulfato crudo de níquel y lodos de segunda liberadora.

Ácido sulfúrico

Resulta del proceso de control ambiental de la fundición en Ilo y es consumido principalmente por la planta de SX / EW en Toquepala; el resto se comercializa hacia distintos productores de cátodos de cobre SX/EW en el sur del Perú y el norte de Chile.

Comercialización

El cobre producido por Southern Perú es vendido a consumidores de diversos países bajo la modalidad de contratos anuales. Estos contratos consideran embarques mensuales que se realizan desde el muelle industrial de la compañía en Ilo.

Ventas

Las ventas netas en el 2000 fueron de US\$ 711.10 millones comparadas con US\$ 584.50 millones, en 1999 y US\$ 627.90 millones en 1998. Las ventas aumentaron en el 2000 en US\$ 126.50 millones, principalmente como resultado del mayor precio del cobre y mayor volumen de ventas. El volumen de venta de cobre fue mayor en 31 millones de libras en el 2000, comparado con 1999.

Las ventas disminuyeron en 1999 en US\$ 43.40 millones comparado con 1998, principalmente como resultado de los menores precios del cobre. El volumen de ventas de cobre fue menor en 2.2 millones de libras en 1999, comparado con 1998.

Precios

Los precios de venta de los metales de la compañía se establecen principalmente por referencia a los precios cotizados en la Bolsa de Metales de Londres (LME), la Bolsa de Productos de Nueva York (COMEX) o los publicados en el Platt's Metals Week, para precios promedio de óxidos de distribuidor, en el caso de molibdeno.

Inversión Y Operaciones Mineras

Para un trabajo más eficiente, Southern Perú cuenta con grandes equipos en sus minas de Toquepala y Cuajone. La pala modelo P&4100 (del tamaño de un edificio de 4 pisos) carga más de 80 TC. en una sola maniobra y los volquetes tienen una capacidad de hasta 240 TC.

Minado

El mineral se extrae bajo el sistema de tajo abierto de los yacimientos ubicados en Toquepala y Cuajone, con una ley de cobre promedio de 0.8%.

- **Mina Toquepala (Tacna)**

Inició sus operaciones en 1960. En la actualidad, mide 2092 metros de largo, 1770 metros de ancho y tiene una profundidad de 640 metros. Cuenta con 313 millones de TC. de reservas minerales y 664.9 millones de TC. de reservas lixiviables.

- **Mina Cuajone (Moquegua)**

Inició sus operaciones en 1976. Mide 1609 metros de ancho, 1448 metros de largo y 640 metros de profundidad. Tiene reservas minerales por 1422.3 millones de TC. de reservas de minerales y 15 millones de TC. de reservas lixiviables.

Concentración

En ambas minas se realiza el proceso de concentración del cobre. El material con mayor ley de mineral es enviado a las respectivas concentradoras, donde es

pulverizado en gigantescos molinos operados por computadoras. Luego, el material es tratado para recuperar el cobre, formándose un concentrado con 27% de cobre, aproximadamente.

Fundición

La fundición empezó a operar en 1960. Está ubicada a 17 kms. Al norte de la ciudad de Ilo.

El concentrado es enviado por ferrocarril hasta la fundición de cobre en Ilo. Allí es fundido a más de 1200 grados centígrados hasta obtener barras de cobre ampolloso o "blister" de 99.30% de pureza.

En 1999, la fundición incrementó en 4.3% la fusión de concentrados respecto a 1998. La fusión de concentrados de cobre de SPCC se incrementó en 17.8%, en reemplazo de los concentrados de cobre de mayor ley comprados a terceros. Como resultado, la producción de blister se redujo en 1.5% en 1999 en comparación con 1998.

La fundición provee de materia prima a la refinería. El cobre blister producido por la fundición excede la capacidad de procesamiento de la refinería, y este exceso es vendido a otras refinerías alrededor del mundo.

Refinación

Parte de la producción de "blister" es enviada a la refinería en Ilo, donde es vuelta a fundir. Luego mediante un sistema electrolítico se convierte en cátodos de cobre de 99.99% de pureza, aproximadamente. Este proceso se realiza en la refinería que fue comprada por Southern Perú al Estado Peruano, en 1994. Esta adquisición convirtió a Southern Perú en un productor integrado y disminuyó el costo en efectivo de la Compañía para producir cobre.

La producción total de cobre refinado de SPCC, incluyendo los 109.2 millones de libras de la planta de SX/EW, aumentó en 2.2%, alcanzando 662.0 millones de libras en 1999, comparado con las 647.4 millones de libras de 1998. La producción de cobre de la refinería en Ilo alcanzó 552.7 millones de libras en 1999 conseguida en la planta.

Lixiviación

Mediante lixiviación se recupera el material de baja ley acumulado en los botaderos de las minas de Toquepala y Cuajone. A través de un proceso de electrodeposición, se obtiene cátodos de cobre de 99.99% de pureza, que cuentan con reconocimiento internacional. La planta de extracción por solventes y electrodeposición (SX/EW) está ubicada en Toquepala. La expansión de la planta culminó en el tercer trimestre de 1999, aumentando la capacidad de producción anual a 56,250 toneladas. La planta produjo 49,500 toneladas en 1999, comparado con 47,000 en 1998. Esto representa 5.2 millones de libras de cobre, por encima de la producción de 1998.

Minas

El año 2000 fue el primer año de Southern Perú Copper Corporation bajo la administración de Grupo México, habiendo obtenido importantes resultados económicos para la compañía. Esta mejora se debe al incremento del volumen de

ventas como resultado del incremento de producción, así como al esfuerzo integral de la Empresa para reducir sustancialmente los costos administrativos y de producción y por supuesto al alza en los precios del cobre.

SPCC está realizando un vasto programa de inversiones para modernizar y ampliar sus unidades mineras y metalúrgicas. A fines del 2000 el proyecto de ampliación y protección de la mina Cuajone alcanzó un avance del 95%, se estima que debe ser culminado en junio del 2001 para lograr una operación más eficiente. La compañía también terminó los estudios de factibilidad para una ampliación de la sección de lixiviación en la unidad operativa de Cuajone iniciándose la ingeniería de este proyecto.

Se continúa con la expansión del tajo de la mina Toquepala para lograr la ampliación de su concentradora estando en estudio la mejor alternativa de expansión que nos permitirá incrementar nuestros volúmenes de concentrados propios.

SPCC está desarrollando un intensivo programa de exploraciones en diferentes regiones del Perú, orientado al descubrimiento de recursos de cobre y oro, así como zinc, plomo y plata. La compañía está realizando exploraciones tanto en forma individual como en asociaciones estratégicas (joint ventures) con otras compañías mineras utilizando mayores recursos económicos y las mejores tecnologías para incrementar las posibilidades de nuevos descubrimientos en el Perú. Actualmente SPCC está evaluando los Proyectos de Tantahuatay y Los Chancas, y otros a lo largo del país para convertirlos en nuevos proyectos.

Los resultados obtenidos durante el año bajo la administración del Grupo México y con una organización gerencial en su mayoría peruana fueron altamente positivos. Se iniciaron los estudios para llevar a cabo un importante plan de desarrollo que nos dará un mejor conocimiento de la geología de nuestras minas así como sus reservas, lo que nos permitirá tener mejores leyes, recuperación y una mejor calidad de nuestros productos que satisfaga más a nuestros clientes, pero además nos permitirá definir la posibilidad de más ampliaciones de nuestras minas y plantas como también nuevas plantas por definirse. Este ambicioso Plan de Desarrollo se terminará en noviembre del próximo año.

Lixiviación

La planta SX/EW en Toquepala produce cobre refinado a partir de soluciones obtenidas al lixiviar material de baja ley almacenado en las minas de Toquepala y Cuajone.

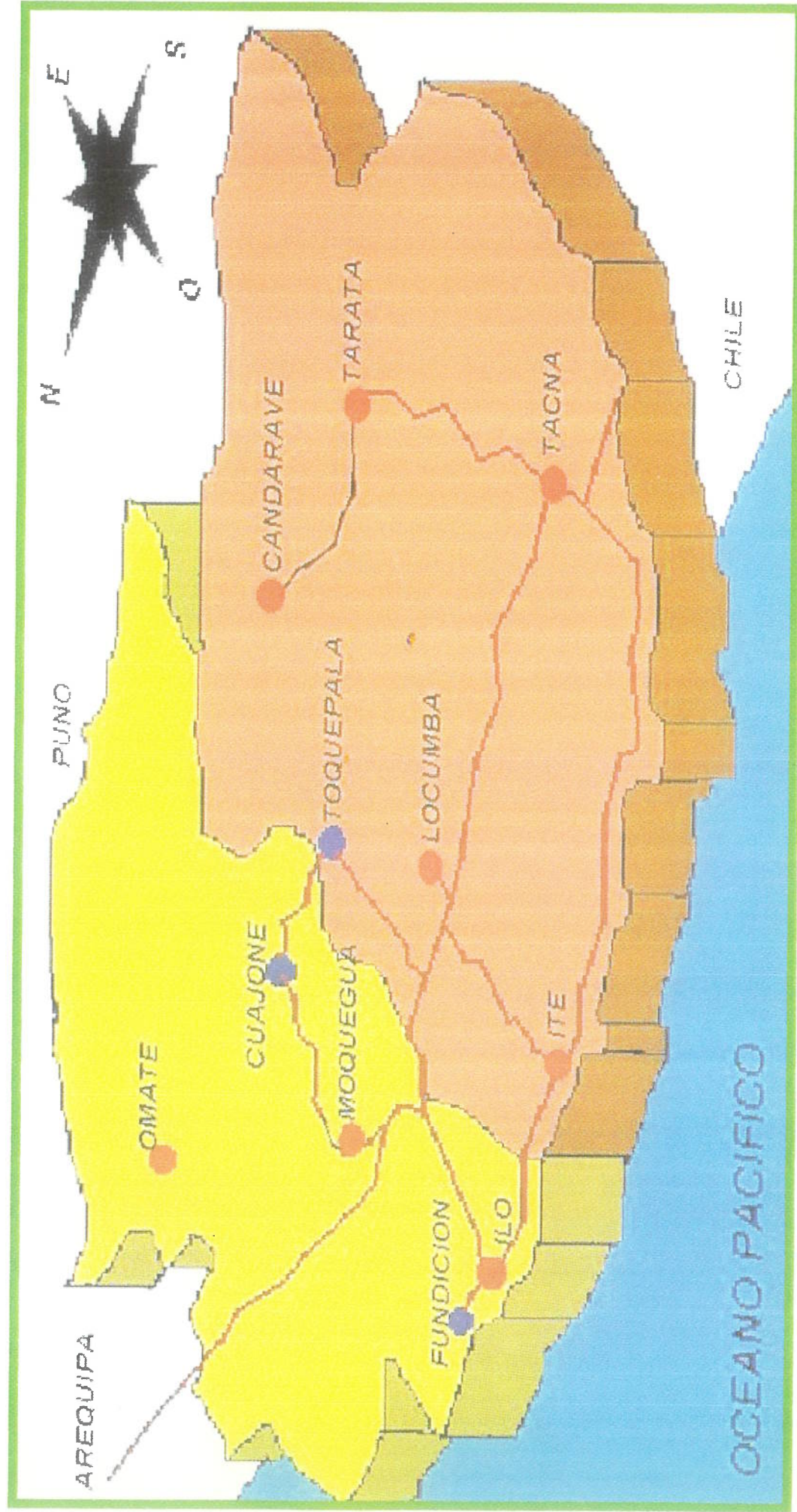
La planta SX/EW obtuvo el registro del COMES durante 1998, certificando la calidad del cátodo. Previamente, se había obtenido la certificación del LME.

La expansión de la planta se culminó en el tercer trimestre de 1999, logrando un record de producción con 56,065 toneladas métricas de cátodo en el año 2000.

Fundición Y Refinación

Con relación a la modernización y expansión de la fundición en Ilo, SPCC ha completado la evaluación de las dos propuestas recibidas, ambas opciones satisfacen los requisitos de la compañía en materia de tecnología

Ubicación y áreas de influencia



incrementándose la capacidad de fusión de concentrados de 1.1 millones a 1.83 millones antes del 2006, esta inversión situará a la fundición de SPCC en la más grande, estratégica, y más eficiente en la producción de cobre anódico, así como en la que cumpla en exceso las regulaciones ambientales peruanas e internacionales; por lo que será la mejor y más avanzada de toda América.

Exploración Y Reservas

SPCC está desarrollando un programa activo de exploraciones en las diferentes regiones del Perú, orientado al descubrimiento de recursos de cobre y oro, así como zinc, plomo y plata. La compañía posee 356,094 hectáreas de derechos mineros propios y 51,102 hectáreas de derechos mediante "joint ventures" y opciones de compra con otras compañías.

Nuestro programa de perforación diamantina en el Proyecto Los Chancas ha alcanzado 17,485 metros y los resultados nos permiten estimar recursos de hasta 200 millones de toneladas con una ley de cobre de 1.0%, 0.07% molibdeno y 0.12 gramos de oro por tonelada. La evaluación del depósito continuará con pruebas metalúrgicas y un programa más intenso de perforación.

En el Proyecto Tantahuatay, SPCC tiene una participación del 44.245%. Se estima un recurso de 18.6 millones de toneladas con 0.68 gramos de oro por tonelada en la zona de óxidos de Tantahuatay 2; 12.6 millones de toneladas con 0.93% gramos de oro por tonelada en la zona de óxidos de Cienaga; totalizando un recurso de 31.2 millones de toneladas con una ley promedio de 0.78 gramos de oro por tonelada y 9.5 gramos de plata por tonelada. Los resultados de las pruebas metalúrgicas de lixiviación para la zona de oro muestran recuperaciones de 80%. Se tiene proyectado un programa adicional de perforación diamantina y se harán pruebas metalúrgicas.

La compañía ha conseguido resultados alentadores en sus actividades de exploración con posibilidades a desarrollar otros proyectos en áreas de prospección. Más exploraciones en estas áreas continuaron durante el año 2001.

- **DOE RUN PERÚ**

Doe Run es la compañía integrada de extracción, trituración, fundición, fabricación y reutilización de metales más grande del mundo. *Doe Run Company* es propiedad de *Renco Group, Inc.* Una empresa privada constituida en la ciudad de Nueva York.

El liderazgo de larga tradición de la compañía Doe Run en la industria de los metales y como mayor productor de plomo de los Estados Unidos se fortalece enormemente con la adquisición de la fundición y refinería de la Oroya, Perú. Es en este complejo que *Doe Run Perú* inicia en 1997 sus operaciones en la producción de metales como cobre, plata, zinc, oro y especialmente plomo.

Basados en el esquema y filosofía de *Doe Run Company*, *Doe Run Perú* inicia sus operaciones en el país con una visión de mejora social. Una filosofía de empresa que se agrupa como parte de una proyección integral de crecimiento. Bajo esta perspectiva, *Doe Run Perú* apuesta por una relación larga y constructiva con todos los miembros de su comunidad

Productos

Los productos de Doe Run Perú comprenden 11 metales y 9 sub – productos:

METALES:

- Zinc
- Plomo
- Cobre
- Plata
- Oro
- Bismuto
- Cadmio
- Indio
- Telurio
- Antimonio
- Selenio

SUB – PRODUCTOS:

- Polvo de Zinc
 - Ácido Sulfúrico
 - Oleum
 - Trióxido de Arsénico
 - Sulfato de cobre
 - Sulfato de Zinc
 - Concentrados de Zinc – Plata
 - Óxido de Zinc
 - Bisulfito de Sodio
-
- Plomo y Zinc refinados, marca “CP”, registrados en el London Metal Exchange (LME)
 - Plata refinada, marca “CP”, registrada en el London Bullion Market, TOCOM (Tokio) y COMEX.
 - Cobre en cátodos y wire bars grado standard (99.97%).
 - Bismuto refinado con 99.999% de pureza.
 - Cadmio e Indio con 99.99% de pureza.
 - Otros metales y subproductos con calidad standard.

Nuevos Productos

Otro avance en Doe Run Perú es el inicio de la producción y comercialización de aleaciones de plomo y zinc, a fin de atender las necesidades del mercado:

- Aleaciones de Plomo – Antimonio
- Aleaciones de Plomo – Calcio
- Aleaciones de Zinc: Zamak 3, 5 y 7.
- Asimismo, Doe Run Perú viene evaluando la producción de aleaciones de cobre, sulfato de zinc heptahidratado, nitrato de plata, etc.

Materia Prima

En el año 1999, *Doe Run Perú* adquirió 182,000 toneladas métricas de concentrados de cobre, 241,000 toneladas métricas de concentrados de plomo y minerales de plata, y 168,000 toneladas métricas de zinc. Materiales que junto a 88,000 toneladas métricas de concentrados de cobre provenientes de la mina Cobriza, formaron parte del total de materia prima suministrada al Complejo Metalúrgico de La Oroya.

La mina Cobriza, propiedad de *Doe Run Perú* abastece con el 33% de los concentrados de cobre requeridos por la Fundición de La Oroya.

En el año 1999, el valor de los concentrados y minerales adquiridos ascendió a US\$ 271 millones, correspondiendo un 82% a compras locales y el 18% restante a materiales importados.

De esta forma, *Doe Run Perú* se identifica como un fuerte contribuyente del desarrollo de la minería nacional, y por ende aporta al crecimiento económico y social del Perú.

Asimismo, mantiene un estrecho contacto con sus proveedores con el objetivo de propender un crecimiento en conjunto, manteniendo relaciones comerciales de largo plazo y brindando apoyo en la solución de problemas técnicos de mutuo beneficio.

En suma el objetivo de *Doe Run Perú*, es robustecer las relaciones con sus proveedores y atender a la oferta de nuevos materiales.

La Producción

Una vez que los concentrados son comprados por trámite del área comercial, estos son transportados por distintos medios a la fundición en La Oroya para su refinación y procesamiento específico, un procesamiento que es diferente y especializado según el mineral que se extrae.

El proceso de refinación de cada uno de estos metales merece un acápite aparte que detallamos a continuación.

(Por razones ilustrativas incluiremos además del procesamiento de cobre refinado también el proceso de refinación del plomo, puesto que el presente estudio es un tratado de tuberías y accesorios de cobre)

Producción de Cobre Refinado

Preparación – Tostación

El circuito de la Fundición de Cobre es alimentado con un 30% de concentrados provenientes de la mina – concentradora de la unidad de Cobriza – y un 70% de material, principalmente nacional y en menor proporción importado, los cuales son recepcionados, pesados, analizados para luego ser mezclados con fundentes según índices determinados en base a la capacidad de procesamiento y rendimiento económico del circuito del cobre. Los fundentes (cal, sílice) provenientes de la región, mediante un sistema de molienda son adecuados a las necesidades, para lograr una buena homogenización de la mezcla.

En el proceso de Tostación, la mezcla obtiene las condiciones necesarias de temperatura y pierde materiales volátiles de azufre, como SO_2 y trióxido de arsénico para ser la óptima en la etapa siguiente de la fundición.

Fundición de cobre.

En esta etapa, el material tostado (llamado calcina) es transportado en carros calcineros hacia un horno reverbero con quemadores verticales de oxígeno – petróleo, para su fusión a 1200 grados centígrados y la obtención de dos productos: una mata rica en sulfuros de cobre y fierro y una escoria que es granulada en agua y acumulada en el depósito de Huanchán.

La mata fundida al estado líquido, por medio de tazas izadas por grúas, es transferida a los reactores de conversión para eliminar mediante soplado con aire y el uso de fundentes el fierro y el azufre presentes, obteniéndose un cobre metálico ampolloso denominado blíster, 98.7% de contenido de cobre.

El blister es transferido luego a hornos de retención, para ser moldeado en forma de ánodos con un peso determinado y enviado por medio del ferrocarril a la etapa de refinación en la Refinería de Huaymanta.

La planta de Cottrell Central recupera el material particulado emitido en los gases de los hornos proporcionando mejores condiciones ambientales en la Oroya.

Refinería de Cobre.

El proceso de refinación electrolítica del cobre ampoloso es llevado a cabo en 23 blocks en la Refinería de Huaymanta, permitiendo obtener cobre catódico de 99.98% de pureza, el cual es comercializado en forma de cátodos, barras de 113 kgs. o también como alambrón.

Los metales preciosos disueltos en el blister (oro y plata) son recuperados en el proceso en forma de lodos, los cuales serán tratados en una planta de residuos anódicos para obtención metálica de los mismos.

El mercado de *Doe Run Perú*, abarca un 20% de la industria nacional y el restante (80%) cubre las demandas del extranjero, siendo la capacidad de planta de 70,000 toneladas métricas anuales de cobre refinado.

Producción de Plomo Refinado

Preparación de Lechos de Fusión Aglomeración

Concentrados de plomo nacionales arriban a la Oroya, por medio de camiones y ferrocarril, a la planta de preparación, siendo pesados, muestreados y determinados por su calidad para formar con los fundentes (cal, sílice) una mezcla homogénea de acuerdo a los índices metalúrgicos predeterminados que proporcionen una alimentación uniforme a la operación de aglomeración.

En la etapa de aglomeración la mezcla se quema para remover el azufre bajo la forma de gas SO₂, el intenso calor generado en el reactor al insuflar aire forzado enriquecido con oxígeno funde el material formando una masa porosa llamada sinter, que será luego alimentada a los hornos de la fundición.

Fundición del Plomo

Hornos de fusión tipo manga, uno de ellos con toberas automatizadas de inyección de aire enriquecido con oxígeno, reciben la mezcla de sinter producido por aglomeración y el coque metalúrgico de la planta respectiva, que proporciona la energía necesaria para fundir los materiales y producir en forma continua el plomo de obra y escoria.

El plomo producido es transferido a la etapa de eliminación de cobre, denominado decoperizado, realizada en ellos, para ser posteriormente moldeado en una tornamesa en forma de ánodos y transportado por medio de ferrocarril a la Refinería de Plomo de Huaymanta.

La escoria producida es granulada usando chorros de agua, filtrada y enviada al depósito de Huanchán.

La planta de Coque integrante del circuito trata carbón importado para producir coque metalúrgico de calidad óptima para su uso en la fundición.

Un sistema de ductos y Cottrell Central captan los polvos de las emisiones gaseosas producidas por los hornos, asegurando una operación que esté de acuerdo a los estándares de control ambiental.

Refinería de Plomo

El plomo decoperizado es refinado electrolíticamente en la Refinería de Plomo de Huaymanta en un baño de ácido fluor – sílico para producir Plomo de 99.99% de pureza para la venta, mientras que los contenidos metálicos de plata presentes son recuperados en forma de lodos y retornados hacia la fundición de la Oroya para ser tratados en la Planta de Residuos Anódicos.

El mercado de plomo refinado de *Doe Run Perú*, constituye un 40% para la industria nacional y el restante cubre la demanda del mercado externo, siendo la capacidad de la refinería de 115,300 toneladas métricas anuales.

Venta Y Distribución

División Lima – Ventas al Cliente

Una vez que los productos y subproductos han sido generados en sus distintas presentaciones, el siguiente paso es su distribución al cliente.

Una de las políticas de *Doe Run Perú* es eliminar en lo posible el stock pasivo. Esta es la razón por la que el área comercial determina la cantidad de concentrados que necesita para elaborar los productos necesarios para satisfacer su demanda, iniciando su gestión de ventas aun antes del procesamiento del mineral. De esta forma, cuando el producto se encuentra listo en su presentación final se transporta a Lima donde es embalado y enviado inmediatamente a su destinatario.

Como se puede observar, el área comercial cumple el rol inicial y final en este delicado proceso, realizando de esta forma una labor esencial en el mismo.

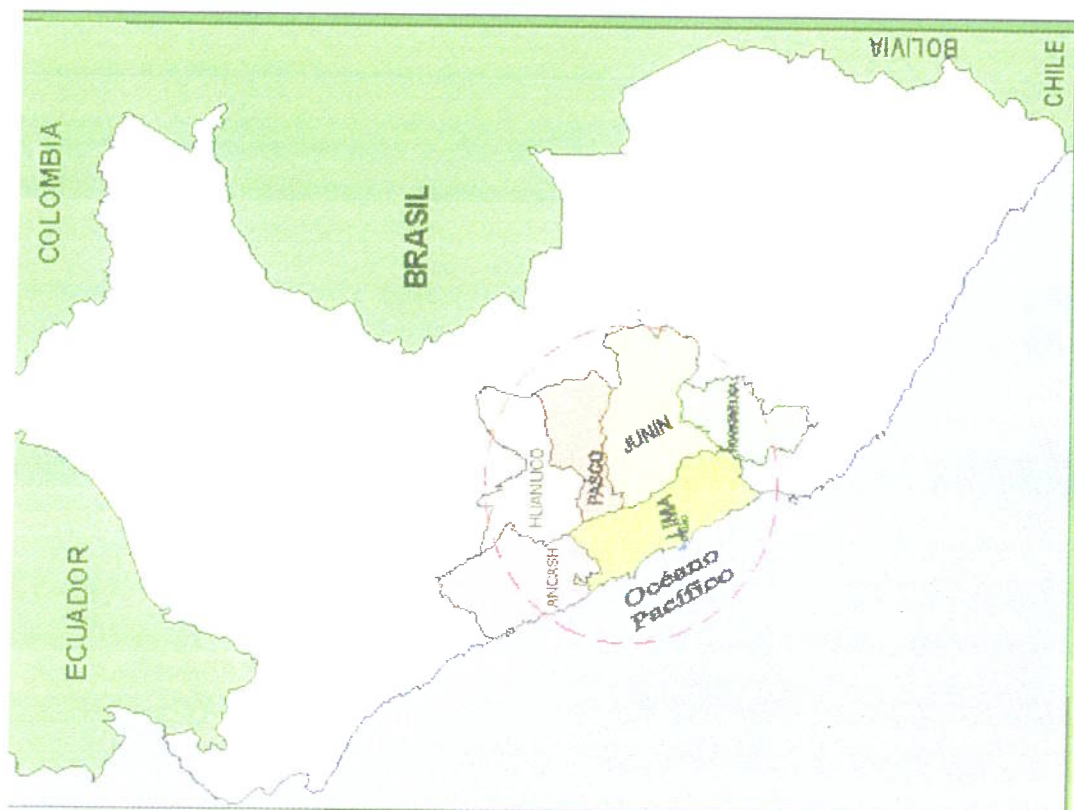
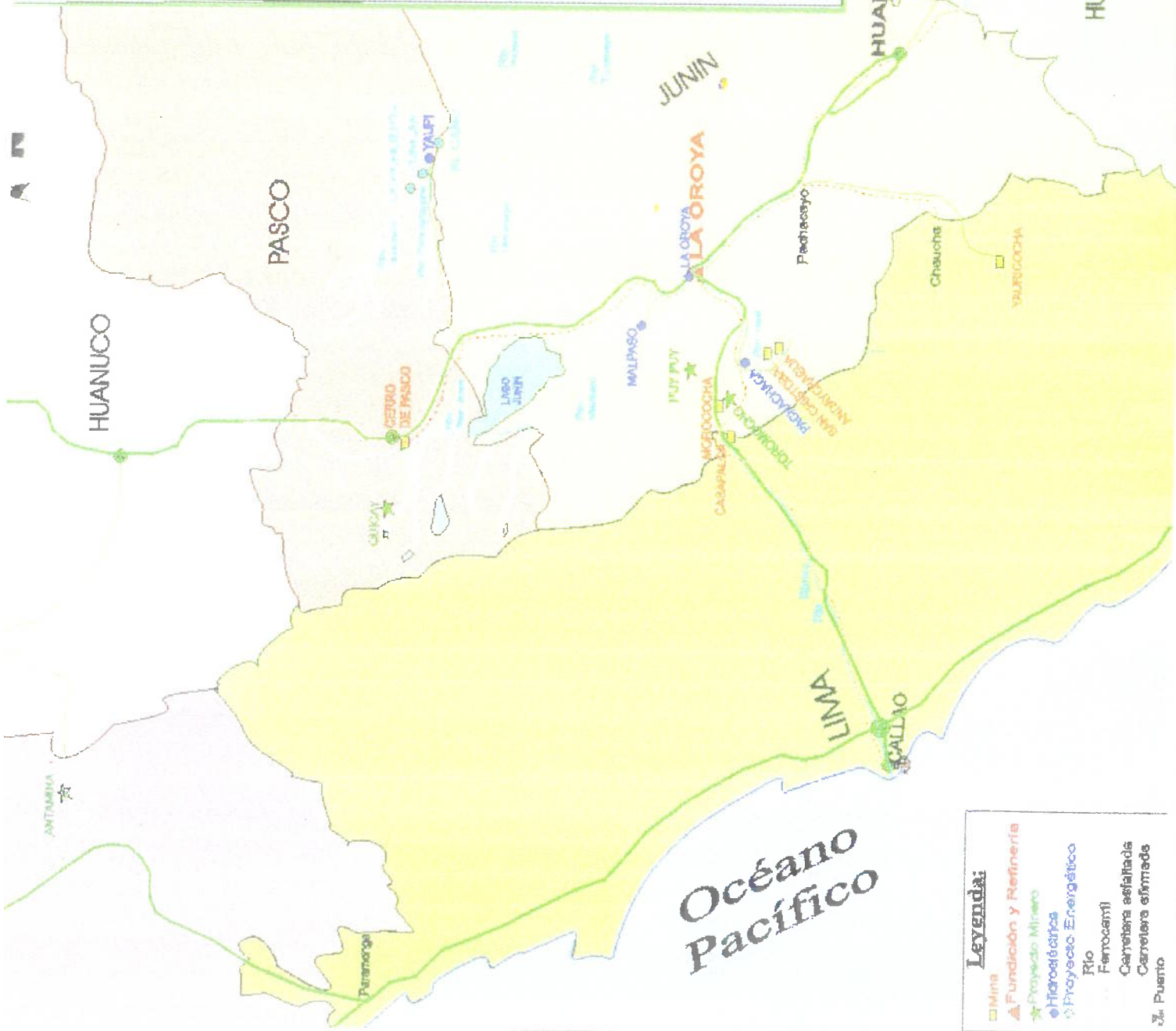
División Callao – Embalaje y Distribución.

Nuestros productos son la suma de factores cuidadosamente distribuidos en un complejo proceso que tiene como fin lograr la satisfacción y confianza de nuestros clientes a nivel mundial.

Con productos y servicios de alta calidad a precios competitivos, *Doe Run Perú* logra la consolidación de nuevos mercados a nivel mundial gracias a la valiosa labor de su experto departamento comercial. En este sentido, asegurar que el cliente se encuentre satisfecho con los productos y servicios es esencial para la compañía. Esta es la razón por la cual la preocupación y el control de *Doe Run Perú* se pone de manifiesto en todas las fases del proceso. Un proceso que se inicia con la extracción de la materia prima y finaliza con el producto entregado a su destino final.

El servicio está a cargo de *IMEX Callao*, una división de Centromín Perú. Esta última fase es responsabilidad del departamento de logística y fletes con sede en el Callao.

El departamento conformado por 14 personas cumple la abnegada labor de embalar y distribuir el producto final a nuestros clientes a lo largo y ancho del mundo. Se trata de una tarea compleja que *Doe Run Perú* cumple a cabalidad con el orgullo de buscar la constante excelencia en la labor minero – metalúrgica.



Area de Influencia

- Legenda:**
- Mina
 - ▲ Fundación y Refinería
 - ★ Proyecto Minedo
 - Hidroeléctrica
 - Proyecto Energético
 - Río
 - Ferrocarril
 - Carretera asfaltada
 - Carretera sin firme
 - ⚓ Puerto

5.3 Participación del proyecto dentro de la disponibilidad de insumos.

Luego de haber analizado la potencialidad del recurso en la zona de influencia y ver que las dos principales abastecedoras de cobre refinado en el mercado nacional y mercado extranjero son las compañías mineras: *Southern Perú Copper Corporation* y *Doe Run Perú*, podemos analizar la participación que tiene el proyecto dentro de la disponibilidad de insumos.

Tomaremos como año base el año 2000, en los cuadros del capítulo cuatro sección 4 (análisis de la demanda) que se encuentran en el ANEXO 2, nos muestran las importaciones históricas de tuberías de cobre de los países de la región andina, y tenemos que:

- Bolivia en el año 2000 importó 52 toneladas de tuberías de cobre refinado.
- Colombia en el año 2000 importó 3049 toneladas de tuberías de cobre refinado.
- Ecuador en el año 2000 importó 281 toneladas de tuberías de cobre refinado.
- Perú en el año 2000 importó 567 toneladas de tuberías de cobre refinado
- Venezuela en el año 2000 importó 1381 toneladas de tuberías de cobre refinado.

Aparentemente la región andina tuvo una importación histórica de 5330 toneladas de tuberías de cobre refinado, pero realmente no fue así debido a que Venezuela en el mismo año exportó 1791 toneladas de tuberías de cobre (ver cuadros de exportaciones, en la misma sección del capítulo 4 a continuación de los cuadros de importaciones en el ANEXO 2).

Lo que hace un consumo histórico real de 3949 toneladas de tuberías de cobre refinado de la región andina en el año 2000, ya que no se puede tomar en cuenta a Venezuela como consumidor de tuberías de cobre refinado porque aparentemente importa para exportar, y hay que tener en cuenta que Venezuela tiene una industria petroquímica muy desarrollada. Del 100% de las importaciones de tuberías de cobre en el año 2000, 14.36% corresponde al mercado peruano y 85.64% al resto de la región sin contar a Venezuela.

En el estudio de mercado del capítulo 4 se determinó el tamaño de mercado en **881** toneladas para el primer año de vida de la empresa y de **1301** toneladas para el décimo año de vida. Por lo que nuestro tamaño de planta o capacidad máxima de la planta la podríamos determinar en [**1300**] toneladas de tuberías de cobre refinado.

Tomando siempre como base el año 2000 las importaciones históricas de accesorios de cobre refinado, son las que se indican, y se pueden observar en los cuadros de importaciones del capítulo 4, sección análisis de la demanda, que se encuentran en el ANEXO 2. Así tenemos:

- Bolivia importó en el año 2000, 6 toneladas de accesorios de cobre refinado.
- Colombia importó en el año 2000, 105 toneladas de accesorios de cobre refinado.
- Ecuador importó en el año 2000, 18 toneladas de accesorios de cobre refinado.
- Perú importó en el año 2000, 10 toneladas de accesorios de cobre refinado.

- Venezuela importó en el año 2000, 76 toneladas de accesorios de cobre refinado.

Aparentemente la región andina tuvo un consumo en el año 2000 de 215 toneladas pero Colombia exportó en el año 2000, 32 toneladas de accesorios de cobre refinado, lo que hace que el consumo histórico sea de 183 toneladas de accesorios de cobre refinado de la región andina en el año 2000, representando 5.46% el mercado peruano y 94.54% el resto de la región.

El estudio de mercado nos determino que el tamaño mercado para los accesorios de cobre oscilaría entre **14** y **16** toneladas anuales entre el primer y décimo año de vida de la empresa. Por lo que la capacidad de la planta para los accesorios de cobre refinado estará en **[20]** toneladas.

Estas cantidades sumadas de las **[1300]** toneladas de tuberías de cobre refinado y **[20]** toneladas para accesorios de cobre refinado hacen un total de producción de **[1320]** toneladas de cobre refinado.

De acuerdo a la tecnología que vamos a emplear y se verá con mayor detenimiento en el Capítulo 8, es la tecnología de Extrusión en caliente y estirado en frío y nos da un factor insumo / producto de: **1.1185**

Es decir que por cada 100 kilos de tubos de cobre refinado necesitamos 111.85 kilos de insumos, en este caso estamos considerando que el 100% de insumos es cobre catódico.

Entonces podríamos decir que el consumo sería de:

[1477] toneladas de cobre refinado.

Hemos visto en la sección anterior las capacidades de producción de cobre refinado de Southern Perú y Doe Run Perú, solamente faltó observar la compañía minera Cerro Verde S.A.; debido a que su página web está en proceso. Pero podemos analizar el Cuadro 5 –1: Producción de Cobre, período 1991 – 2000, del presente capítulo y podremos observar que en el año 2000 se produjo 324,417 toneladas de cobre refinado y 127,311 de cobre SX/EW que también tiene un grado de pureza de 99.99% y son comprados por las empresas INDECO y CEPER, ambos fabricantes de cables de cobre con certificaciones ISO 9002.

Si solamente dispusiéramos o tendríamos acceso al cobre SX/EW la participación de la materia prima sería de **[1.16%]**.

Pero si dispusiéramos tanto del cobre refinado más el cobre SX/EW, ya que ambos tipos de cobre son electrolíticos con 99.99% de pureza, la participación de la materia prima sería de **[0.33%]**.

Y si promediásemos ambos porcentajes tendríamos un promedio de:

[0.74%]

Cabe señalar que para este análisis de la participación del proyecto dentro de la disponibilidad de insumos, se ha trabajado puntualmente con el año 2000, porque:

1°. Se ha querido trabajar con los datos de producción de cobre de ese año, ya que la producción de cobre está en aumento y en cuanto al consumo histórico se vió más conveniente trabajar consumo de tuberías y accesorios de cobre refinado y producción de cobre con respecto a un punto en el tiempo.

2°. Se escogió el año 2000, porque es el año con la data mas reciente que han proporcionado instituciones, como es el caso del Ministerio de Energía y Minas y La Comunidad Andina.

5.4 Costos de la materia prima.

El cobre es un metal que ha pasado por períodos de altas y bajas a lo largo de los años, pero en general la tendencia de su precio ha sido de aumento a nivel mundial.

En el Perú, por el contrario, la tendencia ha sido un poco de un pico alto en el año 1989 para tener una tendencia hacia la baja hacia el año 1993, para volver a subir llegando su punto más alto en 1995 para nuevamente tener una tendencia hacia la baja para, a partir del año del 2000, volver a subir. (Ver Cuadro 5 – 11)

Cuadro 5 – 11: Cotización del COBRE. Período 1987 – 2000. Promedio anual.

AÑO	COBRE 1/ Ctvs. US\$/Lb
1987	80.79
1988	117.93
1989	129.15
1990	120.72
1991	105.91
1992	103.45
1993	86.77
1994	104.71
1995	133.18
1996	104.14
1997	103.28
1998	75.02
1999	71.32
2000 P/	82.24

1/ LME SETTLEMENT

P/ Preliminar

FUENTE : BCR, Reuters, Estadísticas Internacionales del FMI

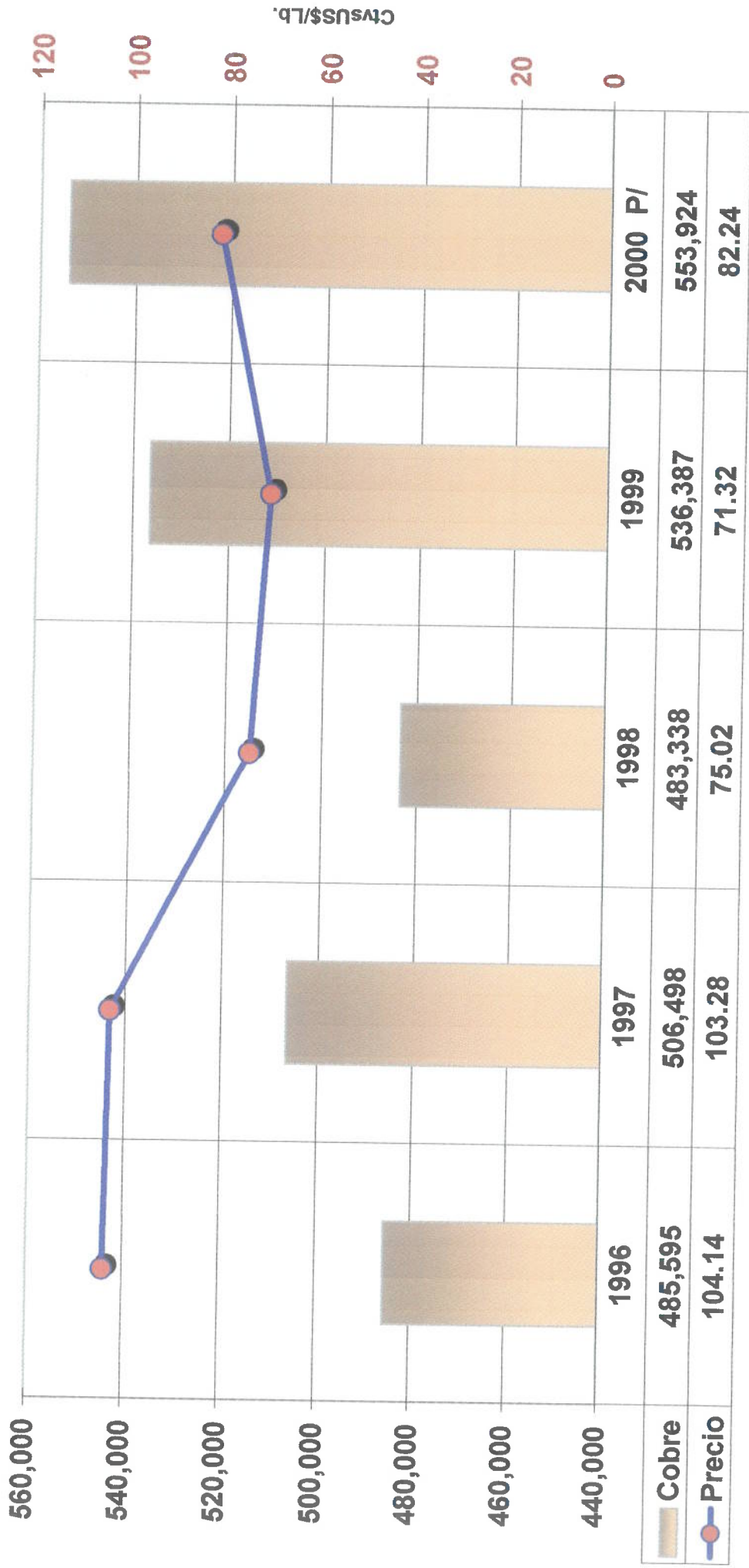
Para una mejor visualización de la producción y cotización del cobre en el período 1996 – 2000, observar el gráfico que se muestra a continuación.

GRAFICO: PRODUCCIÓN DE COBRE Y COTIZACIÓN 1996 – 2000.

(En la siguiente hoja)

PRODUCCION DE COBRE Y COTIZACION 1996 - 2000

T.M.F.



(P) Preliminar

AÑOS

A.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

ACTIVIDAD MINERA.-

Son actividades de la industria minera las siguientes: Cateo, prospección, exploración, explotación, labor general, beneficio, comercialización, labor general, beneficio, comercialización y transporte minero (Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería Decreto Supremo N° 014 – 92 – EM).

MINERAL.-

Materia prima mineral constituida por metales nativos o combinaciones aprovechables asociados con rocas estériles llamadas ganga.

RESERVA DE MINERAL.-

Se considera reserva de mineral de una mina a la suma de mineral probado y probable existente en ella, y que es económicamente explotable.

MINERAL PROBADO.-

Es el mineral ubicado con certeza, en donde casi no existe riesgo por falta de continuidad.

MINERAL PROBABLE.-

Son reservas cuya continuidad puede inferirse con algún riesgo, en base a características geológicas conocidas.

MINERAL EXTRAÍDO.-

Mineral roto transportado de la mina

CONCENTRADOS.-

Productos obtenidos al haber sometido previamente el mineral extraído a procesos metalúrgicos o hidrometalúrgicos para su enriquecimiento, con separación de la mayor parte de ganga mineral.

CONTENIDO FINO.-

Es el contenido metálico de las sustancias contenidas en el mineral o en el concentrado.

CONTENIDO RECUPERABLE.-

Es el contenido fino en minerales y concentrados susceptible a ser recuperado por procesos mineralúrgicos subsecuentes. Este contenido es el que sirve de base para la valorización de la producción Minera Metálica.

FUNDICIÓN.-

Tratamiento pirometalúrgico (oxidación – reducción) en hornos de tipo: reverbero, horno eléctrico, alto horno, etc., a que son sometidos los minerales y concentrados para eliminar impurezas ligeras y volátiles (azufre). Los productos obtenidos mediante este proceso son:

- **MATAS COBRIZAS.-**

Producto de tostación y fusión de minerales concentrados de cobre, antes de ser tratados en un convertidor, registrándose contenidos de sulfuros que han sido totalmente oxidados.

- **COBRE BLÍSTER.-**

Es obtenido por fundición de concentrados o matas cobrizas, con un contenido del 95% al 98% en cobre. También se le conoce como cobre ampoloso.

- **COBRE REFINADO A FUEGO.-**

Obtenido por fundición y fusión completa de concentrados o matas cobrizas, recuperándose con contenido del 98% al 99% de Cu.

ORO REFOGADO.-

Es el producto resultante de calentar la amalgama, oro + mercurio; posibilitando la recuperación del oro libre, al evaporarse el mercurio por acción del calor.

REFINADOS.-

Productos libres de impurezas obtenidas mediante procesos hidrometalúrgicos y se obtiene productos como:

COBRE ELECTROLÍTICO.-

Este producto es obtenido por procesos hidrometalúrgicos con una pureza del 99.9%.

ZINC REFINADO.-

Se obtiene con una pureza variable, las que determinan varias clasificaciones como: Special High Grade con 99.99% de zinc, High Grade con 99.8% de zinc.

SULFATOS.-

Son cristales precipitados en el proceso de lixiviación ácida y son recuperables en cualquier etapa del proceso siendo uno de los principales el sulfato de cobre.

B.- UNIDADES DE MEDIDA

La información es presentada en unidades de medida normalizada (Sistema Internacional de Unidades)

tm	: Tonelada Métrica
t. fina	: Tonelada Métrica Fina
t. fina Recuperable	: Tonelada Métrica Fina Recuperable
T.L.S	: Tonelada Larga Seca
T.L.F	: Tonelada Larga Fina
Lb.	: Libra.
Oz.	: Onza.
Kgs.	: Kilos.
Kgs. Fino	: Kilos de contenido fino.
Grs.	: Gramo.
Grs. Fino	: Gramos de contenido fino.

C. CATEGORÍA DE LOS INFORMANTES

Legalmente las empresas mineras son clasificadas tanto por el tamaño o volumen de sus actividades como por el tipo de explotación que realizan.

Por tamaño se clasifican en:

- Gran Minería Metálica (5000 TM/día a más)
- Mediana Minería Metálica (150 TM/ día a 5000 TM/día)
- Pequeña Minería Metálica (hasta 150 TM/día)

Para este último estrato el límite está dado por áreas de explotación hasta de 1000 Has y/o producción hasta 150 TM/día para minerales metálicos, con excepción de materiales de construcción, sustancias auríferas aluviales y metales pesados detríticos, hasta 200 metros cúbicos por día. (Art. 91 del Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería aprobado por Decreto Supremo No 014 – 92 – EM9.

6 Localización de Planta

La localización de la planta industrial se define como la ubicación de una unidad productora de tal manera que se logre la máxima rentabilidad del proyecto o el mínimo de costos unitarios. Mejor dicho, consiste en elegir aquel lugar en que evaluamos los factores correspondientes, para que nos permitan obtener una maximización de ganancias y una minimización de costos de producción.

Por medio de esta localización se logrará la selección y delimitación precisa de las áreas y los terrenos en los cuales se instalará y operará la planta industrial.

Existen dos criterios para la localización y éstos son:

- *Macrolocalización*: Consiste en la selección de una gran zona; amplia y general, corresponde esta evaluación a regiones o departamentos cuyos puntos presenten ubicaciones similares para la ubicación del proyecto. En esta etapa del análisis los criterios a evaluar son predominantes y usualmente son de tipo económico, social o político.
- *Microlocalización*: Consiste en la selección de la localidad para la ubicación de la planta. Es detallada y centrada, por lo tanto la elección de la ubicación se realiza dentro de la región o departamento seleccionado en la macrolocalización.

6.1 Posibles ubicaciones sobre la base de factores predominantes

6.1.1 Proximidad a las materias primas

La localización sobre la base de la proximidad de las materias primas podría ser determinada tanto en Lima como en Ilo. En Lima debido a que todas las empresas productoras de cobre blíster comercializan sus productos en la ciudad y en Ilo, debido a que la compañía minera Southern Perú tiene su planta de fundición y refinación y centros de despacho en dicha ciudad.

Otra ciudad que también podría ser considerada en el análisis es la ciudad de Pisco debido a que esta ciudad se encuentra en un punto intermedio entre las dos ciudades abastecedoras de materia prima.

6.1.2 Cercanía al Mercado

La cercanía al mercado determina la ubicación preferentemente en Lima debido a que, por ser el Perú un país con tendencia a la centralización, es la capital el lugar en el cual se concentran la mayoría de mercados. Por otro lado, la posición geográfica en la que se encuentra Lima y las instalaciones del puerto del Callao la ubican en un lugar privilegiado para facilitar las exportaciones a diversos países del mundo, en nuestro caso particular a los países de la región.

6.1.3 Requerimiento de infraestructura industrial y condiciones socioeconómicas

En lo que a requerimientos de infraestructura industrial y condiciones económicas se refiere, Lima es el mejor lugar para ubicar la planta debido a que es esta ciudad la que posee los mejores caminos de acceso, puertos, tanto marítimos como aéreos, servicios de energía eléctrica, agua y manejo de desechos, disponibilidad de mano de obra calificada y servicios en general para toda la población.

Se debe tener en cuenta que las ciudades de Pisco e Ilo también poseen muchas de estas condiciones, pero en menor escala que en la ciudad capital.

6.2 Análisis de los factores de localización

6.2.1 Proximidades a las materias primas

La proximidad de las materias primas es un elemento clave para desarrollar el análisis por ranking de factores debido a que la correcta elección de la ubicación de la planta dependerá mucho del costo de acarreo de estas materias primas. Es necesario determinar no sólo la distancia a la que se encuentra la materia prima sino también a la disponibilidad que exista de ésta en determinados lugares y su respectivo costo; así como la calidad y la variedad ofrecida.

Así tenemos a los yacimientos de Toquepala y Cuajone y la fundición de Ilo que son las empresas productoras de cobre más grandes del país, por lo que para la ubicación de nuestra planta industrial se va a tener que tomarlos muy seriamente en cuenta. En este punto, hay que comparar las distancias entre las tres ubicaciones predeterminadas con relación a las principales fuentes de insumos. Además, se debe tener en cuenta a la compañía minera Doe Run que será también proveedor potencial de materias primas para el proyecto.

6.2.2 Cercanía al mercado

La cercanía al mercado es otro factor preponderante en la elección de la ubicación de la planta ya que va a determinar, en gran parte, los costos del producto. Se debe tener en cuenta también la dispersión de este mercado y la cantidad de demanda aproximada de éste.

Por tratarse los tubos y accesorios de cobre refinado de productos que también se destinará a la exportación aparte del mercado local, se busca ubicar la planta en un lugar que facilite las actividades de exportación. Para esto, se debe tener presente la cercanía a puertos por donde se embarcarán nuestros productos.

Los principales puertos con que se cuenta en el Perú son: El Callao, San Martín, Paita, Chimbote, Ilo, Salaverry, Matarani e Iquitos.

A continuación se muestra en un cuadro el puerto, su ubicación, número de muelles con los que cuenta, número de amarraderos y capacidad de carga en miles de toneladas.

Principales Puertos del Perú

Puerto	Ubicación	Muelles	Amarraderos	Carga (miles Ton)
Paita	Piura	1	4	600
Salaverry	La Libertad	2	4	800
Chimbote	Ancash	3	5	1200
Ilo	Moquegua	1	3	200
Callao	Callao	11	29	9500
San Martín	Pisco	1	1	900
Matarani	Arequipa	1	4	55
Iquitos	Loreto	1	1	50

FUENTE: Revista anual. ENAPU. 1990.

El principal puerto que se va a modernizar es el puerto de El Callao, para lo cual se cuenta con el apoyo de entidades internacionales. El monto de la inversión asciende a US\$M 220 y las obras serán concluidas en el 2004. Una vez terminadas las obras, este terminal dispondrá de profundidades de agua de hasta 45 pies. Otro de los más importantes puertos que se modernizará es el puerto de Ilo, que cuenta con un enorme potencial. La actual capacidad de carga de este puerto es de 200 mil toneladas al año y se espera ampliarlas a 1 millón de toneladas anuales.

El potencial del puerto de Ilo es grande, ya que cuenta con un mar abierto y una pendiente de mar que se presenta muy rápidamente. La facilidad de 30 a 35 metros, si se prolonga el muelle unos 150 ó 200 metros, permitirá crear 2 atracaderos para naves de hasta 70 mil toneladas de desplazamiento.

Características de los principales puertos:

- Puerto de Paita: Su principal actividad es la exportación de productos hidrobiológicos. Es el segundo puerto más importante del Perú. Cuenta con un espigón de 250 metros de largo. Tiene un patio para contenedores, almacenes y maquinarias con capacidad para atender un flujo de 20 a 30 naves mensuales.
- Puerto de Salaverry: Su principal actividad es la exportación de azúcar de los ingenios azucareros de Chiclayo y La Libertad.
- Puerto de Chimbote: Su principal actividad es la exportación de harina de pescado que resulta ser el 75% del total de servicios portuarios para exportación. La industria siderúrgica aporta un volumen significativo de las exportaciones.
- Puerto de Ilo: Es un proyecto de inversión portuaria.
- Puerto del Callao: Es el más importante del país con un movimiento de 7 millones de toneladas anuales. Tiene una afluencia mensual de 100 a 120 buques. Exportación de minerales y harina de pescado son las principales demandas de sus servicios.
- Puerto de San Martín(Pisco): Funciona como alternativa del puerto del Callao.

- Puerto de Matarani: Principal vía para las exportaciones del sur del país. Los productos más exportados son agropecuarios, minerales y cargas en general.
- Terminal Fluvial de Iquitos: Es el principal puerto fluvial de la selva peruana. Se comercializa madera y artículos de la región.

Debido a que nuestros productos serán para la exportación, nuestra planta será ubicada en la costa peruana y para ello deberá estar cerca de los principales puertos.

6.2.3 Disponibilidad de mano de obra

El factor de disponibilidad de mano de obra debe de considerar, principalmente, el tipo de empleados requeridos y su nivel de capacitación, el nivel de sueldos, el tipo de obreros necesarios, su nivel de calificación y expectativa de salarios.

Nuestro país presenta mano de obra barata y disponible. A pesar de no ser mano de obra muy calificada, cumple con los requerimientos mínimos para la elaboración de estos productos y cubrir las necesidades de la fábrica.

6.2.4 Abastecimiento de energía eléctrica

Se debe tener en cuenta, al estudiar el abastecimiento de energía eléctrica, la cantidad de energía disponible (KVA.), la tensión (V) (si ésta es alta, media o baja), la distancia al punto de conexión y las tarifas existentes, aproximadamente de US\$ 0,1 por kW.

La hidroeléctrica del Mantaro y distintas pequeñas y medianas hidroeléctricas ubicadas a lo largo de la carretera central se encargan de abastecer de energía eléctrica a Lima y diversas ciudades de la costa peruana.

Existen otras fuentes de energía, diferentes a la eléctrica, que es conveniente que sean también tomadas en cuenta; la cantidad y calidad de aceite combustible, la fuente de la cual proviene (estación de suministro, refinera, etc) y los precios en el mercado local. La cantidad y calidad de carbón o gas disponibles, su fuente y precio. Los sistemas de comunicación existentes, como por ejemplo el teléfono, considerando el sistema de uso, su capacidad, su punto de enlace y tarifas. El telex y el fax deben de ser también tenidos en cuenta en la evaluación. Y también se debe tomar en cuenta la nueva tecnología de red de banda ancha para la aplicación del internet, e – business, etc.

Se debe contar con un suministro continuo de energía eléctrica, ya que esta energía es fundamental para la puesta en marcha de la maquinaria y servicios de orden general en la planta. Para un suministro de hasta 10 KV se necesita construir una cabina para la estación eléctrica; pero si nuestra necesidad de electricidad está entre 10KV hasta 60KV se debe implementar un patio de llaves.

En países en desarrollo como el nuestro, la electricidad suele ser un factor decisivo en la localización industrial. La razón está en que si bien es cierto que la energía es transportable a largas distancias, la inversión necesaria es tal que no se justifica para una sola industria.

6.2.5 Abastecimiento de agua

El factor del abastecimiento de agua debe tomar como referencias las características del agua en el lugar seleccionado. Estas características son: dureza, contenido de gases, corrosividad, sólidos en suspensión, temperaturas máximas y mínimas, presiones máximas y mínimas.

Por otro lado, es importante también que se considere el análisis de las fuentes existentes. En el caso de empresas públicas, la cantidad máxima obtenible de agua, el lugar de conexión posible, el diámetro y material de la red existente, la presión y las tarifas vigentes. En el caso del aprovechamiento de fuentes existentes determinar si son fuentes subterráneas, superficiales o afluentes regenerados.

Es necesario realizar, además de todo esto, estudios de derechos ribereños, adjudicaciones, estudios de la capa freática, estudio de métodos de tratamiento del agua y de afluentes para su recuperación.

6.2.6 Servicios de transporte

Este factor debe tener en cuenta las carreteras; ancho y cantidad de puentes existentes, carga admisible, altura de paso bajo de los puentes, tipos de carreteras (asfaltadas, afirmadas o trochas), cierres por causas estacionales, la red de carreteras existentes y los peajes. Los ferrocarriles; red existente, ancho y perfil de la vía, capacidad de carga de material rodante, instalaciones de carga y descarga, depósitos provisorios, restricciones de tráfico por causas estacionales y tarifas. El transporte acuático, puentes, sistemas de ríos, ancho y profundidad de canales, ríos y riberas, capacidad de las embarcaciones, instalaciones de carga y descarga, depósitos provisorios y tarifas. El transporte aéreo; aeropuertos, longitud de las pistas, instalaciones de carga y descarga, depósitos provisorios y tarifas. El transporte de pasajeros; sistemas de autobuses y ómnibuses, tarifas, recorridos y estaciones o paraderos.

6.2.7 Disponibilidad de terrenos y sus costos

Se consideran como factores de la disponibilidad de terrenos la dirección exacta del terreno, la orientación geográfica, la altura a la que se encuentra (m.s.n.m) con referencia en sí para el rendimiento de las máquinas, las plantas vecinas existentes debido a la influencia que podría tener éstas si fabrican productos que puedan ser muy peligrosos al primer contacto, la topografía se considera con relación a la construcción de la planta, la resistencia mecánica del suelo (especialmente porque el Perú es considerado como zona sísmica), los derechos de paso de los diversos servicios (agua, línea de distribución de energía, carreteras, etc) y los precios del mercado de bienes raíces.

6.2.8 Clima

Es necesario tener en cuenta la temperatura ambiental, la temperatura máxima y mínima, la humedad (máxima, mínima y media), las horas de sol, los vientos (dirección, velocidad máxima, vientos destructores), se considera una velocidad de 2 m/seg en la costa peruana, la precipitación atmosférica (máxima, mínima y media, duración y altura, condiciones extremas), polvo y emanaciones (vientos con polvo, su duración y dirección, velocidad, contenido de partículas por metro

cúbico de aire; emanaciones de gases y vapores de plantas industriales vecinas), inundaciones (procedencia, altura, duración, temporada) y terremotos (magnitud y frecuencia).

En la costa peruana, especialmente en los tres (3) posibles lugares elegidos de ubicación del proyecto, no existen condiciones extremas de estos factores por lo cual lo único que tal vez se debería tener en cuenta es la excesiva humedad que existe en la ciudad de Lima.

6.2.9 Eliminación de desechos

Es importante tener en cuenta factores como la existencia de vertederos, de qué tipo, dónde se ubican y los desechos que los rigen. El tipo de sistema de alcantarillado (si es de agua de lluvias, mixto, etc.), el diámetro y material de las tuberías de red, el punto de enlace y los derechos sobre ese sistema. Si existe una planta de tratamiento de aguas negras, de qué tipo, dónde se ubica y los derechos a pagar.

Hacia los vertederos se mandará desechos comunes y corrientes como papel, cartón, etc, procedentes de nuestra fábrica. Pero para el sistema de alcantarillado se verterá los desechos del decapado (presencia de ácido sulfúrico) que será el elemento más contaminante, que será tratado previamente de su eliminación hacia el servicio de alcantarillado.

En nuestro país no existe aún una planta de tratamiento de aguas servidas, todo se vierte directamente al mar. Pero en estos momentos está en planificación la laguna de oxidación de San Bartolo para el tratamiento de aguas negras.

6.2.10 Reglamentaciones fiscales y legales

Se deben conocer las autoridades existentes, tanto locales como regionales nacionales; las reglamentaciones fiscales (impuestos, aduanas, tasas de depreciaciones); las reglamentaciones legales (legislaciones sobre edificios, leyes de compensaciones, reglamentos de seguridad, incentivos, restricciones y normas); y los seguros (incendios, accidentes, inundaciones, daños por terrorismo, responsabilidad civil, etc.)

6.2.11 Servicios de construcción, montaje y mantenimiento

Es necesario realizar un análisis de los contratistas existentes (la empresa, su dirección, nivel de capacitación y aptitudes técnicas) y de la disponibilidad, calidad, fuente y precio de los materiales de construcción necesarios.

6.2.12 Condiciones de vida

Se debe tener en cuenta al analizar este factor las condiciones de diversas variables. Por ejemplo, la disponibilidad y la tarifa de alquiler de las viviendas, el abastecimiento continuo, la calidad y el nivel de precios de los alimentos y la cantidad de escuelas, colegios, hospitales, iglesias, tiendas y centros de recreación existentes en la localidad escogida.

6.3 Estadísticas de los departamentos de Ica, Lima y Moquegua.

Para el análisis de macrolocalización se ha establecido los departamentos de Ica, Lima y Moquegua, por lo que para tener una ayuda para realizar un mejor análisis comparativo entre estos tres departamentos se ha recurrido a cuadros estadísticos en puntos comunes y que nos brindarán una visión más completa de éstos tres departamentos.

Los cuadros estadísticos se encuentran en el ANEXO 8 para dar una mayor agilidad al estudio de localización de planta. Pero a continuación se enumera los títulos de los cuadros estadísticos que se ha utilizado tanto para Ica, Lima y Moquegua.

6.3.1 Departamento de Ica

- Cuadro 6.1: Número de distritos, población total, superficie y densidad poblacional, según provincia: 1997**
- Cuadro 6.2: Proyectos aprobados por FONCODES, según Trimestre: 1997**
- Cuadro 6.3: Volumen de la Producción Minera: 1990 – 97 (En Contenido Fino)**
- Cuadro 6.4: Producción de Energía Eléctrica, según Provincia 1996-97 (MW.h)**
- Cuadro 6.5: Consumo de Energía Eléctrica por Provincias, según tipo de Consumo: 1997 (MW.h)**
- Cuadro 6.6: Principales indicadores de Salud: 1996**
- Cuadro 6.7 Establecimientos de Salud y Camas en el Ministerio de Salud, según Tipo: 1996**
- Cuadro 6.8: Infraestructura Asistencial del IPSS por Tipo de Centro Asistencial: 1997**
- Cuadro 6.9: Profesionales de la Salud en el IPSS por Especialidad, según establecimiento: 1997**
- Cuadro 6.10: Alumnos Matriculados en el Sistema Educativo, según Nivel y Modalidad: 1993 – 97**
- Cuadro 6.11: Docentes en el Sistema Educativo por Provincia, según Nivel y Modalidad: 1994 - 97**
- Cuadro 6.12: Población Universitaria, en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, según especificación: 1990 – 97**
- Cuadro 6.13: Longitud de la Red Vial por tipo de superficie de Rodadura, según Sistema de Red Vial: 1990 – 97**
- Cuadro 6.14: Estaciones de Servicio de Radio y Televisión: 1997**
- Cuadro 6.15: Número de Distritos donde se ven canales de Televisión de Lima Metropolitana, según Provincia: 1997**

6.3.2 Departamento de Lima

- Cuadro 6.16** Número de Distritos, Población Total, Superficie y Densidad Poblacional, según Provincia: 1997
- Cuadro 6.17** Proyectos de Inversión aprobados por FONCODES, según trimestre: 1997.
- Cuadro 6.18** Volumen de Producción Minera Metálica: 1980-1997
- Cuadro 6.19** Número de Distritos con Servicio de Electricidad, por Porcentaje de cobertura a las Viviendas, según Provincia: 1997
- Cuadro 6.20** Número de distritos con servicio de agua potable, por porcentaje de cobertura a las viviendas, según provincia: 1997.
- Cuadro 6.21** Número de distritos con servicio de desagüe, por porcentaje de cobertura a las viviendas, según provincia: 1997
- Cuadro 6.22** Principales Indicadores de Salud: 1997
- Cuadro 6.23** Establecimientos y Camas del Sector Salud, según tipo y especialidad: 1996
- Cuadro 6.24** Infraestructura asistencial del IPSS por tipo de centro asistencial, según gerencia departamental: 1997.
- Cuadro 6.25** Alumnos Matriculados en el Sistema educativo, según Nivel y Modalidad: 1990-97
- Cuadro 6.26** Docentes en el Sistema Educativo, según Nivel y Modalidad: 1990-97
- Cuadro 6.27** Alumnos Matriculados, según Nivel y Modalidad: 1990-97
- Cuadro 6.28** Provincia Constitucional del Callao : Personal Docente, según Nivel y Modalidad: 1990-97
- Cuadro 6.29** Población Universitaria, según Universidad : 1997
- Cuadro 6.30** Longitud de la Red Vial por tipo de Superficie de Rodadura, según Sistema de Red Vial : 1997
- Cuadro 6.31** Principales Características del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez : 1997
- Cuadro 6.32** Estaciones de Servicio de Radio y Televisión : 1997
- Cuadro 6.33** Principales Indicadores del Servicio Telefónico Radio Aficionado : 1999 – 7

6.3.3 Departamento de Moquegua

- Cuadro 6.34** Número de Distritos, Población Total, Superficie, y Densidad Poblacional, según Provincia : 1997
- Cuadro 6.35** Proyectos Aprobados por FONCODES según Trimestre : 1997

- Cuadro 6.36** Volumen de la Producción Minera : 1988-97 (Contenido Fino)
- Cuadro 6.37** Número de Distritos con Servicio de Electricidad por Porcentaje de Cobertura a las Viviendas, según Provincia: 1997
- Cuadro 6.38** Número de Distritos con Servicio de Agua Potable por Porcentaje de Cobertura a las Viviendas, según Provincia: 1997
- Cuadro 6.39** Número de Distritos con Servicio de Desagüe por Porcentaje de Cobertura a las Viviendas, según Provincia: 1997
- Cuadro 6.40:** Principales Indicadores de Salud: 1997
- Cuadro 6.41** Establecimientos de Salud y Número de Camas, según Provincia: 1996
- Cuadro 6.42:** Infraestructura Asistencial del IPSS, según Tipo de Establecimiento : 1997
- Cuadro 6.43:** Personal de la Salud en el IPSS por Especialidad, según establecimiento: 1997
- Cuadro 6.44:** Alumnos Matriculados en el Sistema Educativo, según Nivel y Modalidad: 1993 – 97
- Cuadro 6.45:** Docente en el Sistema Educativo, según Nivel y Modalidad: 1993 – 97
- Cuadro 6.46:** Población Universitaria, según Especificación : 1993 – 98
- Cuadro 6.47:** Longitud de la Red Vial por Tipo de Superficie de Rodadura, según Sistema de Red Vial: 1997 – (Km)
- Cuadro 6.48** Estaciones de Servicio de Radio y Televisión : 1997
- Cuadro 6.49:** Número de Distritos donde se ven Canales de Televisión de Lima Metropolitana, según Provincia: 1997

6.4 Evaluación

6.4.1 Método de Ranking de factores

El método de ranking de factores consiste en listar a todos los factores que se consideren que influyen para el funcionamiento de la planta y que pueden determinar la localización. Se debe detallar las razones por las cuales cada factor es importante, indicando su nivel de importancia. Esto conduce finalmente a una comparación cualitativa de diferentes lugares en los cuales podría estar ubicado la planta industrial, escogiendo aquel lugar que arroje el mayor puntaje.

El procedimiento general es el siguiente:

1. Se seleccionan los factores, esto consiste en tomar en cuenta aquellos factores que tengan importancia en el proceso productivo y la ganancia en general.
2. Se ponderan los factores, esto consiste en darle un valor, expresado en puntos con relación a los otros factores con la finalidad de establecer la importancia o ponderación entre ellos; para efectuar este paso se debe llevar a cabo la técnica del cuadro de enfrentamiento.
3. Se realiza la calificación de los factores, esto significa que cada factor puede tener diferentes grados de satisfacción y por lo tanto éstas deben estar diferenciados; y para ello generalmente se emplea el siguiente cuadro.

CODIGO	CARACTERÍSTICAS	VALOR
A	Excelente	10
E	Muy Bueno	8
I	Bueno	6
O	Regular	4
U	Deficiente	2

4. Se procede a la evaluación de las localidades.
5. Se hace el calculo del puntaje.
6. Se realiza la elección.

MATRIZ DE ENFRENTAMIENTO

Se debe considerar las siguientes abreviaturas en la matriz enfrentamiento tal como se indica a continuación:

MP	=	Proximidad a la materia prima.
ME	=	Cercanía al mercado.
MO	=	Disponibilidad de mano de obra.
EE	=	Disponibilidad de energía eléctrica.
AG	=	Disponibilidad de agua.
TF	=	Transporte y flete.

TE = Terreno.
 CL = Clima.
 ED = Eliminación de desechos.
 LE = Legislación
 CM = Servicios de construcción y mantenimiento.
 CV = Costo de vida.

	MP	ME	MO	EE	AG	TF	TE	CL	ED	LE	CM	CV	Puntaje	Ponderación
MP	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	8	12.12
ME	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	15.15
MO	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	7	10.61
EE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	16.67
AG	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	4	6.06
TF	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	7	10.61
TE	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	3	4.55
CL	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2	3.03
ED	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	6	9.09
LE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	3	4.55
CM	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2	3.03
CV	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3	4.55
													66	100.00

Se puede observar que los factores que tienen una mayor ponderación y por tanto una mayor importancia para de localización de planta son: disponibilidad de energía eléctrica con 16.67%, cercanía al mercado con 15.15% y proximidad a la materia prima con 12.12%. Empatando en el cuarto lugar se encuentran disponibilidad de mano de obra y disponibilidad de agua, ambos factores con 10.61%.

Para el análisis de la macrolocalización se han tomado los departamentos de Lima, Ica y Moquegua. Ya que la ciudad de Pisco se encuentra en el departamento de Ica y la ciudad de Ilo se encuentra en el departamento de Moquegua.

Para tener una evaluación más acertada en la macrolocalización se han hecho comparaciones de los recursos e infraestructuras de los tres departamentos, comparándose sus estadísticas que se encuentran en los cuadros que se enumeran en el punto 6.3 y se encuentran en el ANEXO 8.

MACROLOCALIZACION

Factor	Ponderación	LIMA		ICA		MOQUEGUA	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
MP	12.12	I	72.72	O	48.48	E	96.96
ME	15.15	E	121.20	I	90.90	O	60.60
MO	10.61	E	84.88	I	63.66	I	63.66
EE	16.67	E	133.36	O	66.68	O	66.68
AG	6.06	I	36.36	O	24.24	O	24.24
TF	10.61	E	84.88	I	63.66	I	63.66
TE	4.55	E	36.40	I	27.30	I	27.30
CL	3.03	I	18.18	E	24.24	E	24.24
ED	9.09	O	36.36	O	36.36	I	54.54
LE	4.55	O	18.20	O	18.20	O	18.20
CM	3.03	A	30.30	O	12.12	O	12.12
CV	4.55	I	27.30	E	36.40	E	36.40
TOTAL	100.00		700.14		512.24		548.60

MICROLOCALIZACIÓN

Factor	Ponderación	ATE - VITARTE		CALLAO INDUSTRIAL		LIMA INDUSTRIAL	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
MP	12.12	E	96.96	A	121.20	I	72.72
ME	15.15	U	30.30	I	90.90	O	60.60
MO	10.61	E	84.88	I	63.66	I	63.66
EE	10.67	I	64.02	I	64.02	I	64.02
AG	6.06	I	36.36	O	24.24	O	24.24
TF	10.61	E	84.88	A	106.10	I	63.66
TE	4.55	I	27.30	O	18.20	O	18.20
CL	3.03	I	18.18	I	18.18	I	18.18
ED	9.09	O	36.36	O	36.36	O	36.36
LE	4.55	I	27.30	I	27.30	I	27.30
CM	3.03	E	24.24	E	24.24	I	18.18
CV	4.55	I	27.30	O	18.20	O	18.20
TOTAL	100.00		558.08		612.60		485.32

Luego de la evaluación por ranking de factores podemos concluir que la planta se ubicará en el departamento de Lima, en la Provincia Constitucional del Callao.

En el análisis de la localización de la planta industrial no se ha considerado como posible localización ningún lugar comprendido de la región andina fuera del Perú debido a:

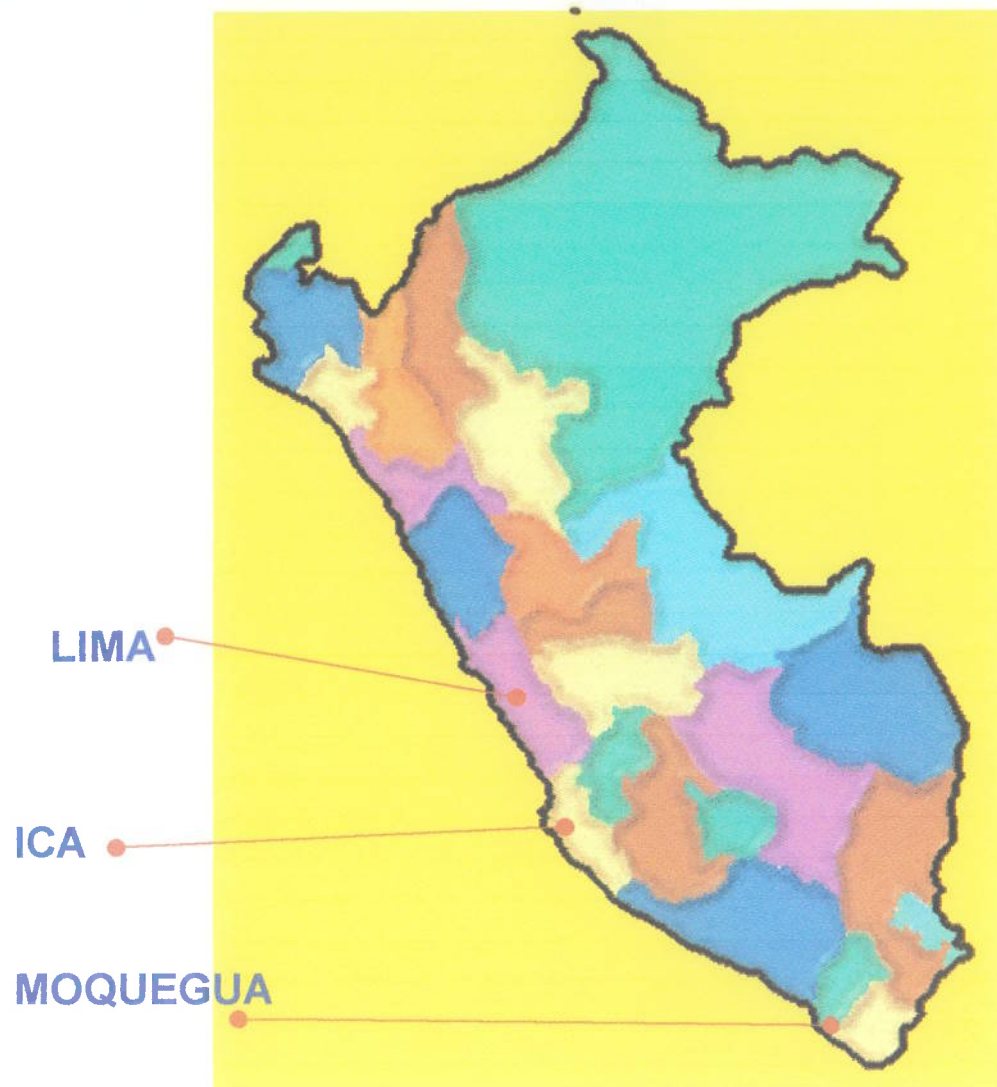
- Se busca dar valor agregado al cobre peruano, para que genere divisas y trabajo a mano de obra peruana.
- Y en el presente estudio solamente se está considerando que el proyecto estará compuesto íntegramente por capitales peruanos lo cual circunscribe su localización al Perú únicamente. Si el proyecto prospera y hay interés de inversión foránea, entonces cabría la posibilidad de replantear la ubicación de la planta industrial.

6.5 Análisis Costo a Costo

Para hallar la localización de planta existen otros métodos que no son cualitativos. Uno de estos métodos es el método de análisis costo a costo. Este método implica conocer la importancia de los principales factores que afectan a nuestras posibles localizaciones, establecer las distancias o recorridos y establecer tarifas o costos, de tal manera que al multiplicar las distancias por las tarifas se pueda obtener una sumatoria de estos productos que nos reflejen el costo más bajo para alguna de las alternativas de localización.

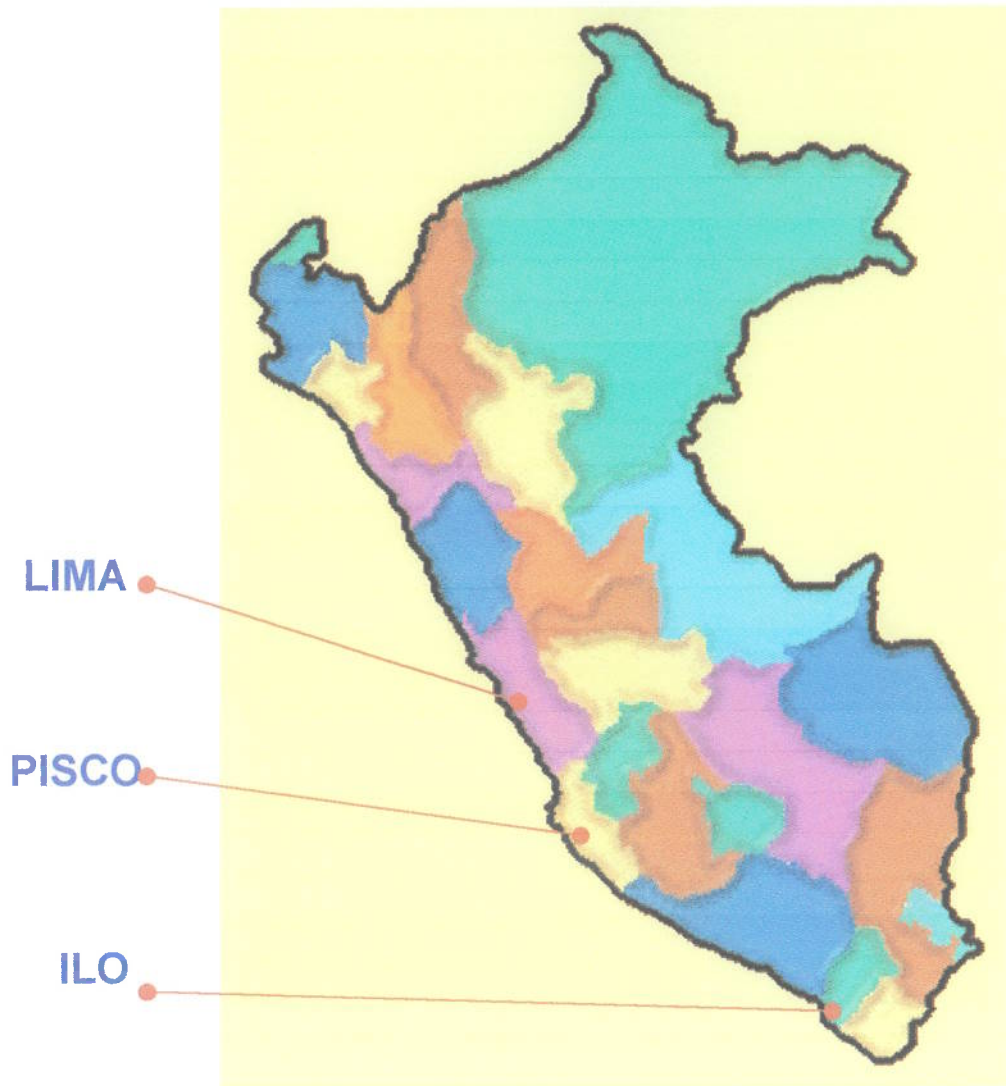
La desventaja de éste método está en que los costos de transporte son una función lineal del número de unidades embarcadas, por otro lado los costos de transporte son iguales siempre sin importar la cantidad que se transporte y por último, no se consideran más efectos para la localización que los del transporte.

DEPARTAMENTOS - MACROLOCALIZACIÓN LIMA – ICA – MOQUEGUA



CIUDADES - MICROLOCALIZACIÓN

LIMA - PISCO - ILO



7 Tamaño de Planta

El tamaño de planta es la capacidad instalada y se expresa en unidades de producción por año. En la práctica el tamaño de planta de una nueva unidad productora es una capacidad que está limitada por diferentes factores como la demanda, la disponibilidad de materias primas, la tecnología a utilizarse, el financiamiento, los equipos y el punto de equilibrio. El análisis de todos estos factores simplifica la determinación de tamaño óptimo de planta.

El tamaño máximo de planta es determinado únicamente por el mercado mientras que el tamaño mínimo puede ser determinado por el punto de equilibrio o la tecnología a utilizar en el proyecto. Una vez determinados los límites máximo y mínimo de tamaño de planta se busca un punto intermedio a través de las relaciones entre la inversión, los recursos productivos y el financiamiento.

7.1 Relación Tamaño – Mercado

La demanda es uno de los factores más importantes que condicionan la selección del tamaño de planta. Esta establece el tamaño máximo de producción. El tamaño propuesto de un proyecto solamente puede aceptarse si es que la demanda es claramente superior a dicho tamaño. Si el tamaño del proyecto fuera igual a la demanda no se recomienda, invertir por ser muy riesgoso.

Para nuestro proyecto, en el capítulo del Estudio de Mercado se determinó la demanda inicial en 881 toneladas anuales para el primer año de vida de la empresa. Entonces, según el mercado, el tamaño mínimo de la planta debe de ser de 881 toneladas; representando el 68% de la capacidad instalada. Pero se espera que la demanda de tuberías de cobre llegue a las 1300 toneladas anuales a partir del tercer año del proyecto, llegando de esta manera al 100% de la capacidad instalada.

Este valor estimado y calculado para el tamaño del mercado, en el capítulo 4, es un valor conservador debido a la fuerte competencia existente y además que se va a incursionar en un mercado donde ya existen jugadores bien posicionados. Pero se espera que a partir del tercer año nuestra participación de la demanda crezca y se oriente a la exportación.

La participación de las 881 toneladas representa un 18.03% del mercado de la comunidad andina y las 1300 toneladas que se espera alcanzar a partir del tercer año representa un 26.61% del mercado de la comunidad andina para el período 1991 – 2000.

Con lo que respecta a los accesorios de cobre se determina la demanda inicial en 14 toneladas pudiéndose alcanzar las 16 toneladas, representando una participación aproximada del 7.06% del mercado andino de accesorios de cobre refinado para el período 1991 – 2000.

7.2 Relación Tamaño – Tecnología

Las relaciones entre el tamaño y tecnología influirán a su vez entre las relaciones tamaño e inversión; y tamaño y costos de producción. Dentro de ciertos parámetros de operación; a mayor escala dichas relaciones tendrán como

resultado un menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y un mayor rendimiento por persona ocupada; esto contribuirá a disminuir el costo de producción, a aumentar las utilidades y a elevar la rentabilidad del negocio

Se ha determinado nuestra capacidad instalada en 9363 tm. de tubos de diámetros nominales de 1 ½". Siendo el horno de fundición de la línea de colada continua nuestro cuello de botella, con una capacidad de producción de 1423.82 kg/hr de tubos de 1 ½" de diámetro nominal, que trabajando en tres turnos nos resulta los 9363 tm. de capacidad instalada.

Si se trabajase solamente un turno nos daría una capacidad de producción de 2255 tm.

7.3 Relación Tamaño – Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio determina el tamaño mínimo de la planta debido a que éste determina la cantidad que debe ser producida para tener los egresos iguales a los ingresos, quiere decir, para tener utilidad cero. Los niveles de producción que estén por debajo de este punto tendrán pérdidas para la empresa por lo que este tamaño mínimo se debe tener en cuenta a la hora de comprar la tecnología a utilizarse en el proyecto. Si la tecnología no puede producir mayor cantidad que la cantidad de equilibrio no debe ser comprada y se deben buscar otras alternativas en el mercado.

El punto de equilibrio para el proyecto puede ser determinado generalmente con datos correspondientes al punto de equilibrio de plantas similares del mismo sector.

Para calcular el punto de equilibrio para nuestro Proyecto se ha separado los Gastos Totales en Costos Fijos y Variables.

Tomándose como Costos Fijos la mano de obra indirecta, los gastos de ventas (sueldos, publicidad y pérdidas por malas cuentas), los gastos administrativos (sueldos, gastos generales y amortización de intangibles), los gastos financieros, amortización de deuda y la depreciación.

Como Costos Variables se ha tomado las materias primas, mano de obra directa, materiales indirectos, servicios y gastos de venta (comisiones).

Para determinar el Punto de Equilibrio se ha establecido los siguientes supuestos:

- Que el precio de venta no cambia al variar el volumen de las ventas.
- Que hay un solo producto, o varios que se pueden reducir a un común denominador conservando la mezcla de ventas.
- Que el nivel general de precios permanecerá esencialmente estable a corto plazo.
- Que las existencias (inventarios) permanecen estables o en cero.
- Que la eficiencia y la productividad por persona permanecerán esencialmente inalterables

Bajo estas consideraciones podemos determinar nuestro punto de equilibrio, tal como se indica a continuación:

- Ingreso por ventas:

$$I = p \times v$$

Donde:

I = Ingreso por ventas.

p = Precio unitario del producto.

v = Volumen de ventas

- Costo total de la empresa

$$C_t = C_f + C_v$$

Donde:

C_t = Costo total de la empresa.

C_f = Costo fijo total de la empresa.

C_v = Costo variable total de la empresa.

- Relación entre producción y ventas

$$P = v + I_i - I_f$$

Donde:

P = Volúmen de producción.

V = Volumen de ventas.

I_i = Inventario inicial de productos terminados.

I_f = Inventario final de productos terminados.

Como el nivel de inventarios deberá permanecer constante:

$$I_i = I_f$$

$$\therefore P = v$$

Luego al analizar el punto de equilibrio, el de producción es numéricamente igual al nivel o volumen de ventas. Por consiguiente, el costo unitario variable se puede expresar:

$$C_v u = \frac{C_v}{P} = \frac{C_v}{v}$$

$$\therefore C_v = C_v u \times v$$

Donde:

$C_v u$ = Costo variable unitario.

Reemplazando:

$$C_t = C_f + C_v u$$

El punto de equilibrio $P_e(\#)$ en unidades se obtendrá con aquel volumen de ventas para el cual el ingreso sea igual al costo total, luego se obtiene:

$$P_e(\#) = \frac{C_f}{p - C_v u}$$

Si a la expresión anterior la multiplicamos por el precio unitario de venta, la ecuación termina siendo el punto de equilibrio $P_e(\text{US\$})$ unidades monetarias:

$$P_e(\text{US\$}) = \frac{C_f}{\left[1 - \frac{C_v u}{p}\right]}$$

Ver los siguientes cuadros:

Cuadro 7.1: Estructura de costos

Cuadro 7.2: Punto de Equilibrio

7.4 Relación Tamaño – Inversión

Las relaciones entre el tamaño y la inversión está condicionada a la tecnología a comprar. La compra de toda la maquinaria para poner en funcionamiento el proceso de extrusión en caliente y estirado en frío llega a US\$ 2'320,757 sin IGV.

Llegando la inversión total a US\$ 12'369,000 que se descompone de la siguiente manera:

- Inversión Fija Tangible (sin IGV): 4'195,000
- Inversión Fija Intangible: 1'034,000
- Capital de Trabajo (sin IGV): 6'349,000
- IGV: 791,000

7.5 Relación Tamaño – Recursos Productivos

El abastecimiento suficiente de la materia prima tanto en calidad como en cantidad es un aspecto vital en el desarrollo del proyecto ya que si no se cuenta con la cantidad necesaria en el momento y en la cantidad deseada todo el proyecto puede ser frenado o en el peor de los casos truncado. En el caso en que el abastecimiento no sea totalmente seguro por parte de proveedores nacionales se deberá recurrir a buscar en el extranjero. Esto último aumentará considerablemente los costos de producción por lo que se debe hacer como un último recurso.

Para el caso de nuestro proyecto no debería existir ningún tipo de problema con el abastecimiento de insumos porque, de acuerdo con lo calculado en capítulos anteriores, con la cantidad a producirse en el primer año, solamente se estaría demandando un 0.74% de la producción nacional de cobre refinado. Si bien para el caso de los años siguientes esta demanda aumentará no se debe considerar que tenga un mayor efecto en la cantidad producida de materia prima.

CUADRO 7.1: ESTRUCTURA DE COSTOS (miles de US\$)

RUBROS	AÑOS									
	2,005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Costos Variables										
Mano de Obra Directa	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8	255.8
Materia Prima Directa	1,491.1	1,504.4	2,182.2	2,182.2	2,182.2	2,182.2	2,182.2	2,182.2	2,182.2	2,182.2
Costos Indirectos (85%)	694.6	637.9	837.2	837.2	837.2	837.2	837.2	837.2	837.2	837.2
Gastos de venta	209.3	211.9	280.6	281.3	281.3	281.3	281.3	281.3	281.3	281.3
TOTAL COSTO VARIABLE	2,650.7	2,610.0	3,555.8	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4
Costos Fijos										
Gastos Administrativos	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1	149.1
Depreciaciones	79.3	79.3	79.3	79.3	79.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gastos Financieros	1,592.3	1,396.4	1,176.0	928.1	649.2	335.4	38.0	0.0	0.0	0.0
Costos Indirectos (15%)	122.6	112.6	147.7	147.7	147.7	147.7	147.7	147.7	147.7	147.7
TOTAL COSTOS FIJOS	1,943.2	1,737.3	1,552.1	1,304.2	1,025.3	632.2	334.8	296.8	296.8	296.8
COSTO TOTAL	4,593.8	4,347.2	5,107.8	4,860.6	4,581.7	4,188.7	3,891.2	3,853.2	3,853.2	3,853.2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, Marzo 2003

CUADRO 7.2: PUNTO DE EQUILIBRIO

RUBROS	AÑOS														
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014					
Ventas Totales (miles de US\$)	3,167.7	3,222.1	4,632.8	4,646.9	4,646.9	4,646.9	4,646.9	4,646.9	4,646.9	4,646.9	13,404.9				
Costo Fijo (miles de US\$)	1,943.2	1,737.3	1,552.1	1,304.2	1,025.3	632.2	334.8	296.8	296.8	296.8	296.8				
Costo Variable (miles de US\$)	2,650.7	2,610.0	3,555.8	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4	3,556.4				
Costos Totales (miles de US\$)	4,593.8	4,347.2	5,107.8	4,860.6	4,581.7	4,188.7	3,891.2	3,853.2	3,853.2	3,853.2	3,853.2				
PUNTO DE EQUILIBRIO VALOR (Miles de US\$)	11,905.5	9,144.8	6,675.9	5,557.7	4,369.1	2,694.2	1,426.7	1,264.8	1,264.8	1,264.8	404.0				
PARTICIPACION EN LAS VENTAS															
Venta nacional	47%	47%	34%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%
Venta regional	53%	53%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%
PUNTO DE EQUILIBRIO VALOR (Miles US\$)															
SEGUN AREA GEOGRAFICA															
(Miles de US\$)															
Mercado nacional	5,578.8	4,311.1	2,236.8	1,856.5	1,459.4	900.0	476.6	422.5	422.5	422.5	134.9				
Mercado regional	6,326.7	4,833.8	4,439.2	3,701.2	2,909.7	1,794.3	950.1	842.3	842.3	842.3	269.0				
PRECIOS (US\$ / Kg)															
Precio promedio mercado nacional	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95
Precio promedio mercado regional	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
PUNTO DE EQUILIBRIO UNIDADES (En Tm)															
SEGUN AREA GEOGRAFICA															
Mercado nacional	1,412.9	1,091.8	566.5	470.2	369.6	227.9	120.7	107.0	107.0	107.0	34.2				
Mercado regional	1,686.7	1,288.7	1,183.5	986.7	775.7	478.3	253.3	224.6	224.6	224.6	71.7				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. Marzo 2003

7.6 Relación Tamaño – Financiamiento

Para determinar el tamaño de planta se debe saber si los recursos financieros son suficientes. Si hubiera varias tecnologías existentes en el mercado de diferentes capacidades y montos de inversión, es aconsejable escoger aquel tamaño que pueda financiarse con mayor comodidad y seguridad, y que; a la vez ofrezca, si es posible, los menores costos y un alto rendimiento de capital. Es necesario hacer un balance entre todos los factores para hacer una buena selección, pero cabe mencionar que para la tecnología escogida es necesario un monto de dinero ya determinado y que debe buscarse el financiamiento tanto en entidades privadas como públicas para acceder a éste de la mejor forma posible. Tampoco existe la opción, para esta tecnología, de ir implantando por partes el proyecto debido a que se trata de un proceso de producción continuo y no es posible operar la planta con alguna maquinaria faltante.

El financiamiento elegido se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 7.3: Relación Tamaño – Financiamiento

Fuente	Monto	% Participación	Costo de Capital
COFIDE – Banco Sudamericano	4'947,000	40.00	12.50%
Aporte Propio	7'422,000	60.00	17.50%
TOTAL	12'369,000	100.00	14.00%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. Marzo 2003

7.7 Selección del Tamaño de Planta.

Se ha analizado el tamaño – mercado, tamaño – tecnología, tamaño – punto de equilibrio, tamaño – recursos productivos, tamaño inversión y financiamiento, y llegamos a la conclusión de nuestro análisis que estaríamos produciendo por debajo de nuestro punto de equilibrio durante los cuatro primeros años.

En el análisis de sensibilidad que se hiciera en el capítulo 14, para obtener un proyecto rentable y atractivo, deberíamos aumentar nuestras ventas en 103%. Lo que representaría una participación del mercado para el período 2005 –2014 del 44% del mercado de la comunidad andina.

Un limitante para alcanzar dicho volumen de ventas es el horno de fundición de la línea de colada continua, que limita nuestra producción a 1301 tm.

Si tenemos los medios para llegar a una participación del 44% del mercado andino y con un cambio de horno que nos dé una mayor capacidad de producción, podríamos concluir que nuestro proyecto tendría que tener un tamaño de planta óptimo no menor de 3000 toneladas métricas de producción.

8. Ingeniería del Proyecto

8.1 Especificaciones Técnicas del Producto

El INDECOPI, a través de su Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales en calidad de Organismo Peruano de Normalización, instaló el 09 de Junio de 1999 el Comité Técnico Permanente de Cobre y sus Aleaciones, Subcomité de Tubos y Accesorios de Cobre, encargando a PROCOBRE PERÚ la Secretaría del mismo, teniendo la función de elaborar los Proyectos de Normas Técnicas Peruanas (PNTP) relacionadas al cobre y sus aleaciones.

El Comité elaboró ocho Proyectos de Norma Técnica Peruana (PNTP), los cuales fueron aprobados por la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales del INDECOPI como Normas Técnicas Peruanas (NTP) y publicadas las Resoluciones en el Diario Oficial El Peruano, cinco de ellas mediante la Resolución N° 0070:2000/INDECOPI-CRT del 09 de Noviembre del 2000, y las otras tres por la Resolución N° 0076:2000/INDECOPI-CRT del 30 de noviembre del 2000.

Las Normas Técnicas Peruanas están relacionadas con los tubos de cobre, un producto de amplia aplicación en la construcción y la industria, que puede ser utilizado en las instalaciones de agua potable, distribución de gas y combustibles líquidos, refrigeración, calefacción y evacuación de aguas residuales.

Instituciones que conformaron el Comité.

SECRETARÍA
PROCOBRE PERÚ

SECTOR PRODUCCIÓN
FEBERHARDT S.A.
Oscar Barrenechea Representaciones
ACERSA
TECNOFIL S.A.

SECTOR CONSUMO
Ministerio de Energía y Minas – Dirección General de Hidrocarburos.
Repsol YPF Comercial del Perú.
Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción
Viceministerio de Vivienda y Construcción.
Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO.
Ministerio de Industrias, Turismo, Integración y Negocios Comerciales Internacionales – MITINCI – Dirección Nacional de Industrias.

SECTOR TÉCNICO
Colegio de Ingenieros del Perú – Capítulo de Ingeniería Civil.
Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad de Ingeniería Industrial
Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Ambiental
Pontificia Universidad Católica del Perú – Sección de Ingeniería Mecánica
Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción – SENCICO
Servicio Nacional de Adiestramiento en trabajo industrial – SENATI
Instituto Superior Tecnológico - TECSUP

8.1.1 Normas Técnicas Peruanas elaboradas por el Comité

NTP 342.052:2000	COBRE Y ALEACIONES DE COBRE. Tubos redondos de cobre sin costura, para agua y gas.
NTP 342.520:2000	COBRE Y ALEACIONES DE COBRE. Método de combustión para la determinación del carbono en la superficie interna de los tubos y accesorios de tubería de cobre.
NTP 342.521:2000	COBRE Y ALEACIONES DE COBRE. Método de Ensayo de corrientes inducidas para tubos.
NTP-ISO 8491:2000	MATERIALES METALICOS. Tubos (en sección circular completa). Ensayo de doblado.
NTP-ISO 8493:2000	MATERIALES METALICOS. Tubos. Ensayo de abocardado cónico.
NTP-ISO 8494:2000	MATERIALES METALICOS. Tubos. Ensayo de abocardado plano (pestañado).
NTP-ISO 6507-1:2000	MATERIALES METALICOS. Método de ensayo de dureza Vickers.
NTP-ISO 6892:2000	MATERIALES METALICOS. Ensayo de Tracción a temperatura ambiente.

NTP 342.052:2000 TUBOS REDONDOS DE COBRE SIN COSTURA, PARA AGUA Y GAS

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Establece los requisitos, toma de muestras, métodos de ensayo y condiciones para los tubos de cobre.

Se aplica a tubos de cobre redondos sin costura de diámetro exterior comprendido entre 6 mm 308 mm inclusive, destinados a:

- redes de distribución de agua fría o caliente;
- redes de distribución de gas y combustibles líquidos;
- sistemas de calefacción con agua caliente, incluidos los sistemas de calefacción por suelo radiante;
- evacuación de aguas residuales.

DEFINICIONES

Se establecen las definiciones necesarias para el producto, tales como:

Tubo de cobre redondo sin costura: Un producto semi-elaborado de cobre, hueco y de sección transversal circular, con una pared de espesor nominal uniforme, la cual, a través de todas las etapas de producción, tiene un contorno continuo, suministrado en tramos rectos de fabricación o en rollos.

Además definiciones aplicables en las operaciones de unión de los tubos con sus accesorios como son: soldadura por capilaridad, soldadura blanda, soldadura fuerte, soldadura no capilar, soldadura por fusión, para el muestreo define lote de producción, y las referidas a las características de los tubos como: diámetro medio, ovalización, excentricidad, y temple o estado de tratamiento.

REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO

Para el producto se establecen los requisitos mínimos así como el correspondiente método de ensayo siendo los siguientes:

- **Composición:** Cu + Ag: mín 99,90%; 0,015% < P < 0,040%.
- **Propiedades mecánicas:** resistencia a la tracción, alargamiento y dureza.
- **Dimensiones y tolerancias:** diámetro exterior, el espesor de pared y la longitud.
- **Ausencia de defectos:** ensayos por corrientes inducidas, de presión hidrostática y de presión neumática.
- **Calidad de superficie:** superficies interior y exterior lisas y limpias, siendo opcional la determinación del contenido de carbono y película carbonosa.
- **Doblado:** la probeta se debe doblar a un ángulo de 90° con un radio mínimo de curvatura.
- **Abocardado cónico:** con ángulo de 45°.
- **Abocardado plano (pestañado):** hasta conformar la pestaña perpendicular al eje del tubo.

INSPECCIÓN Y MUESTREO

La NTP establece dónde realizar la inspección, cómo considerar los lotes, masa del lote, el número de unidades de muestra, que se extraerán al azar de cada lote, y finalmente el criterio de aceptación y rechazo.

DESIGNACIÓN Y ESPECIFICACION PARA PEDIDOS

La NTP indica la designación del material, del temple o estado de tratamiento y del producto.

Se establece lo indispensable a ser especificado a fin de facilitar la solicitud, pedido y confirmación del pedido entre el comprador y el vendedor.

NTP 342.520:2000 MÉTODO DE COMBUSTION PARA LA DETERMINACION DEL CARBONO EN LA SUPERFICIE INTERNA DE LOS TUBOS Y ACCESORIOS DE TUBERÍA DE COBRE

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma Técnica Peruana especifica un método por combustión para la determinación del contenido en carbono que pudiera estar presente en la superficie interna de los tubos y de los accesorios de tubería de cobre.

La Norma Técnica Peruana solo se aplica a los tubos redondos de cobre especificados en la NTP 342.052 y a los accesorios de tubería de cobre especificados en las NTP correspondientes, sólo cuando sea requerido previo acuerdo entre el comprador y el proveedor o el fabricante.

DEFINICIONES

Se establecen las determinaciones a realizar como son el carbono residual, carbono potencial y carbono total.

PRINCIPIO GENERAL.

La combustión del carbono presente en la superficie interna de una muestra de un tubo o de un accesorio se realiza a una temperatura determinada, en una corriente de oxígeno. El contenido de carbono se expresa en términos de carbono total, de carbono residual o de carbono potencial.

La norma describe un método de combustión y tres métodos de medición del dióxido de carbono producido.

Se determina el contenido en carbono residual, en carbono total o de ambos. El carbono potencial se determina por cálculo (carbono total menos carbono residual).

PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se establece la secuencia de operaciones a realizar en función del carbono a determinar, que incluyen la toma de muestras en caso de tratarse de tubos o de accesorios, la limpieza de la superficie interna y externa de la muestra, que puede ser por limpieza química o limpieza mecánica y corte de las probetas sea en tubos o accesorios.

MÉTODO DE COMBUSTIÓN DE PRODUCTOS QUE CONTENGAN CARBONO

Se establece que la combustión se lleva a cabo en un tubo de cuarzo por el que se hace circular una corriente de oxígeno de pureza no inferior al 99,995 % y se indica a partir de la acometida del oxígeno, la composición detallada del aparato de combustión.

MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CARBONO

Se describen tres métodos básicos para la determinación del contenido en carbono:

- Método del hidróxido de tetrabutilamonio (HTBA);
- Método de determinación por medición de la conductividad eléctrica diferencial
- Método de determinación por espectrometría de absorción infrarroja.

También se describe el procedimiento para la determinación del blanco, necesario para cada método.

INFORME DEL ENSAYO

La NTP establece facilitar un Informe de Ensayo señalando la relación de indicaciones que debe contener.

Cualquiera que sea el método de ensayo empleado, el valor del contenido en carbono debe expresarse en mg/dm^2 , tomando la media aritmética de los valores obtenidos en dos probetas.

NTP 342.521:2000 MÉTODO DE ENSAYO DE CORRIENTES INDUCIDAS PARA TUBOS

OBJETO

La Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para el ensayo con corrientes inducidas de tubos redondos sin costura de cobre y aleaciones de

cobre y tiene como objetivo la detección de potenciales puntos de fuga y de serios defectos durante el proceso de producción de los tubos.

El método o los métodos de ensayo de corrientes inducidas requeridos, conjuntamente con el rango de tamaño y el nivel de aceptación, están definidos en la correspondiente norma del producto.

DEFINICIONES

Las definiciones a considerar están en la Norma Europea UNE-EN 1330-5.

RESUMEN DEL MÉTODO

Este ensayo generalmente es ejecutado pasando el tubo longitudinalmente a través de una bobina excitada con corriente alterna de una o más frecuencias, la impedancia eléctrica de la bobina es modificada por la proximidad del tubo, las dimensiones, la conductividad eléctrica y la permeabilidad magnética del material de las discontinuidades metalúrgicas o mecánicas.

Durante el paso del tubo a través de la bobina, los cambios en respuestas electromagnéticas causadas por estas variables en el tubo, producen señales eléctricas las cuales son procesadas y registradas y pueden activar dispositivos de señales auditivas o visuales o de marcas mecánicas.

SIGNIFICADO Y USO

El ensayo de corrientes inducidas es un método no destructivo para determinar discontinuidades en un producto. Las señales pueden ser producidas por discontinuidades ubicadas indistintamente en las superficies externa o interna del tubo o por discontinuidades totalmente contenidas dentro de ellas.

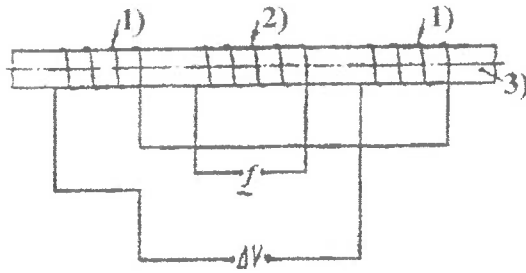
Con respecto a las señales obtenidas durante el ensayo, la NTP establece varias advertencias que deben tomarse en cuenta a fin de no efectuar rechazos o aceptaciones incorrectas, considerándolas entonces como señal dudosa a ser verificadas por otro examen u otro método de ensayo.

Se hace referencia que el ensayo generalmente es no sensible para las discontinuidades adyacentes a los extremos de los tubos (efecto de extremos) y que discontinuidades como arañaduras o costuras que son continuas y uniformes a todo lo largo de la longitud del tubo pueden ser difíciles de detectar.

REQUISITOS GENERALES

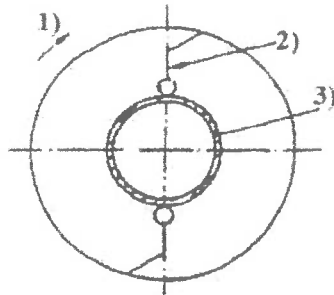
Se considera la calificación del personal que realiza el ensayo así como su certificación de acuerdo a Normas establecidas, la condición para que el tubo pueda ser ensayado sin dificultades en el equipo correspondiente.

Para los equipos a emplear en los ensayos se establecen consideraciones a cumplir en la conducción del tubo a través de las bobinas de ensayo, el mantenimiento de las variaciones de la sensibilidad en un rango, la alternativa de usar un sistema de bobinas circulares (véase figura) o el sistema que consiste en un movimiento relativo de rotación entre el tubo y uno o varios palpadores (sensor superficial) (véase figura). También considera la velocidad de ensayo, la precaución de mantener una distancia del palpador con la superficie externa del tubo para que la sensibilidad del ensayo sea adecuada.



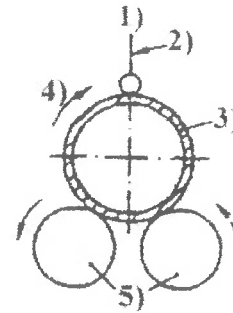
1. Bobina secundaria.
2. Bobina primaria
3. Tubo

Representación esquemática del control de corrientes inducidas usando bobinas circulares exteriores (pueden ser primarias, secundarias, absolutas)



1. Dirección de rotación del palpador.
2. Palpador (sensor superficial)
3. Tubo
4. Dirección de rotación del tubo
5. Cilindros impulsadores

Palpadores (sensores de superficie) rotando con movimiento lineal del tubo



Tubo rotando con movimiento lineal del palpador

Representación esquemática de un sistema de corrientes inducidas, que involucra un movimiento relativo de rotación entre el tubo y el palpador (control helicoidal del tubo).

NOTA: El palpador (sensor superficial) puede tener diferentes formas, por ejemplo en bobinas simples o bobinas múltiples con varias configuraciones.

TUBO PATRÓN DE REFERENCIA

La NTP establece las características a considerar para el tubo patrón de referencia, libre de defectos de las mismas dimensiones y características especificadas a ensayar, localización de agujero o agujeros (si es uno o tres), espaciamiento y equidistancia para obtener señales sin interferencias.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

La NTP establece el criterio de aceptación en la detección de las discontinuidades puntuales por el sistema de bobina circular e igualmente en el caso de detección de las discontinuidades no puntuales por el sistema de bobina circular exterior con niveles de detección más bajos. Para ello se establece un método para este propósito y se define cuándo la longitud total será considerada defectuosa.

REGULACIÓN DEL INSTRUMENTO

La NTP establece las acciones a realizar y consideraciones a tener en cuenta para la regulación del equipo de ensayo.

NTP-ISO 8491:2000 TUBOS (EN SECCIÓN CIRCULAR COMPLETA). ENSAYO DE DOBLADO

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma Técnica Peruana especifica un método para determinar la aptitud a la deformación plástica por doblado de un trozo de tubo metálico de sección circular.

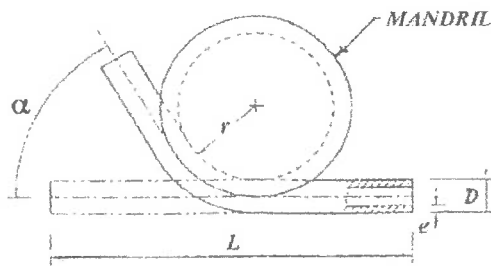
El método es aplicable a los tubos de diámetro exterior igual o menor a 65 mm, si bien la gama de diámetros exteriores a la cual se aplica la Norma Técnica Peruana puede quedar definida de manera más explícita en la correspondiente norma del producto.

Los ensayos de doblado de probetas sacadas de los tubos en forma de bandas transversales se realizan según las prescripciones de la Norma ISO 7438:1985, de modo que aumente la curvatura inicial de la probeta.

PRINCIPIO

El ensayo consiste en el doblado de un trozo recto de tubo sobre un mandril de radio especificado (r) con garganta tórica, hasta que el ángulo curvado (α) alcance el valor especificado en la correspondiente norma del producto (véase figura).

SÍMBOLOS, DESIGNACIÓN Y UNIDADES



Símbolos para el ensayo de doblado

Símbolo	Designación	Unidad
D	Diámetro exterior del tubo	mm
e	Espesor de la pared del tubo	mm
L	Longitud de la probeta antes del ensayo	mm
r	Radio interior del mandril al fondo de la garganta	mm
α	Angulo de doblado	°(grados)

PROCEDIMIENTO OPERATIVO

La NTP establece el equipo de ensayo, considerando las piezas que producen la conformación preestablecida, indicándose dimensiones, características geométricas y de acabado del material; también indica la preparación en dimensiones y de conformación que debe reunir la probeta.

La interpretación del ensayo se realiza según la norma del producto correspondiente o verificando si en la probeta no se detecta ninguna fisura visible sin emplear ningún método de ampliación. Una ligera fisura de los bordes no debe considerarse como causa de rechazo.

Si la correspondiente norma del producto lo especifica se debe facilitar un informe de ensayo. La NTP establece la relación de indicaciones que debe contener el Informe de Ensayo.

Condiciones: establece las condiciones de temperatura ambiente para llevar a cabo el ensayo, el proceso de conformación de la probeta mediante el mandril del equipo con garganta tórica, hasta alcanzar el ángulo α especificado y las precauciones a tener en cuenta durante el ensayo.

NTP-ISO 8493:2000 TUBOS. ENSAYO DE ABOCARDADO CÓNICO

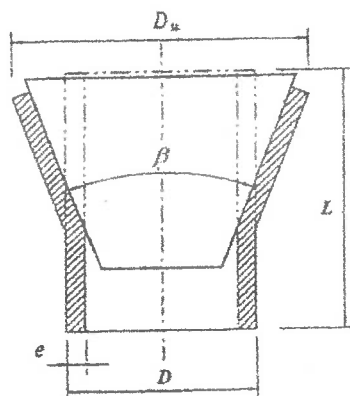
OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma Técnica Peruana especifica un método para determinar la aptitud a la deformación plástica por abocardado cónico de tubos metálicos de sección circular

La Norma es aplicable a los tubos de diámetro exterior no mayor que 150 mm (100 mm para los metales ligeros) y de espesor de pared no mayor que 10 mm. La gama de diámetros exteriores o de espesores a los que se aplica la Norma Técnica Peruana puede quedar definida de manera más explícita en la correspondiente norma del producto.

PRINCIPIO

El ensayo consiste en ensanchar con la ayuda de un mandril troncocónico, el extremo de una probeta cortada de un tubo, hasta que el diámetro exterior máximo del tubo así abocardado alcance el valor especificado en la correspondiente norma del producto (véase figura).



Símbolo	Designación	Unidad
D	Diámetro exterior del tubo	mm
e	Espesor de la pared del tubo	mm
L	Longitud de la probeta antes del ensayo	mm
D_u	Diámetro exterior máximo del abocardado cónico	mm
α	Angulo del cono del mandril	°(grados)

Símbolo para el ensayo de abocardado cónico

PROCEDIMIENTO OPERATIVO

Similar al descrito en este resumen para la NTP-ISO 8491:2000, PROCEDIMIENTO OPERATIVO, diferenciándose sólo en las condiciones que para este ensayo es la siguiente:

Condiciones: Establece la temperatura ambiente para llevar a cabo el ensayo, el proceso de conformación de la probeta mediante el mandril del equipo, hasta alcanzar el diámetro exterior máximo de la parte abocardada de la probeta, las precauciones a tener en cuenta durante el ensayo y la velocidad de penetración.

NTP-ISO 8494:2000 TUBOS. ENSAYO DE ABOCARDADO PLANO (PESTAÑADO)

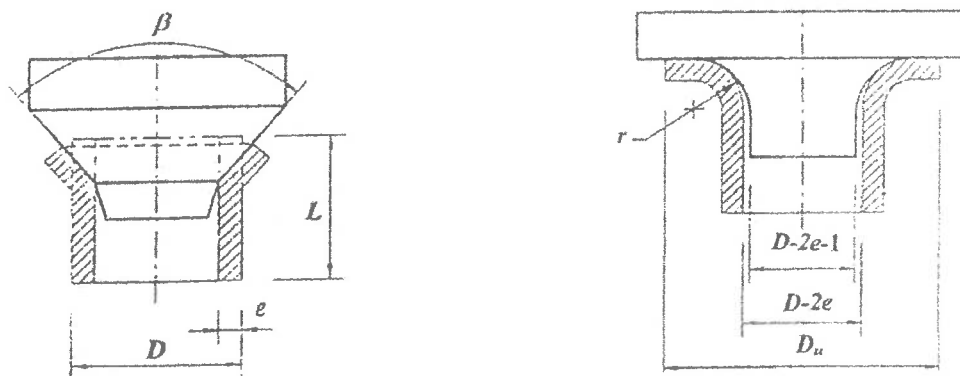
OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La Norma Técnica Peruana especifica un método para determinar la aptitud a la deformación plástica por abocardado hasta doblar formando pestaña en los tubos metálicos de sección circular.

La norma es aplicable a los tubos de diámetro exterior no mayor que 150 mm y de espesor de pared no mayor que 10 mm. La gama de diámetros exteriores o de espesores de pared a los que se aplica la Norma Técnica Peruana puede quedar definida de manera más explícita en la correspondiente norma del producto.

PRINCIPIO

El ensayo consiste en formar en el extremo de una probeta recortada de un tubo, una pestaña perpendicular al eje del tubo, hasta que el diámetro exterior de la pestaña alcance el valor especificado en la correspondiente norma del producto.



Símbolos para el ensayo de abocardado plano (pestañado)

Símbolo	Designación	Unidad
D	Diámetro exterior del tubo	mm
e	Espesor de la pared del tubo	mm
L	Longitud de la probeta antes del ensayo	mm
r	Radio de curvatura de la herramienta que deforma	mm
D_u	Diámetro exterior máximo del abocardado plano	mm
β	Angulo del cono del mandril	°(grados)

PROCEDIMIENTO OPERATIVO

Similar al descrito en este resumen para la NTP-ISO 8491:2000, PROCEDIMIENTO OPERATIVO, diferenciándose sólo en las condiciones que para este ensayo es la siguiente:

Condiciones: Establece la temperatura ambiente para llevar a cabo el ensayo, el proceso de conformación de la probeta mediante los mandriles del equipo hasta conformar la pestaña final, las precauciones a tener en cuenta y la velocidad de penetración.

NTP-ISO 6507-1:2000 MÉTODO DE ENSAYO DE DUREZA VICKERS

OBJETO

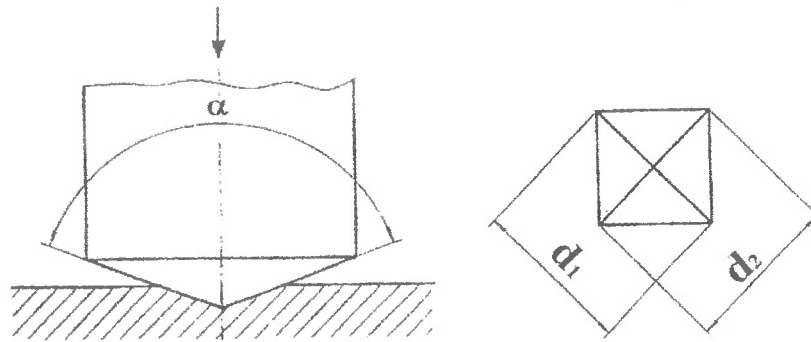
La Norma Técnica Peruana especifica el método de ensayo de dureza Vickers para los tres rangos diferentes de fuerza de ensayo usado en materiales metálicos (véase tabla).

Rango de fuerza de ensayo, F en newton (N)	Símbolo de dureza	Designación previa (ISO 6507-1:1982)
$F \geq 49,03$	$\geq HV 5$	Ensayo de dureza Vickers
$1,961 \leq F < 49,03$	HV 0,2 a $< HV 5$	Ensayo de dureza Vickers con fuerza baja
$0,09807 \leq F < 1,961$	HV 0,01 a $< HV 0,2$	Ensayo de microdureza Vickers

El ensayo de dureza Vickers establecido en la Norma Técnica Peruana es para las diagonales de indentación de longitudes comprendidas entre 0,020 mm y 1,400 mm.

PRINCIPIO

Un penetrador normalizado de diamante, en forma de una pirámide recta con una base cuadrada y con un ángulo especificado entre dos caras opuestas al vértice es forzado contra la superficie de una pieza de ensayo seguido por la medición de la longitud de las diagonales de la indentación dejada en la superficie después de retirar la fuerza de ensayo, F (véase figura).



a) Indentador (pirámide de diamante)

b) Huella de indentación Vickers

La dureza Vickers es proporcional al cociente obtenido de dividir la fuerza de ensayo entre el área de la superficie de indentación, la cual se asume que corresponde a una pirámide recta de base cuadrada, teniendo en el vértice el mismo ángulo que el indentador.

SÍMBOLOS Y DESIGNACIONES

Símbolo	Designación
α	Angulo entre dos caras opuestas del vértice del indentador pirámide (136°)
F	Fuerza de ensayo, en newton (N)
D	Media aritmética de la longitud de las dos diagonales d_1 y d_2 , en milímetros (véase figura b, Huella de indentación Vickers)
HV	<p>Dureza Vickers = Constante x $\frac{\text{Fuerza de Ensayo}}{\text{Área Superficie de Indentación}}$</p> $= 0,102 \frac{2 F \text{Sen}\left(\frac{136^\circ}{2}\right)}{d^2} \approx 0,1891 \frac{F}{d^2}$
<p>Nota: Constante = $1/g_n = 1/9,80665 \approx 0,102$ donde: g_n es la constante de gravedad.</p>	

La designación de la dureza Vickers es por el símbolo HV precedido por el valor de dureza y seguido por:

- Un número que representa la fuerza de ensayo.
- La duración de la carga en segundos, si es que se ha utilizado un tiempo diferente al especificado en la NTP para duración normal.

PROCEDIMIENTO

La NTP establece la referencia de la máquina de ensayo, del indentador y del dispositivo de medición que es de conformidad a la Norma Internacional ISO 6507-2.

Para la pieza de ensayo se establece la preparación de la superficie, las precauciones para evitar alteraciones de la dureza, la consideración del espesor de la pieza y para el caso de superficies curvas, que es el de tubos, se indica que se apliquen correcciones dadas en tablas incluidas en la NTP.

En el procedimiento se establece las condiciones de temperatura ambiente para llevar a cabo el ensayo, las fuerzas de ensayo que deben ser usadas, el proceso desde la colocación firme de la pieza a ensayar, la aplicación del indentador hasta alcanzar el valor de la fuerza especificada y el tiempo de aplicación de la fuerza, las distancias de aplicación de las indentaciones con relación a los bordes de la pieza y las distancias entre centros de indentación y por último la medición de la longitud de las diagonales para el cálculo de la dureza.

La NTP establece facilitar un Informe de Ensayo señalando la relación de indicaciones que debe contener.

TABLAS DE FACTORES DE CORRECCIÓN A SER USADOS EN LOS ENSAYOS HECHOS SOBRE SUPERFICIES CURVAS

Para superficies cilíndricas se incluyen tablas en la NTP que indican factores de corrección para determinar la dureza así como ejemplos de cálculo.

NTP-ISO 6892:2000 ENSAYO DE TRACCIÓN A TEMPERATURA AMBIENTE

OBJETO

La Norma Técnica Peruana especifica el método de ensayo de tracción a la temperatura ambiente de los materiales metálicos y define las propiedades mecánicas que pueden determinarse con este ensayo.

PRINCIPIO DEL MÉTODO

El ensayo consiste en someter una probeta a un esfuerzo de tracción, generalmente hasta la rotura para determinar una o varias de las características definidas en el capítulo 4 de la Norma.

Salvo alguna especificación para indicar lo contrario, el ensayo se lleva a cabo a la temperatura ambiente, es decir entre 10 °C y 35 °C. Para los ensayos que deban realizarse en condiciones controladas, la temperatura ambiente deberá mantenerse a $(23 + / - 5)$ °C.

DEFINICIONES

Se definen todas las características que se presentan en la realización del ensayo de tracción, desde las que se necesitan para preparar las probetas de ensayo y aquellas que establecen las propiedades mecánicas a determinar.

SÍMBOLOS Y DESIGNACIONES

En una tabla de la NTP se detallan 29 designaciones, 24 de las cuales son indicadas mediante símbolos y 28 con números de referencia, asimismo se emplean en 13 figuras, que ayudan a la comprensión de las propiedades mecánicas y de las probetas a emplear.

PROBETAS

Se establece la forma y dimensiones de las probetas, los tipos y preparación de los mismos. la determinación del área de la sección inicial y el detalle de la longitud inicial entre las marcas.

CONDICIONES PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO

Se dan las prescripciones a las que debe ajustarse según la naturaleza del producto, la velocidad de la máquina así como los métodos de sujeción. También se indica la precisión de los dispositivos de ensayo.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS

Se establece los procedimientos para la determinación del:
- Alargamiento porcentual después de la rotura.

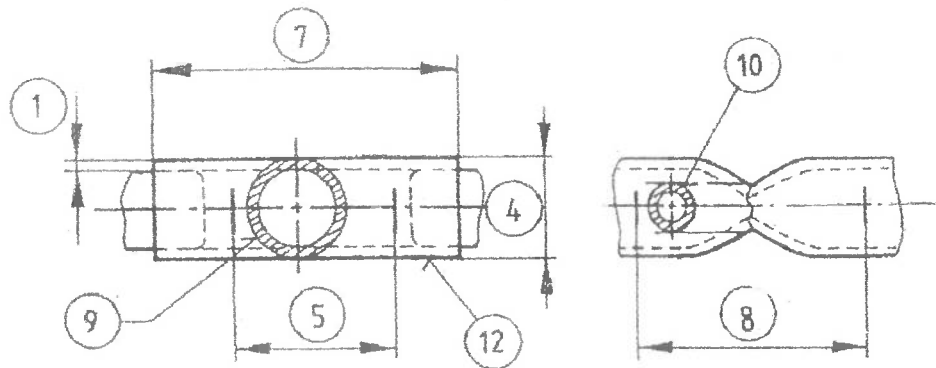
- Alargamiento porcentual total a fuerza máxima.
- Límite elástico convencional.
- Límite elástico de extensión total.
- Porcentaje de reducción de área (estricción).

INFORME DE ENSAYO

Se facilita un Informe señalando la relación de los datos que debe contener.

ANEXOS

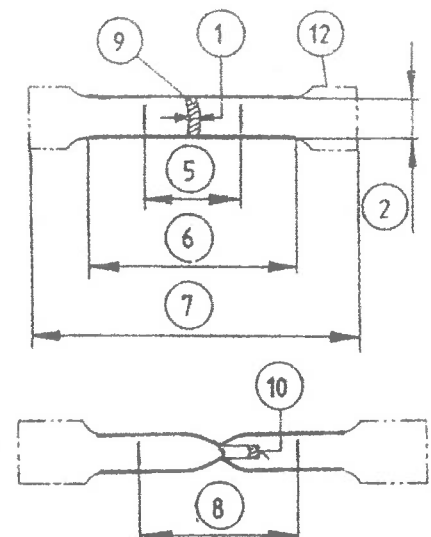
La NTP incluye doce anexos, entre los cuales el Anexo D, describe los tipos de probetas para tubos, indicando la forma y dimensiones cuando se trata de un tubo completo y cuando son bandas longitudinales o transversales del tubo. Asimismo, en el caso de hacerla circular mecanizada, a partir de la pared del tubo y la determinación del área de la sección inicial (S_0), se incluyen fórmulas para calcularla. Este anexo hace referencia a las figuras siguientes:



Probeta constituida por un trozo de tubo

Significado de los números en la figura

1. Espesor de la pared de un tubo.
2. Ancho promedio de la banda longitudinal extraída de un tubo.
3. Diámetro exterior de un tubo.
4. Longitud inicial entre marcas
5. Longitud de la parte calibrada.
6. Longitud total de la probeta.
7. Longitud final entre marcas.
8. Área de la sección inicial de la parte calibrada.
9. Área mínima de la sección después de la rotura.
10. Extremo para mordaza (extremo de amarre).



Probetas cortadas de un tubo

8.2 Tecnologías Existentes y Proceso de Producción.

La producción de cobre ha sido en nuestro país, por lo general, bajo el método de extrusión en caliente. Este método es el más común y consiste en un precalentamiento de la materia prima previamente seleccionada y limpia de impurezas para luego entrar al proceso de extrusión, el cual se encarga de dar forma al tubo, es decir determina su diámetro exterior y ancho de pared. Luego de la extrusión pasa al trefilado, luego al enderezado para terminar finalmente en el corte.

Existe una tecnología que produce tubos bajo un proceso denominado Cast and Roll. Esta tecnología es vendida por la gran firma finlandesa Outokumpu y, a diferencia de la primera, consiste de un proceso continuo de producción de tubos en el cual no es necesaria la extrusión en caliente.

También existe una tercera tecnología, que es el proceso patentado por la compañía alemana Wieland – Werke AG, que parte del proceso se realiza dentro del agua para evitar la oxidación del tubo de cobre, ya que el agua contiene menos oxígeno que el aire. Este proceso también se detallará a continuación.

Entonces disponemos de tres tecnologías, las cuales son:

- Método de extrusión en caliente o también llamado PILGER MILL
- Método Cast and Roll.
- Método patentado y aplicado por la empresa alemana Wieland – Werke AG.

8.2.1 Resumen de los procesos de producción de las Tecnologías Existentes.

MÉTODO DE EXTRUSIÓN EN CALIENTE Ó PILGER MILL

En la actualidad, el cobre es ampliamente utilizado en forma de alambres, barras, perfiles, tubos y láminas. Las características de estos productos derivan del cobre metálico y de los procesos metalúrgicos empleados en su producción. (Ver Diagrama del Ciclo de Producción de Cobre).

El metal, por lo general una mezcla de cobre refinado y de chatarra de calidad controlada, se funde en un horno y por medio de la colada de cobre se obtienen lingotes conocidos como *billets* que tienen forma cilíndrica, con dimensiones que generalmente son de 300 mm de diámetro y 8 metros de largo y que pesan aproximadamente 5 toneladas métricas.

Estos bloques metálicos se utilizan para la fabricación de tubos sin costura por medio de una serie de deformaciones plásticas.

Las etapas del ciclo de producción de los tubos de cobre con el método de extrusión en caliente son:

- **Corte:** Los billets se cortan en piezas de alrededor de 700 mm de largo, teniendo en cuenta la capacidad de las instalaciones de producción de la planta.
- **Calentamiento:** A continuación se calienta el billet, en un horno de túnel a una temperatura entre 800 y 900 °C. En esta etapa, el metal alcanza un mayor grado de capacidad de deformación plástica, con lo que se reduce la presión necesaria para las siguientes operaciones de transformación.
- **Extrusión:** En esta operación se obtiene, en una sola pasada, una pieza o

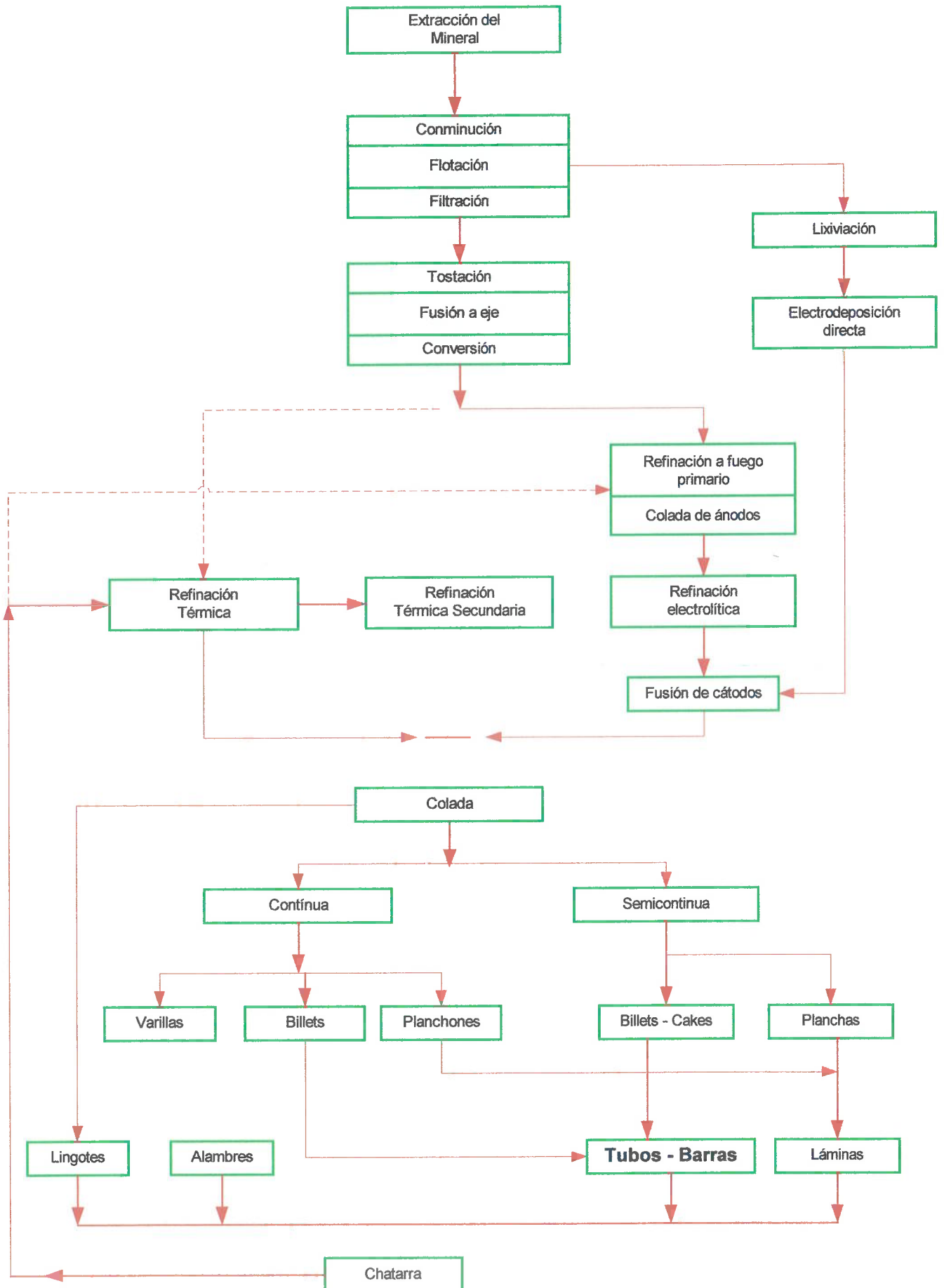
pretubo de gran diámetro con paredes muy gruesas. En la práctica el extrusor es una prensa en la cual el *billet*, previamente recalentado, es forzado a pasar a través de una matriz calibrada. El pistón que ejerce la presión tiene un mandril que perfora el *billet*. Esta operación se realiza a alta temperatura, por lo cual las operaciones posteriores se efectúan en atmósferas controladas con enfriamientos rápidos para impedir la oxidación superficial del pretubo.

- **Laminación:** Es una operación “en frío” que consiste en pasar el pretubo a través de dos cilindros que giran en sentido contrario. Además del movimiento rotatorio, los tubos cilíndricos tienen un vaivén en sentido longitudinal, en tanto que el pretubo, al cual se ha insertado un mandril, avanza en forma helicoidal. Con ello se obtiene una reducción en el espesor de la pared del tubo, manteniéndose la sección perfectamente circular. La operación de laminación en frío produce tubos de alta dureza llamados también de temple duro.
- **Trefilado:** La reducción sucesiva de diámetros para obtener los diversos productos comerciales se efectúa en una operación en frío llamada trefilado, que consiste en estirar el tubo obligándolo a pasar a través de una serie de matrices externas y de un calibre interno conocido como mandril flotante. La operación industrial se lleva a cabo en una máquina llamada “Bull Block” donde la extremidad del tubo está apretada por una mordaza montada en un cilindro rotatorio que produce la tracción.
- **Recocido:** La deformación plástica en frío origina un endurecimiento del metal que trae como consecuencia una pérdida en la plasticidad. Los sucesivos trefilados aumentan este endurecimiento y dan lugar a un mayor peligro de rotura del tubo. Por esta causa se emplea un tratamiento térmico llamado recocido, para una cristalización del cobre que permite recuperar las características de plasticidad.
- **Acabado:** Al final del ciclo de producción se obtiene un tubo recocido, presentado en rollos de alta calidad. A estos tubos se les puede aplicar un revestimiento externo de protección o aislante para diversos usos, o efectuar un acabado interno muy liso para aplicaciones especiales.
- **Control de Calidad:** El tubo terminado se somete a pruebas para determinar imperfecciones, siendo usuales las de inducción electromagnética por corrientes de Foucault, que permiten detectar grietas y otras imperfecciones en el interior de la pared del tubo.
- **Embalaje:** Los tubos de cobre recocido o los de temple blando se presentan en rollos que son embalados cuidadosamente para evitar deformaciones por los movimientos. Los tubos laminados en frío de temple duro se presentan en tiras, generalmente de 6 metros de largo, las cuales se empaquetan en atados para su transporte a los lugares de uso. Como los tubos de cobre no experimentan envejecimiento por acción de los rayos ultravioletas, el ozono u otros agentes químicos y físicos, no requieren de características especiales de almacenamiento y embalaje.

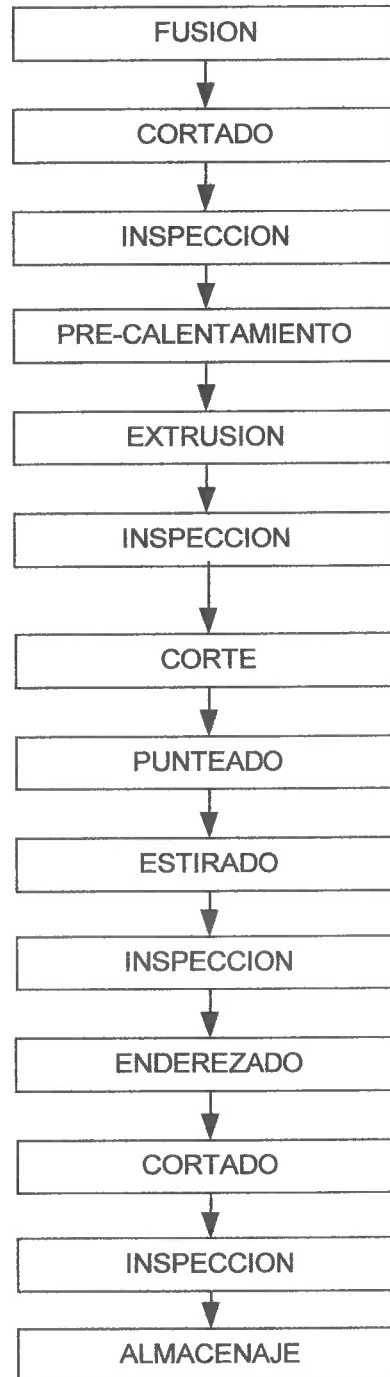
Diagramas y Cuadros

- Diagramas de Bloques
- D.O.P
- Diagrama de Flujo

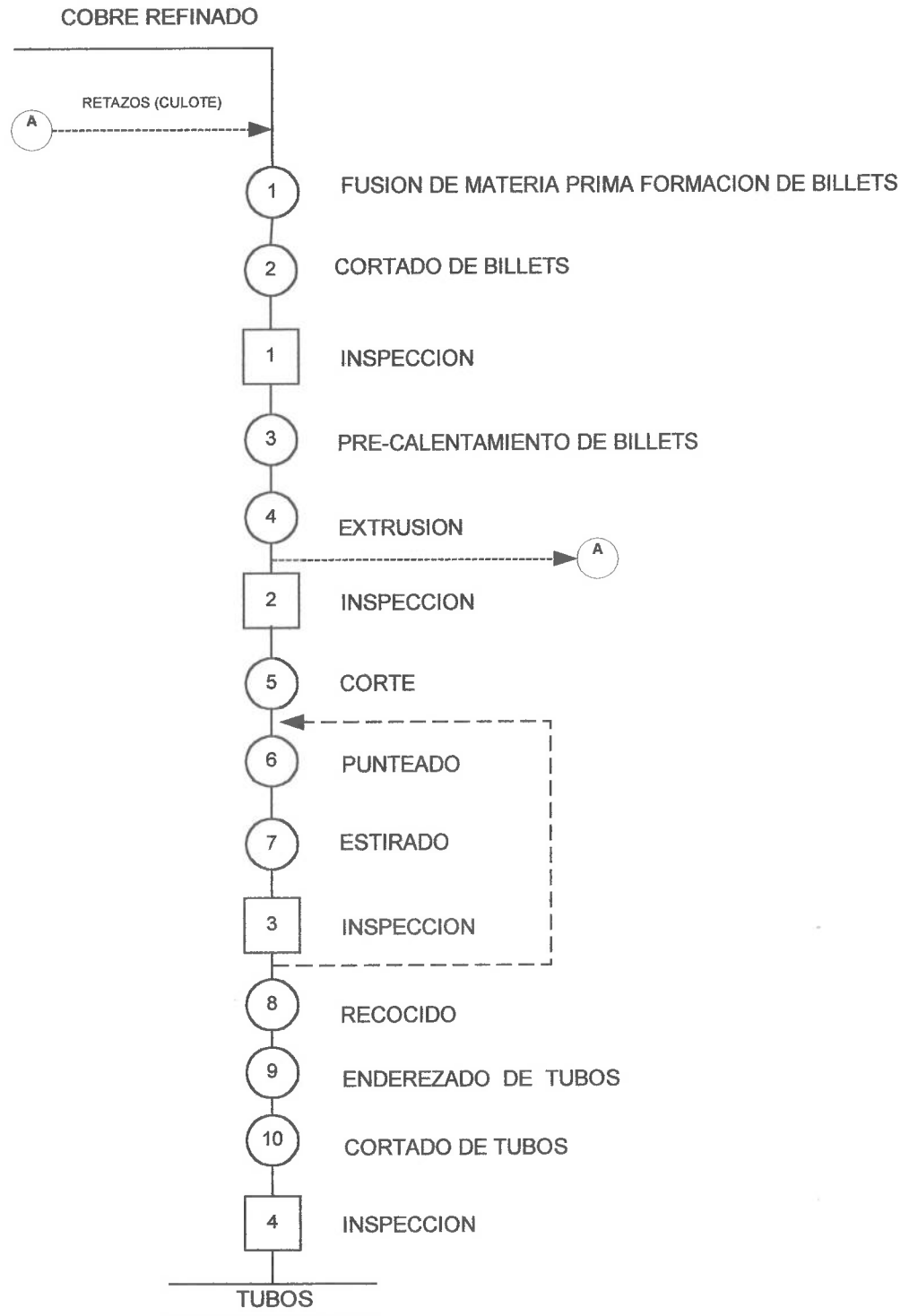
DIAGRAMA 8.1: DIAGRAMA DEL CICLO DE PRODUCCION DE COBRE



- **DIAGRAMA 8.2: DIAGRAMA DE BLOQUES – MÉTODO DE EXTRUSIÓN EN CALIENTE**



• **DIAGRAMA 8.3: DIAGRAMA D.O.P DE TUBERÍA DE COBRE FLEXIBLE EN EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN EN CALIENTE**



• **DIAGRAMA 8.4: DIAGRAMA D.O.P. DE TUBERÍA DE COBRE RÍGIDA EN EL MÉTODO DE EXTRUSIÓN EN CALIENTE**

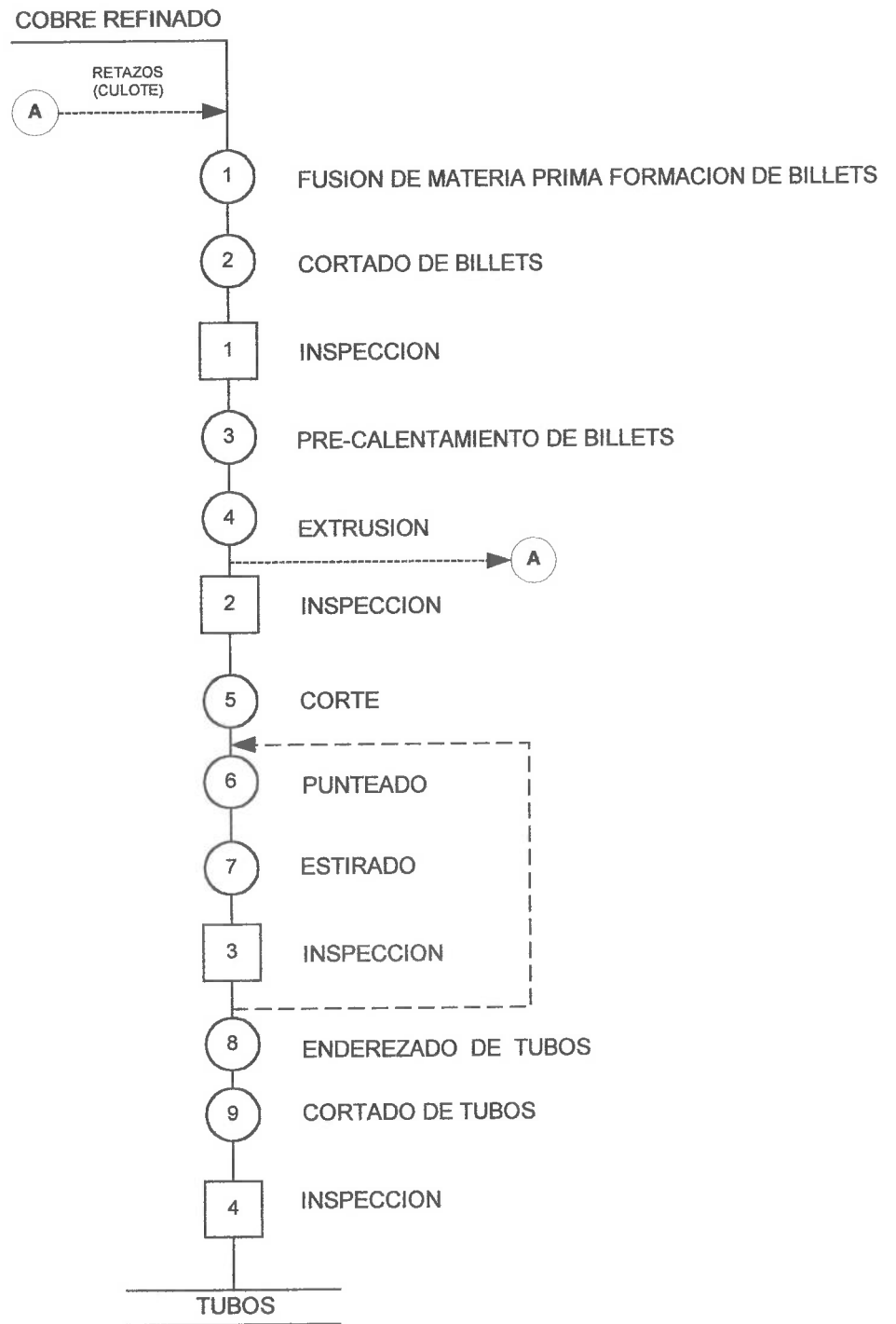
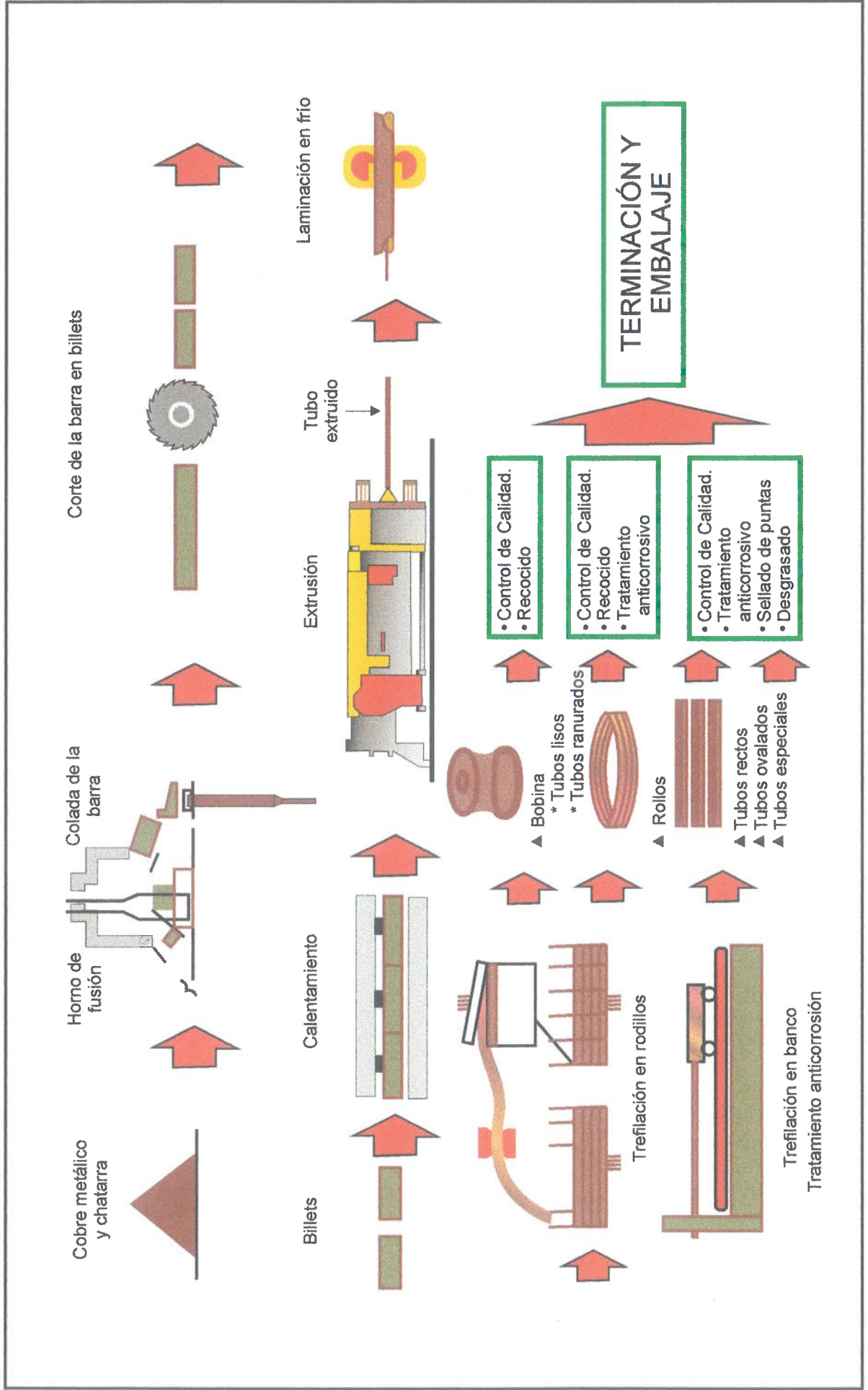


DIAGRAMA 8.5: DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DE PRODUCCIÓN DE TUBOS DE COBRE SIN COSTURA



MÉTODO DE CAST AND ROLL

La base de la tecnología Cast and Roll es el laminado planetario, que fue originalmente aplicado para el laminado en caliente de barras y tubos de acero. Haciendo uso de este método se logra una reducción en el producto de más de un 90 %. Una reducción tan rápida, como es material, causa un incremento de temperatura en el material procesado y para el caso del cobre este incremento de temperatura es lo suficientemente alto como para alcanzar temperaturas mayores al punto de recristalización sin necesidad de ningún tipo de precalentamiento, facilitando el proceso.

El proceso CAST AND ROLL ofrece muchos beneficios para el fabricante. Por ejemplo, debido al rápido incremento de temperatura se observan ahorros de energía ya que no es necesario un precalentamiento del material y, por otro lado, se obtiene una homogeneización de los tubones debido a una recristalización dinámica. Esto trae como resultado una gran estructura uniforme, similar a aquel obtenido bajo el método tradicional. Otra ventaja es que en el proceso no existan ni el tiempo ni las condiciones para un crecimiento excesivo del grano, este se mantiene a un nivel de 15 a 40 micras debido a un costo – tiempo de procesamiento y una relativa baja de temperatura. Un tamaño original pequeño de grano beneficia la calidad de la superficie de los productos terminados.

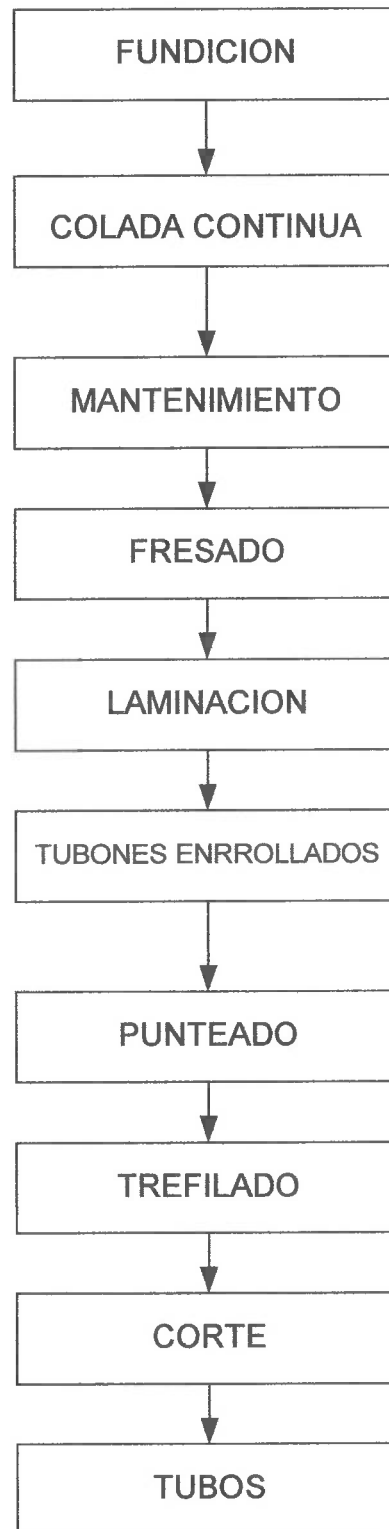
Por otro lado los costos de producción también son menores a los costos de los procesos convencionales. Existe un ahorro en energía, como ya se mencionó, y el costo de las herramientas y mantenimiento de equipos es también inferior. La productividad de la mano de obra puede ser alrededor de 0.5 TM/H-H.

La calidad de los productos es también muy competitiva. Debido a que se trabaja en una atmósfera inerte la superficie interior del tubo es lisa, brillante y libre de rastros de carbón. La superficie exterior es también de una superior calidad siempre y cuando se mantenga en correcta operación y control de los procesos de laminado y enrollado de los tubos.

Diagramas y Cuadros

- Diagrama de bloques
- Diagrama de D.O.P
- Diagramas de flujo.

- **DIAGRAMA 8.6: DIAGRAMA DE BLOQUES – TECNOLOGÍA CAST AND ROLL**



- **DIAGRAMA 8.7: DIAGRAMA D.O.P – TECNOLOGÍA CAST AND ROLL**

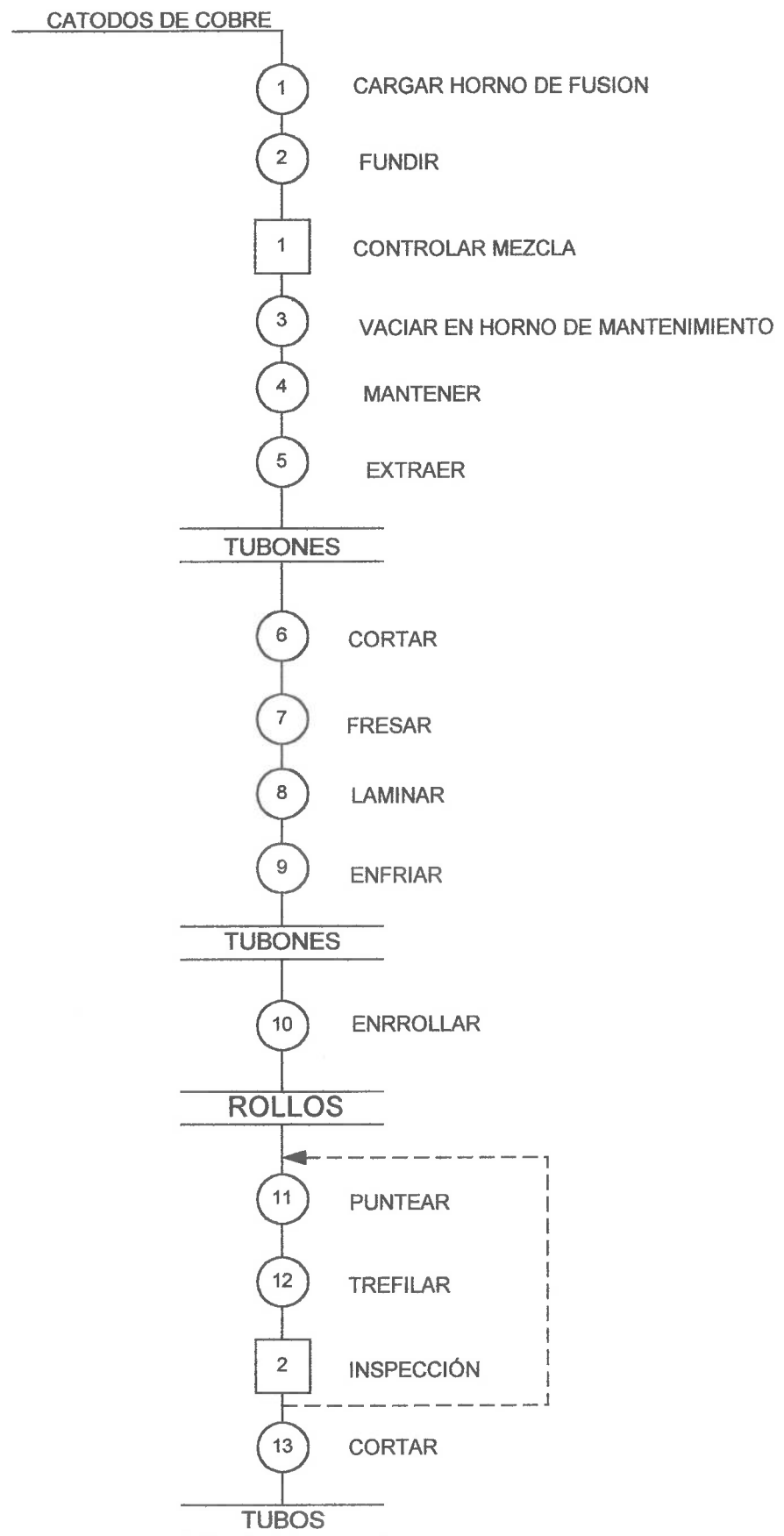
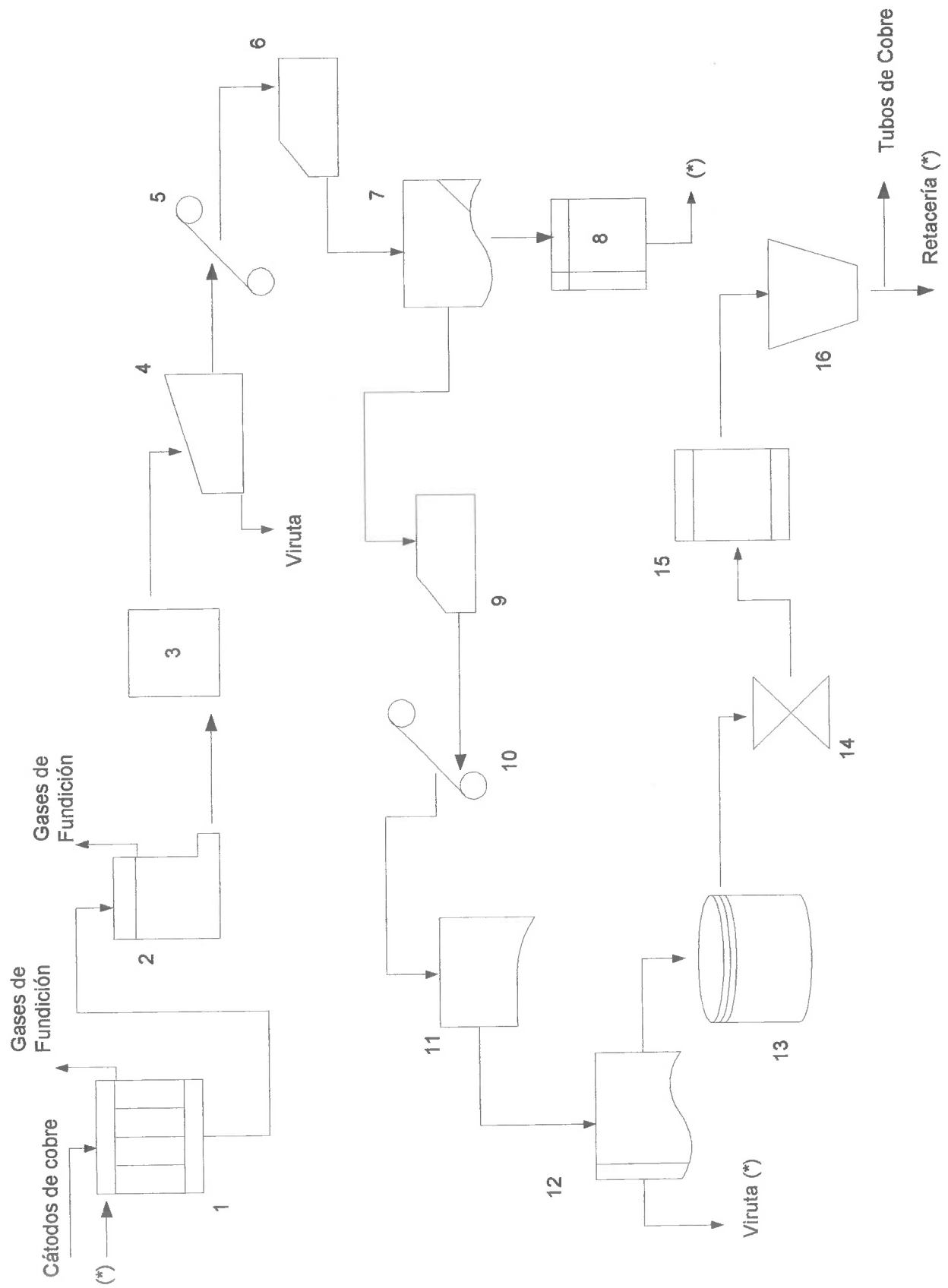


DIAGRAMA 8.8: DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CAST AND ROLL



LEYENDA	
1.	Horno de Fundición
2.	Horno de Mantenimiento
3.	Máquina de Extracción
4.	Sierra
5.	Faja Transportadora
6.	Mesa N° 1
7.	Fresadora
8.	Recolectora de vientos
9.	Mesa N° 2
10.	Faja Transportadora
11.	Laminadora
12.	Cortadora Volante
13.	Enrolladora
14.	Punteadora
15.	Trefiladora
16.	Cortadora

MÉTODO PATENTADO Y APLICADO POR LA EMPRESA ALEMANA:
WIELAND – WERKE AG

Esta información ha sido obtenida del Wieland Buch Kupferwerkstoffe, Wieland – Werke, Ulm (Alemania), 1986 – vale decir del libro de aleaciones de cobre. Habiendo dos versiones siendo la primera versión mas reciente que la segunda no difiriendo mucho una de otra. Cabe señalar también que la información se encontraba en el idioma alemán por lo que se ha traducido al castellano, pudiendo haber pequeñas variaciones en razón del idioma.

Versión 1: FABRICACIÓN DE TUBOS, BARRAS, ALAMBRES Y PERFILES

El material inicial para este tipo de productos son billets extruídos con diámetros de 150 a 280 mm. y de 200 hasta 800 mm. de largo. Inicialmente éstos son preformados mediante la conformación en caliente durante el proceso de extrusión. Para lo cual los billets (tochos) son calentados a temperatura de conformado, que según la aleación oscila entre 600 y 950° C, y conformados en extrusoras hidráulicas. Las instalaciones de calentamiento se activan sin intervención de las prensas y trabajan generalmente por inducción. La forma de los ramales se obtiene en moldes especiales (matrices) que se encuentran en la parte de salida de la prensa.

En la extrusión de tubos, el contorno interior se logra a través de un mandril, cuya punta penetra hasta la abertura de la matriz. El billet (tocho) ya puede estar taladrado o ser taladrado (perforado) con el mandril en la primera fase de trabajo en la prensa. En ambos casos, durante el proceso de prensado el mandril apuntala hacia el interior al tubo formado.

Por lo general, las barras gruesas y los perfiles y tubos pesados son prensados en longitudes exactas con matrices de un solo orificio. En cambio, los alambres de diámetros menores, así como los perfiles simples y livianos se prensan frecuentemente con matrices de orificio múltiple, donde los ramales aislados son trenzados en cordones. En la **figura 8.1** se muestra una prensa horizontal por extrusión de tubos. Un billet precalentado es insertado en la máquina; al lado izquierdo se puede apreciar el soporte fijador de la herramienta que va a darle la forma. Antes de que el prensado en sí se efectúe, las partes de la máquina: soporte de lingotes y soporte de herramientas, ahora separados uno de otro, colisionan.

Por motivos relacionados al proceso no se aprovecha todo el material durante la extrusión. Los billets no pueden ser extruídos totalmente, pues de lo contrario al final de la extrusión se formarían piezas incompletas, que se separan del material. Los residuos del prensado dependen de la relación diámetro del billet - diámetro del producto y representan, según la aleación, entre un 5 y 20% del material empleado.

Para la fabricación de tubos, barras, perfiles y alambres, las fábricas Wieland emplean prensas de tubos y extrusoras con potencias entre los 1200 y 3200 toneladas.

El material extruído será luego conformado sólo en frío hasta obtener el producto final. En lo sucesivo dependerá del tipo de producto para seguir con el proceso de fabricación.

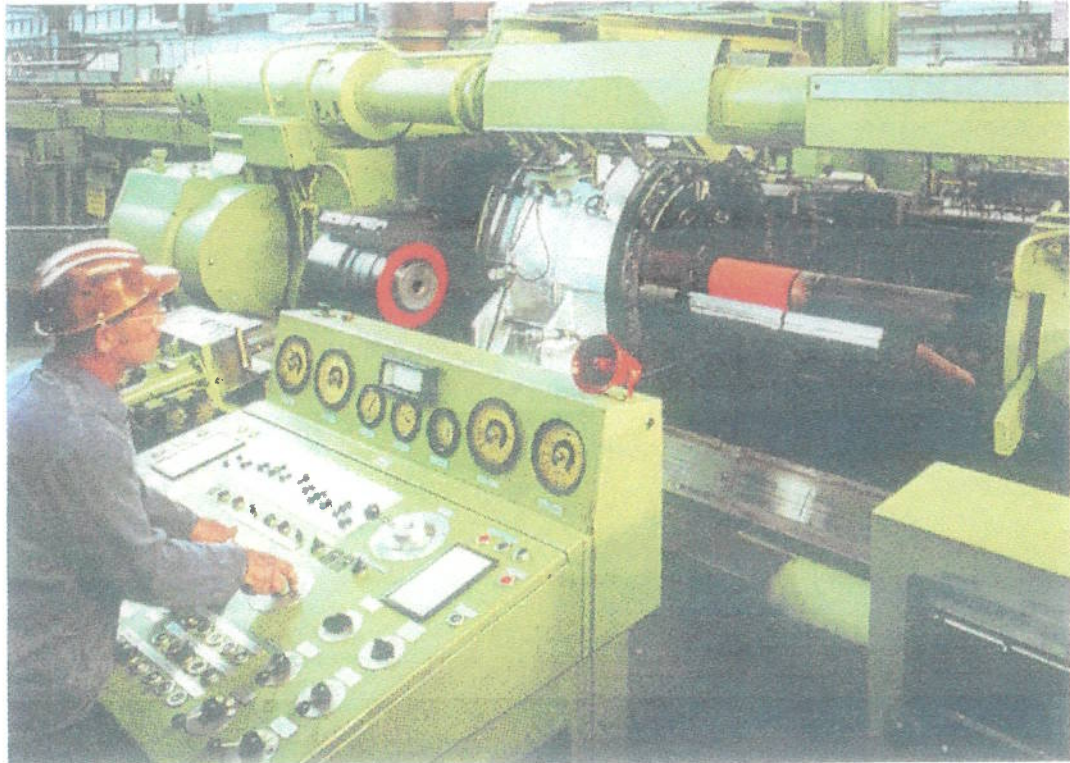


Figura 8.1: Parte del control de una prensa de tubos 3150 Mp – Rohrpresse.

La **figura 8.2** muestra el esquema de la fabricación del tubo de cobre. Los tubos prensados continúan procesándose en las trefiladoras con tambor. Los mandriles que se necesitan para el ajuste del diámetro interior son relativamente cortos. Estos se insertan en el extremo delantero del tubo y debido a su forma particular se centran por sí solos delante de la matriz (mandriles flotantes). Las trefiladoras con tambor se utilizarán hasta para los diámetros más pequeños de los tubos. Se puede apreciar una vez más una máquina de este tipo en la **figura 8.3**

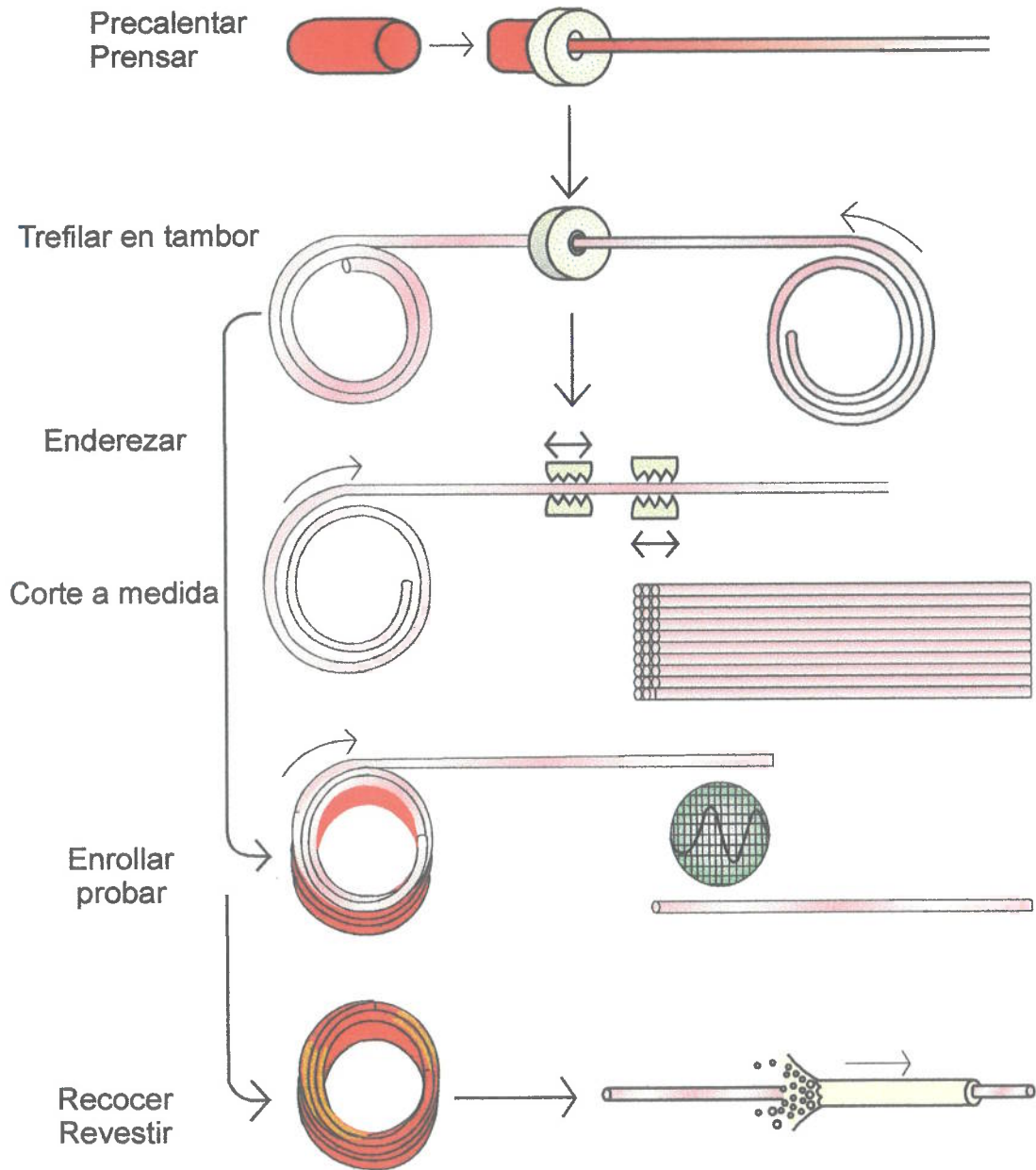
Si el tubo procesado tiene una longitud exacta es porque el último proceso de fabricación se efectuó en una máquina trefiladora especial (producto Schumag), que trefila el material continuamente desde el anillo con una matriz, y después lo endereza y lo corta a medida. (**figura 8.4**)

En otro caso los tubos son enrollados y en esa forma se empaquetan listos para el envío. Para ambas variantes de acabado existe la posibilidad de incluir en el proceso un control de calidad continuo a través de una corriente parásita inducida.

No es habitual realizar operaciones de recocido intermedio cuando se trata del cobre debido a su extraordinaria capacidad de conformación. Al final de la producción, antes del enderezado, puede recocerse en forma suave si es necesario, y por lo general bajo una atmósfera inerte para impedir la oxidación de los tubos. (recocido brillante).

Los tubos de cobre para instalaciones (SANCO®1) son sometidos a un tratamiento especial destinado a evitar los residuos de grasa y carbono, y a

Figura 8.2 : Representación de la producción de tubos de cobre



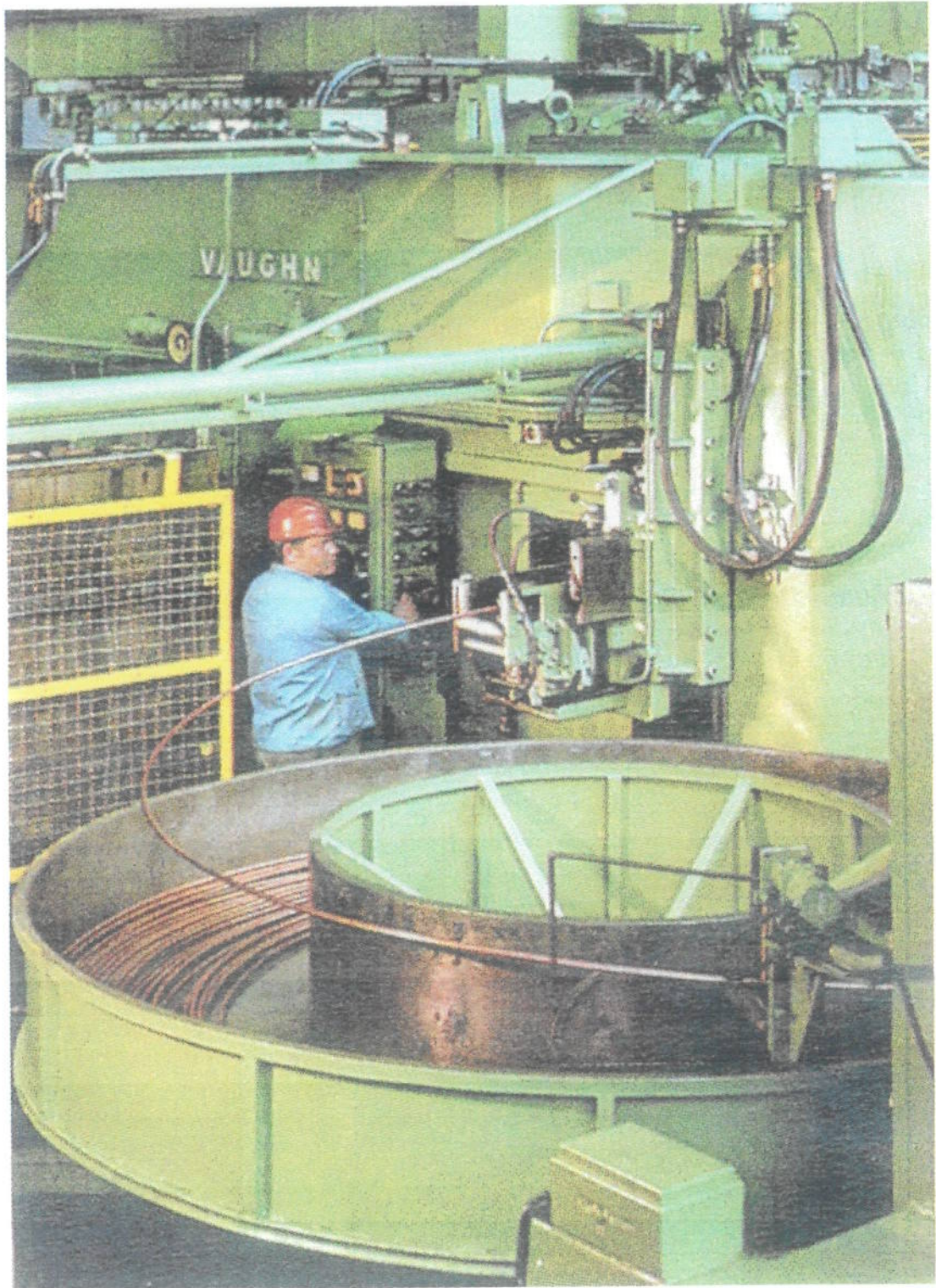


Figura 8.3: Tambor de estirado

- 1) Marca registrada del kabelmetal, Osnabrück
- 2) Marca registrada de la Fábrica Wieland AG, Ulm.

obtener en el recocido final una fina capa de óxido en el interior de tubos blandos. De esta manera se mejora definitivamente el proceso de corrosión en aguas agresivas.

Para la fabricación de tubos de cobre revestidos (Tubos WICU®1, Tubos cupro-térmicos 2) se coloca una cubierta sintética de PVC (cloruro de polivinilo) con contorno interior especial en el tubo blanco. Esto se obtiene con la ayuda de un contorno interior especial en el tubo blanco. Esto se obtiene con la ayuda de un extrusor. El material utilizado como granulado es plastificado inicialmente, y en este estado envuelve el tubo que atraviesa la cabeza del extrusor. El acabado de los tubos de cobre por separado puede ser tanto en longitudes exactas como también en anillos.

En el caso de tubos de aleaciones de cobre, como por ejemplo el latón, el acabado se realiza de diferente manera. Aquí la primera conformación se efectúa estirando los tubos a longitudes exactas en bancos para estirado en cadena. Los mandriles necesarios son sujetos en barras mandrinadoras, a través de las cuales se empujan los tubos. Después de un número apropiado de tracciones mediante matrices de diferentes secciones transversales se somete a los tubos a un recocido intermedio con el fin de reducir el endurecimiento en frío.

Aquí el proceso de enderezado, necesario al final de la conformación, se realiza por lo general en enderezadoras con rodillos, y también es habitual una prueba de corriente parasitaria. Si se diera el caso de un ajuste del estado de dureza requerido serían muy útiles las operaciones de recocido final. La capa de óxido que queda del recocido debe ser retirada mediante decapado en ácido sulfúrico. Sólo en caso de materiales libres de zinc, como el cuproníquel, es usual el recocido brillante en atmósfera inerte para evitar la formación de óxido.

En la producción de barras y perfiles existen diferentes variantes según la medida, como está representado en el esquema de la **figura 8.6**. Si tenemos como base material previo extruído se pueden emplear tanto trefiladoras, para secciones transversales pesadas en particular, como también laminadoras, para secciones transversales más pequeñas. La conformación final resulta generalmente a través del estirado, que, dependiendo de la longitud del cable y del tamaño de la sección, se realiza en bancos para estirado o en trefiladoras con tambor; en la fabricación de barras, éstas normalmente son máquinas Schumag.



Figura 8.4: Máquina de estirado, de enderezado y de corte a medida (Schumag)

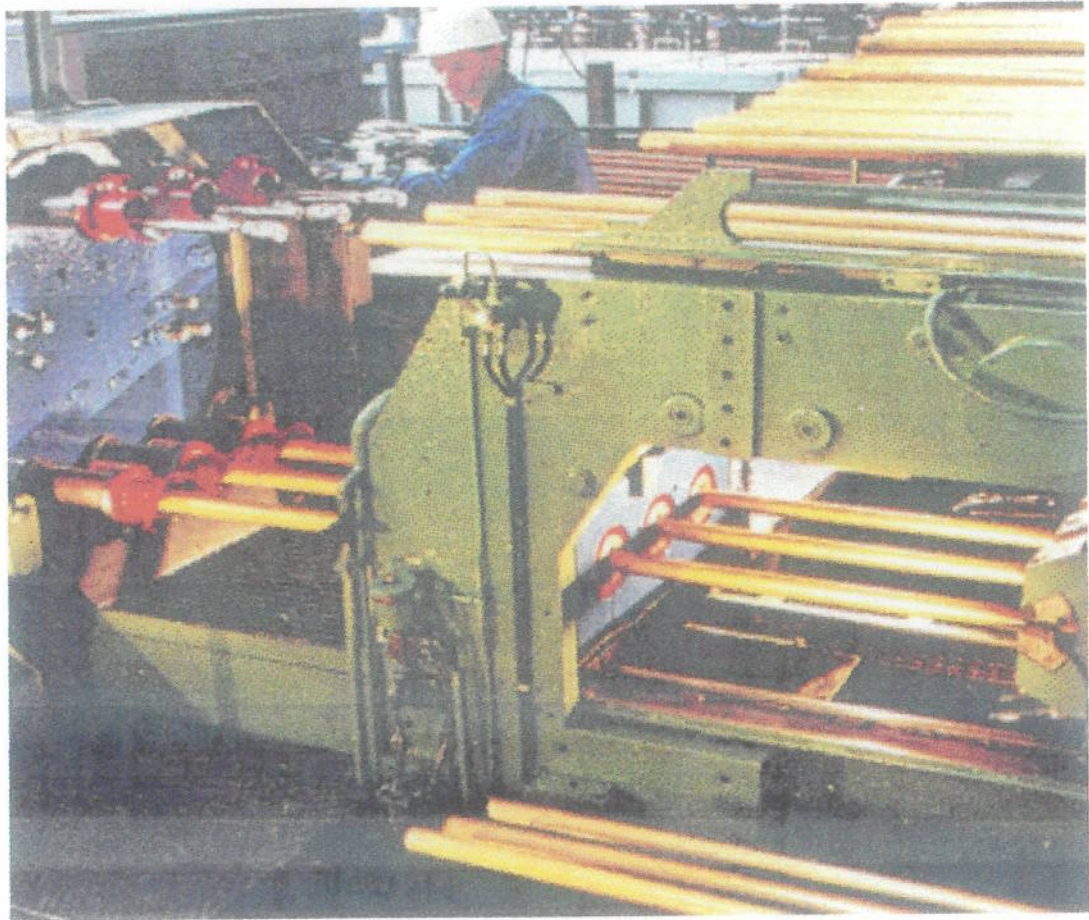
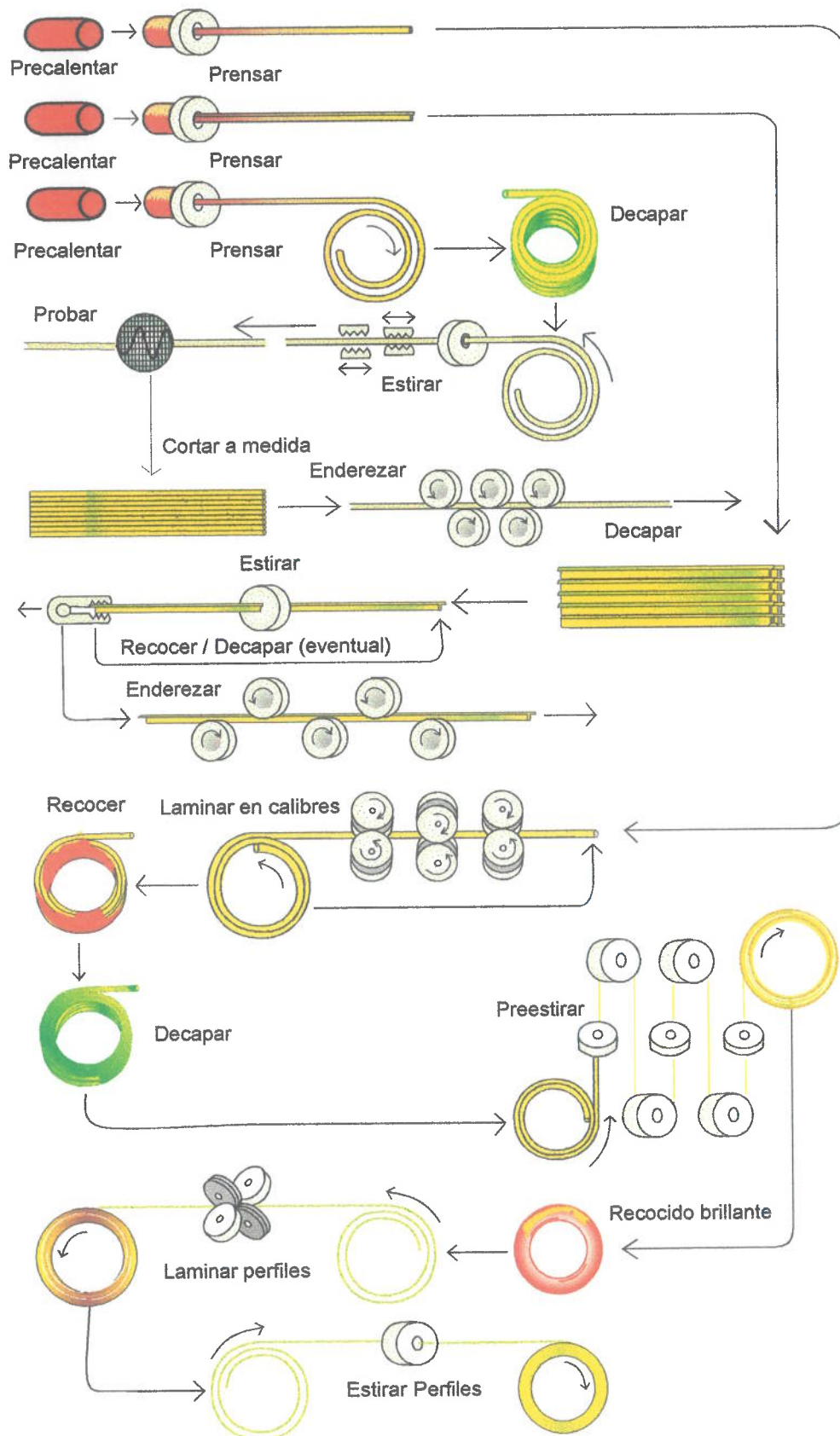


Figura 8.5: Bancos de estirado en la parte superior izquierda: barras mandrinadoras, con mandril.
Medio: Matrices de embutir.

Figura 8.6: Representación esquemática de la fabricación de barras, alambres y perfiles



Versión 2: PRENSAR Y TREFILAR

El material inicial para productos que van a ser prensados y trefilados son billets (tochos) extruídos con diámetros de 150 a 370 mm. y de 200 a 1300 mm. de largo. Como primer paso en el proceso de extrusión éstos serán preformados mediante la conformación en caliente. Para lo cual los billets se calientan a temperatura de conformado (que según la aleación oscila entre 600 y 1000° C) generalmente por inducción y se conforman en extrusoras hidráulicas con potencias de prensa entre los 1000 y 3500 toneladas. La forma de los ramales se obtiene en moldes especiales (matrices) que se encuentran al extremo de salida de la prensa.

En la extrusión de tubos el contorno interior se forma utilizando un mandril, cuya punta penetra hasta la abertura de la matriz. El perno ya puede estar taladrado o es taladrado (perforado) con el mandril en la primera fase de trabajo en la prensa. En ambos casos, durante el proceso de prensado el mandril apuntala al tubo formado hacia el interior.

Las barras gruesas y los perfiles y tubos pesados son por lo general prensados en longitudes exactas con matrices de un solo orificio. En cambio, los alambres de diámetros menores así como los perfiles simples y livianos son prensados frecuentemente con matrices de orificio múltiple, donde los ramales aislados son trenzan en cordones. En la **figura 8.7** se muestra una prensa horizontal de extrusión de tubos. Un billet precalentado es insertado en la máquina; al lado izquierdo se puede apreciar el soporte fijador de la herramienta que va a darle la forma. Antes de que el prensado en sí se efectúe, las partes de la máquina: soporte de lingotes y soporte de herramientas, ahora separados uno de otro, colisionan.

Por motivos relacionados con el proceso no se aprovecha todo el material durante la extrusión. Los billets no pueden ser prensados totalmente, pues de lo contrario al final de la extrusión resultarían las llamadas partes incompletas que se separan del material. El prensado sobrante depende de la relación diámetro del billet - diámetro del producto y representa, según la aleación, entre un 5 y 20% del material empleado.

El prensado es "directo" o "indirecto" de acuerdo al material y a la forma del producto. Mientras que, para el prensado directo la matriz es impreso en la cámara, para el prensado "indirecto" la cámara se mueve con los billets contra la matriz fija. Por eso la fricción entre los billets por prensar y los soportes cesa, la potencia requerida se reduce significativamente (aproximadamente hasta un 30%) y la velocidad de prensa puede elevarse. El flujo de material que aparece en la extrusión indirecta conlleva a características proporcionales del material. Estas ventajas serán útiles sobretodo en la producción de alambres, por ejemplo en la fabricación de alambres y barras de latón.

El material extruído es luego conformado sólo en frío hasta obtener el producto final y a decir verdad, se seguirán diferentes pasos de fabricación según sea el tipo de producto.

Los tubos prensados se continúan procesando en las trefiladoras con tambor. Los mandriles que se necesitan para el ajuste del diámetro interior se insertan en el extremo delantero del tubo. Debido a su geometría éstos se centran por sí solos delante de la matriz (mandril flotante).

Si el tubo procesado tiene una longitud exacta el último proceso de fabricación se efectuó en una máquina trefiladora especial que con una matriz trefila el material continuamente desde el anillo, luego lo endereza y lo corta a medida.

En otro caso se enrollan los tubos y en esa forma se empaquetan listos para el envío. Para ambas variantes de acabado existe la posibilidad de incluir en el proceso un control de calidad continuo a través de una corriente parásita inducida.

No es habitual realizar operaciones de recocido intermedio cuando se trata del cobre debido a su extraordinaria capacidad de conformación. Al final de la producción, antes del enderezado, puede recocerse en forma suave si es necesario, y por lo general bajo una atmósfera inerte para impedir la oxidación de los tubos. (recocido brillante).

Los tubos de cobre para instalaciones (SANCO®1) son sometidos a un tratamiento especial destinado a evitar los residuos de grasa y carbono, y a obtener en el recocido final una fina capa de óxido en el interior de tubos blandos. De esta manera se mejora el proceso de corrosión en aguas agresivas.

Para la fabricación de tubos de cobre revestidos, como los Tubos WICU® y cupro-térmicos para instalación sanitaria y de calefacción, calefacción de suelo líneas externas radiadoras, se coloca una cubierta sintética de PVC (cloruro de polivinilo) con contorno interior especial en el tubo blanco. Esto se obtiene con la ayuda de un extrusor. Inicialmente el material utilizado como granulado es plastificado, y en este estado envuelve el tubo que atraviesa la cabeza del extrusor. El acabado de los tubos de cobre por separado puede ser tanto en longitudes exactas como también en anillos.

En el caso de tubos de aleaciones de cobre, como por ejemplo el latón, se conforman primero a longitudes exactas en los bancos de estirado en cadena. Los mandriles son sujetos en barras mandrinadoras, por las cuales se empujan los tubos. Después de un número apropiado de tracciones mediante matrices de diferentes secciones transversales se debe someter a los tubos a un recocido intermedio con el fin de reducir el endurecimiento en frío.

El proceso de enderezado de tubos de aleación al terminar los pasos de la conformación se realiza por lo general en enderezadoras con rodillos. Una prueba de corriente parasitaria es habitual. Si se diera el caso de un ajuste del estado de dureza requerido serán muy útiles las operaciones de recocido final. La capa de óxido que queda del recocido de nuevo debe ser retirada mediante decapado. Sólo en caso de materiales libres de zinc, como la aleación cuproníquel, es usual el recocido brillante en atmósfera inerte para evitar la formación de óxido.

Asimismo en la fabricación de los demás productos de trefilado como barras, perfiles y alambres se parte de material previo extruído. En estos casos se pueden emplear tanto trefiladoras como laminadoras. La conformación final resulta generalmente a través del estirado, que, dependiendo de la longitud del cable y del tamaño de la sección, se realiza en bancos de estirado o en trefiladoras con tambor.

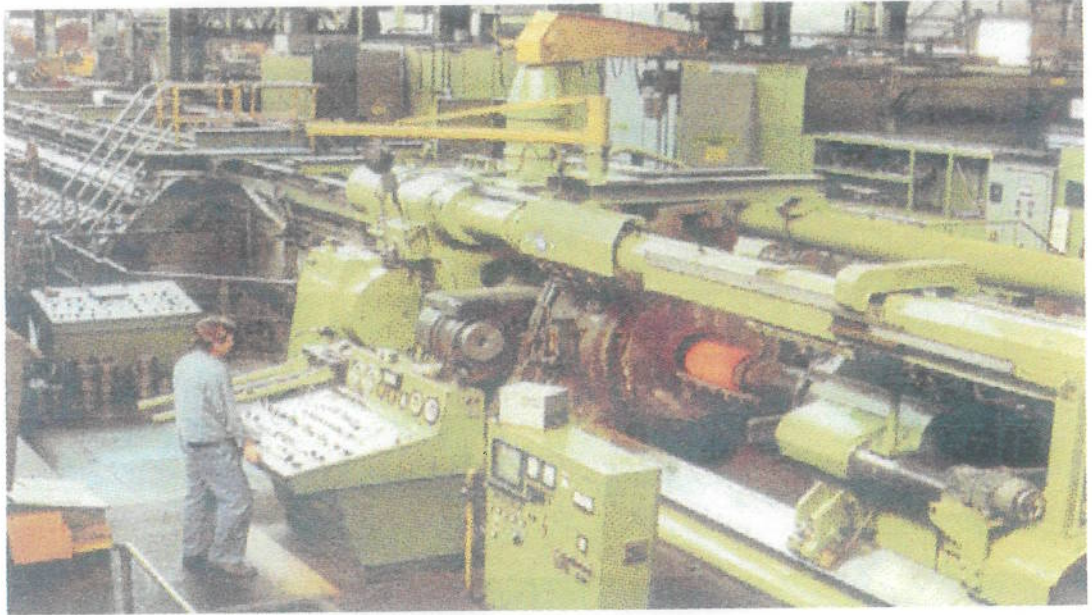


Figura 8.7: Parte del control de una prensa de 32 MN.

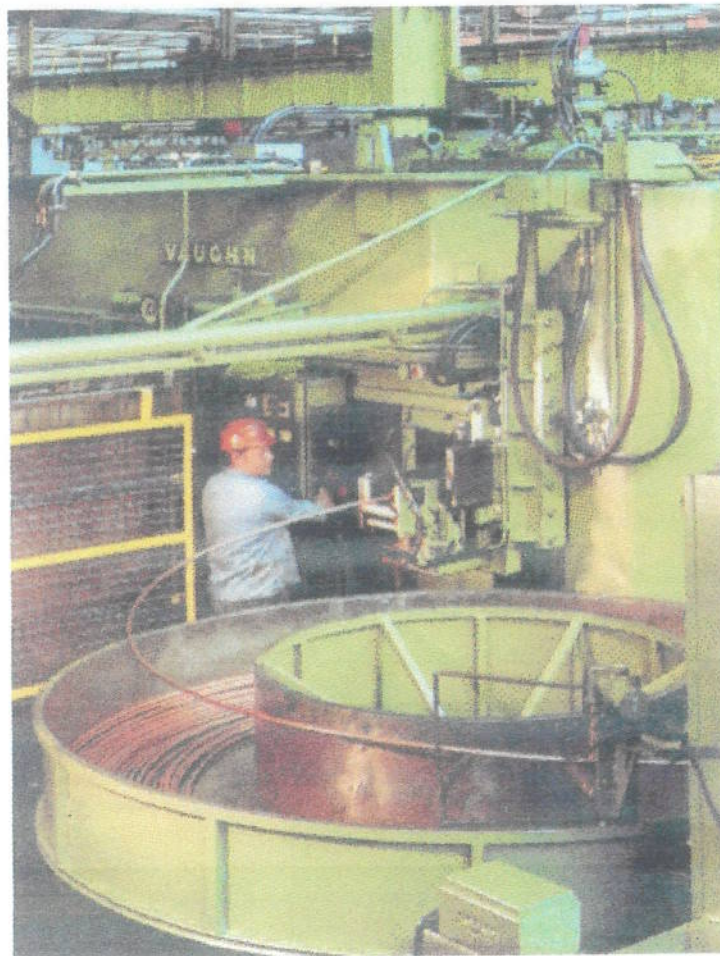


Figura 8.9: Trefiladora con tambor para tubos de cobre.

Figura 8.8 : Esquema de la producción de tubos de cobre

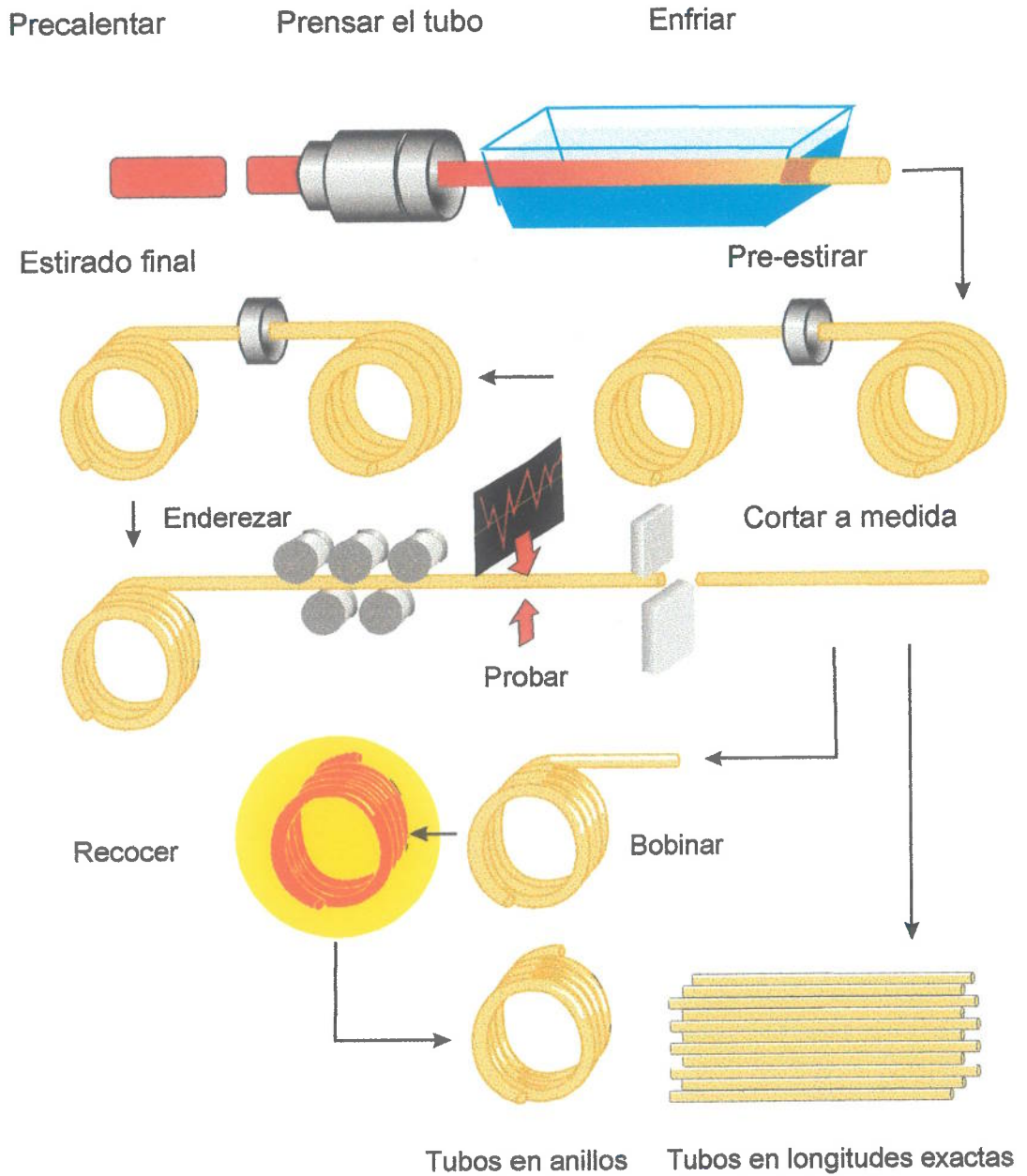


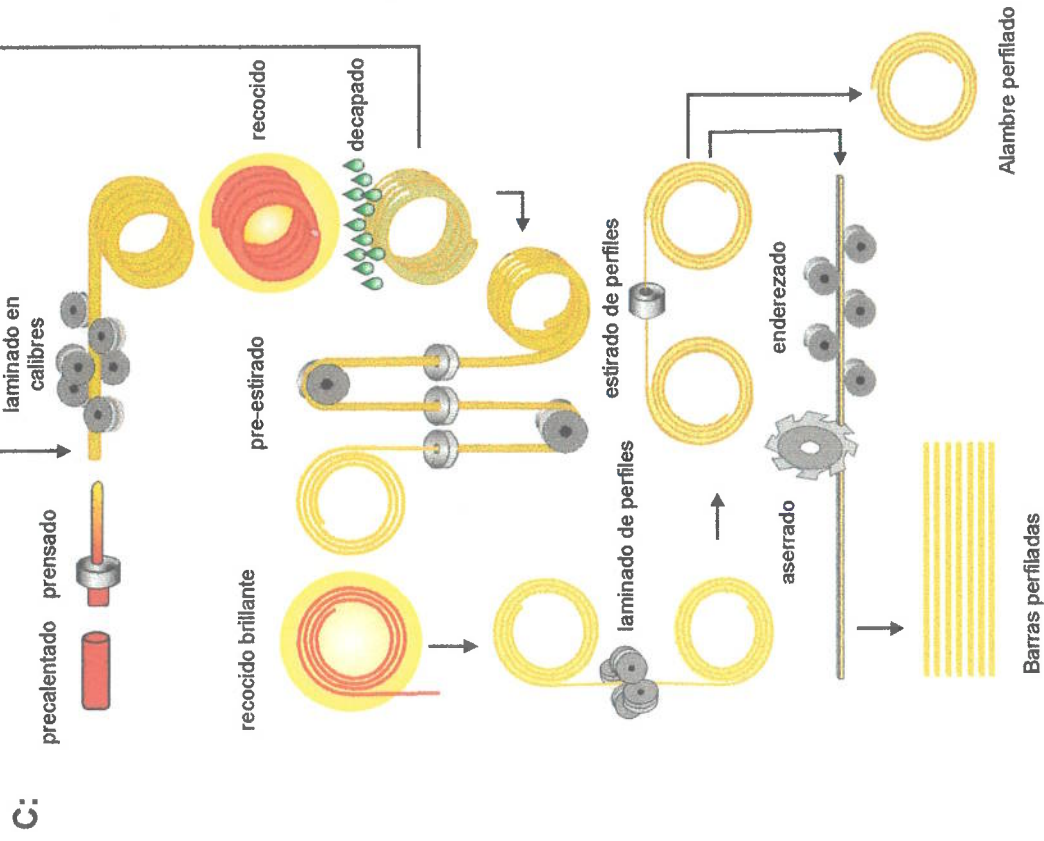
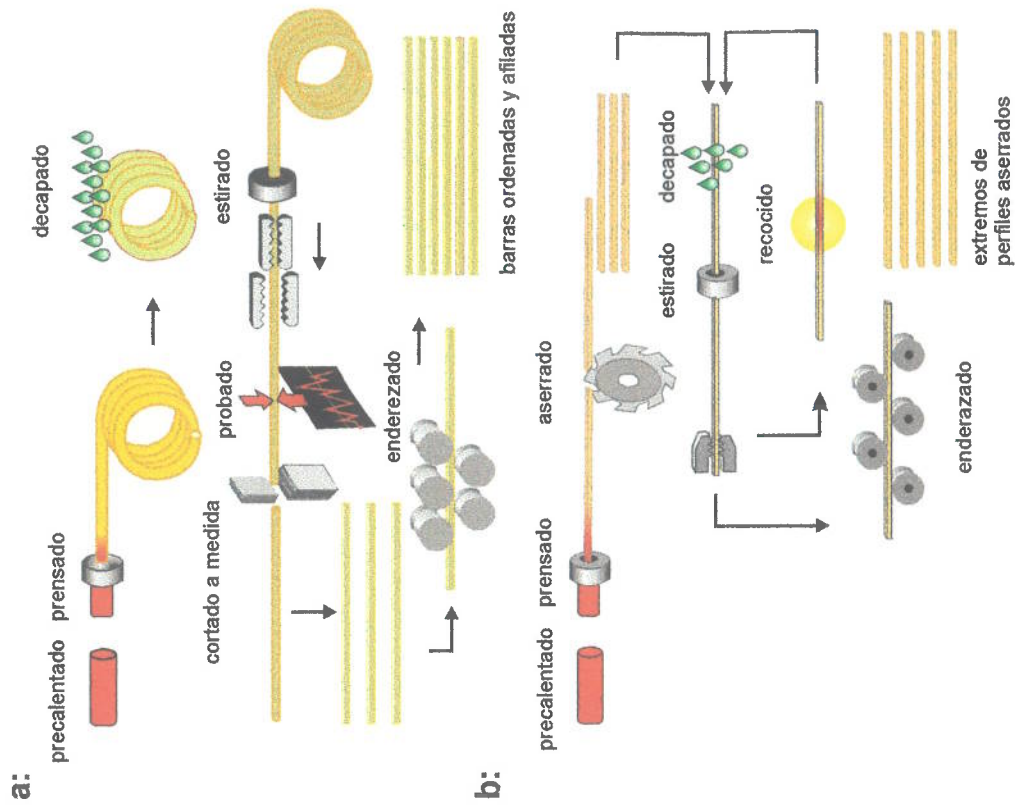


Figura 8.10: Máquina de trefilado, de enderezado y de corte a medida.



Figura 8.11: Banco de estirado. Parte superior izquierda: Barras mandrinadoras con Mandril.
Medio: Matrices de embutir

Figura 8.12: Esquema de la producción de: a) barras, b) Perfiles de material fáciles de prensar c) Barras perfiladas y alambres perfilados de materiales difíciles de prensar.



8.2.2 Naturaleza de la tecnología requerida.

En la sección anterior hemos resumido tres tipos de tecnologías que indican el proceso para la fabricación de tuberías de cobre refinado. Pero a continuación trataremos tópicos de la teoría en los procesos de conformado, tópicos que se acercan más al estudio metalúrgico que es un complemento a los procesos de producción de las tres tecnologías anteriormente, y que se indican a continuación.

El proceso de conformado o de trabajo mecánico es el proceso mediante el cual, a un metal o aleación se le confiere cierta forma y propiedades mecánicas y físicas que les permite efectuar un trabajo como parte de un dispositivo mecánico o de una estructura metálica. Para ello se hará uso de fuerzas externas que permitirán una deformación plástica, permitiendo a los cuerpos conservar una nueva forma así como mejorar sus propiedades al modificarse la distribución de microconstituyentes, el afino del tamaño de grano y el endurecimiento por deformación.

Los procesos de conformado son los siguientes:

- Forja
- Extrusión
- Embutido
- Laminación
- Trefilado

En todos estos casos existe cierta relación entre la temperatura, la estructura del metal y la velocidad de conformado, que de ser éstas conocidas, nos permite determinar la mejor condición estructural para la deformación, el rango de temperatura más conveniente de las propiedades mecánicas finales que pueden esperarse, etc.

Efecto de la temperatura en los procesos de conformado

Considerando que todo proceso de conformado es un proceso de deformación y que todo cuerpo que se deforma deberá por lo menos tener dos propiedades que deben estar presentes: la *ductilidad* que es una propiedad que le permite al metal soportar deformaciones y la *resistencia a la deformación*, que es una propiedad inherente de cada metal, que se define como la resistencia que opone el metal a ser deformado, si esta última es conocida nos permitirá conocer la fuerza necesaria que se debe aplicar para poder deformar plásticamente un metal.

Tanto la ductilidad como la resistencia a la deformación son propiedades que dependen de la temperatura.

Rangos de Temperatura de Deformación

Las temperaturas de transición y recristalización son propias de cada metal, éstas se definen como:

1. Temperatura de transición: Se le denomina así a un rango de temperatura en el cual el comportamiento mecánico del metal sufre una transición brusca entre su comportamiento frágil y su comportamiento dúctil; es decir, por debajo de ésta temperatura su comportamiento es frágil y por encima de la

misma su comportamiento es dúctil, corresponde a una temperatura de 10 a 20% de la temperatura de fusión del metal.

2. Temperatura de recrystalización: Es aquella temperatura crítica a la cual ocurre un cambio de estructura cristalina como la que ocurre al calentar o enfriar un metal. En el caso de una estructura deformada, la temperatura de recrystalización permite la formación de una estructura nueva con granos libres de deformaciones, esta temperatura de recrystalización es propia de cada metal. Para que la recrystalización tenga lugar, se estima en términos generales aproximadamente un 70% de la temperatura de fusión del metal.

Tipos de Deformaciones

1. Deformación en frío: Se dice que un cuerpo se deforma en frío cuando el proceso de deformación se realiza en condiciones tales que el material se endurece en forma progresiva y permanente según se incremente la deformación plástica.

La deformación en frío significa trabajar el material por debajo de la temperatura de recrystalización, por lo que no hay recuperación o recrystalización durante el proceso, el límite de la deformación en frío es la temperatura de recrystalización. Durante el proceso de conformado o deformación en frío, el material se endurece y por lo tanto se vuelve frágil, de tal modo que si se desea continuar el proceso, se requiere regenerar o recuperar la estructura para lo que se efectúa la recrystalización mediante un tratamiento térmico de recocido.

El grado o estado alcanzado por un material durante el conformado en frío se le denomina "temper" o "temple" y es aplicable a láminas delgadas, flejes, barras y alambres, y se clasifica en función del grado de endurecimiento expresado como porcentaje.

Ventajas de la deformación en frío

- No se requiere de energía para calentar el metal
- No hay pérdidas por oxidación superficial
- Se tiene buena tolerancia dimensional
- Excelente acabado superficial
- Se mejora la resistencia a la tracción al obtenerse endurecimiento por deformación plástica

Desventajas de la deformación en frío:

- La ductilidad en el caso del cobre no son necesarios recocidos intermedios salvo para conferirle la dureza final. A diferencia del latón cuya ductilidad es reducida por lo que no se puede efectuar grandes deformaciones sin recurrir a recocidos intermedios.
- La resistencia a la deformación del producto es alta debido al endurecimiento por deformación en frío.

2. Deformación en caliente: Se dice que los cuerpos deforman en caliente cuando durante el proceso de deformación en forma simultánea ocurre recuperación mecánica y dinámica del material, por lo que el material no se

endurece y puede ser deformado repetidas veces, mientras la temperatura no descienda por debajo de la temperatura de recristalización.

Ventajas de la deformación en caliente:

- El material tiene menor resistencia a la deformación por lo que se requiere menor fuerza para deformarlo.
- El material presenta ductilidad ilimitada.
- Se mejora la estructura, afinando el tamaño de grano.
- En aleaciones con tendencia a segregación de sus componentes, se mejora la mezcla y la homogeneidad.

Desventajas de la deformación en caliente

- Se requiere instalaciones complementarias de calentamiento (hornos).
- Existen pérdidas de material por oxidación superficial.
- Baja calidad en aspecto superficial debido a la oxidación.
- Tolerancias dimensionales difíciles de controlar.

Deberá observarse que si el material con la finalidad de llevarlo a la temperatura de trabajo en caliente, se eleva excesivamente la temperatura es posible que se produzca el quemado, esto es que el material alcanza temperaturas muy próximas a la fusión por lo que es recomendable de ser necesario emplear temperaturas máximas entre 50°C y 100°C por debajo de la temperatura de fusión del cobre

Además, al calentar la aleación es posible que se presente el fenómeno de fragilidad en caliente, el cual se define como la cualidad de romperse o agrietarse en el rango de temperatura considerado debido a la presencia de elementos o componentes estructurales de bajo punto de fusión y que se hallan en estado líquido a la temperatura considerada mientras que el resto del material está en estado sólido. Si la deformación tiene lugar bajo estas condiciones la presión sobre las partes líquidas será tal que el material se fisurará o romperá. Tal es el caso de la presencia de antimonio y el bismuto en las aleaciones de cobre, ya que produce fragilidad en caliente.

Influencia de la Estructura en los Procesos de Conformado

En los procesos de conformado, es necesario aplicar una fuerza tal al metal de modo que su punto de fluencia se vea superado y el material se deforme plásticamente. El punto de fluencia es una propiedad intrínseca de cada material y depende de la estructura del metal o aleación y de su composición química, por lo tanto es posible establecer las siguientes relaciones:

- a. Un metal puro por lo general tiene una temperatura de fusión alta por lo que su temperatura mínima de trabajo en caliente es también alta.
- b. Es posible que la aleación formada tenga dos fases, en este caso la distribución de las fases tendrá una importancia capital en el proceso de conformado y en las propiedades del material; así tenemos que si una de las fases está constituida por partículas duras y dispersas uniformemente, éstas dificultarán el conformado por que elevan el límite elástico o punto de fluencia, requiriéndose mayores temperaturas de trabajo y fuerza para

deformarlas, en cambio si éstas partículas son blandas el límite elástico será menor y no generará mayor problema.

- c. Si las partículas de la segunda fase son grandes y dispersas uniformemente, el aumento del punto de fluencia, será menor que si éstas partículas son pequeñas.
- d. La precipitación de partículas antes o durante el conformado aumenta el punto de fluencia, disminuye la ductilidad y por lo tanto puede producir agrietamiento siendo en este caso dependiente del grado de deformación aplicado.

Es indudable que la velocidad con que se efectúe el proceso influirá en la deformación, ya que:

- Varía la resistencia a la deformación de un metal
- Puede producir un aumento de temperatura
- Afecta la lubricación entre la herramienta y el metal

Además la velocidad y la temperatura de deformación son dos variables que guardan relación entre sí, debido a que la primera actúa según la temperatura a la que se encuentre el material, por tanto analicemos la influencia de la velocidad en función de la escala de temperatura.

- a) Zona de deformación en frío: La velocidad de deformación en el rango de temperatura de deformación en frío no afecta seriamente las propiedades mecánicas del material, aunque es posible que para altas velocidades de deformación aparezcan zonas de deformación no uniforme, hecho que por supuesto no ocurrirá si la velocidad es más baja.
- b) Zona de deformación en caliente: La influencia de la velocidad de deformación en este rango de temperaturas es función del tiempo ya que debemos tener presente:
 - La recristalización es un proceso que entre otras variables depende del tiempo (tiempo de permanencia a cierta temperatura)
 - Un aumento de velocidad hace que el proceso deje de ser isotérmico para volverse adiabático (no recibe ni cede calor, no existe intercambio de calor entre el medio y el sistema).

Por lo tanto, si se emplean altas velocidades de deformación, el tiempo disponible para la recristalización es menor, por lo que debe elevarse la temperatura de trabajo en caliente.

Además es importante considerar que un aumento de la velocidad de deformación conduce a un aumento de ductilidad si:

- a) El proceso de recristalización durante el conformado (recristalización dinámica) es más rápido que el proceso de endurecimiento por deformación.
- b) Al aumentar la velocidad de deformación aumenta la temperatura del material significativamente, debiéndose tener cuidado por la posibilidad de quemado o fragilidad en caliente por el aumento de temperatura.

Selección de la tecnología

Todo proyecto industrial considera la elección previa de la alternativa tecnológica de fabricación y producción del producto, para posteriormente efectuar la selección de maquinaria y equipo fundamental para llevar a cabo la fabricación.

Un objetivo importante al realizar el análisis tecnológico de las operaciones metalúrgicas que intervienen en la fabricación de tubos de cobre refinado, es aportar la suficiente base teórica y sobretodo la experiencia industrial (Know How) la mejor elección de la tecnología para la producción de tubos y accesorios de cobre.

Se ha visto tres diferentes procesos de fabricación de tubos de cobre refinado que están dentro de las alternativas tecnológicas que tienen las secuencias de producción como se indican a continuación:

Alternativa:

1. Fundición, colada continua vertical, extrusión, estirado en frío.
2. Fundición, colada continua, laminado o estirado en frío.
3. Nuevas tecnologías.

Teniendo en cuenta factores técnicos – económicos que se detallarán posteriormente se ha decidido por la tecnología tradicional:

PILGER MILL ó EXTRUSIÓN EN CALIENTE, que estaría considerada en la primera alternativa tecnológica.

Dentro de las maquinarias para la tecnología seleccionada, tenemos lo siguiente:

- a. Fundición: Normalmente se usan hornos eléctricos de inducción sin núcleo (Coreless Induction Furnace) y los hornos de inducción de tipo canal (Channel Induction Furnace) de 70 KVA a 700 KVA. Los principales fabricantes son: Ajax (Alemania), Inductotherm (USA), Junker (Alemania), Leybold Heraeus (Alemania), Calamari (Italia), Rautomed (Inglaterra), etc.
- b. Maquina de colada continua vertical: Son usadas para la obtención de lingotes de diferentes diámetros y longitudes llamados billets, que son prensados en la extrusora. Los principales fabricantes son: Loma (USA), CMC (USA), LMI (Italia), Mannesmann (Alemania), etc.
- c. Extrusión: Se utilizan prensas hidráulicas horizontales en capacidades de 600 toneladas a 4000 toneladas. Los principales fabricantes en el mundo son: Clecin (Francia), Ara (USA), Schloesmann (Alemania), Wean (USA), Lombard (USA), etc.
- d. Estirado en frío: Se utilizan máquinas de estirado recto, continuo o discontinuo de hasta 40 toneladas de tracción. Los principales fabricantes son: Danieli Natisone (Italia), Shumag (Alemania), etc.

Consideraciones de orden Técnico – Económico

La selección del equipo y maquinaria en la alternativa tecnológica elegida está íntimamente relacionada con el factor económico, tanto en lo que a inversión inicial se refiere, como también en los costos operativos y de mantenimiento. Además la inversión en infraestructura es un parámetro importante en la decisión final.

De los tres procesos vistos, la de Wieland Werke – AG, es un proceso patentado por dicha compañía, por lo que fue motivo de ser excluido de la selección. El método de Extrusión en caliente o Pilger Mill consume más energía en el proceso que el método Cast and Roll pero tiene una inversión inicial menor. Recalcando nuevamente el método Cast and Roll tiene una inversión más alta pero sus costos operativos son bajos por el ahorro de energía en el proceso. Pero se escogió el método tradicional por la coyuntura que presentará el proyecto de Camisea para el 2004. Ya que en el 2004 se espera que el gas llegue a Lima, lo cual abataría enormemente los costos de energía haciendo mas atractivo al método tradicional con una menor inversión inicial y disposición de energía barata.

Tendencia Actual

A continuación veremos cual es la tendencia de mayor vigencia en el uso de lo que a alternativa tecnológica se refiere.

Haciendo un recuerdo de las alternativas tecnológicas, tenemos:

Alternativa:

1. Fundición, colada continua vertical, extrusión, estirado en frío.
2. Fundición, colada continua, laminado o estirado en frío.
3. Nuevas Tecnologías.

Para ello recurriremos a la producción de Corporaciones Industriales del mundo que nos demuestran a su vez que alternativa tecnológica utiliza así como sus equipos y maquinarias.

- La Europa Metali SpA, de Italia, es una corporación de empresas localizadas en Italia, Alemania, Francia y España. Es una de las más prestigiosas de Europa Occidental. Esta corporación utiliza la primera alternativa tecnológica para la fabricación de sus productos.
- Wieland – Werke AG de Alemania, es igualmente una corporación importante en el ámbito europeo y mundial con sedes de producción en Alemania, Inglaterra, España, Estados Unidos, Singapur y Sudáfrica. Esta empresa utiliza la primera alternativa tecnológica.
- Olin Brass y American Brass, son las empresas más importantes de los Estados Unidos con gran capacidad de producción, utilizan también la primera alternativa tecnológica.
- Industrias Nacobre S.A. de México, es una de las más grandes de Latinoamérica. Esta también utiliza la primera alternativa tecnológica para la fabricación de sus productos.
- Madeco S.A de Chile, es la empresa Sudamericana más grande. Utiliza las dos primeras alternativas tecnológicas para la fabricación de sus productos.

Asimismo se tiene información que plantas de reciente instalación utilizan la primera alternativa de fabricación tales como:

- UCA, Fonderie et Laminage de Cuivre et d'Alliages. Bélgica 1997. Aleaciones de cobre, cakes, billets.
- Mueller Casting Company, Inc. USA 1997. Cobre, billets.
- Alcor S.A. Grecia. 1997. Cobre, billets.

Ante los antecedentes expuestos, se incluye que la tecnología a utilizarse será:

Método Tradicional de Extrusión en caliente con Estirado en frío.

8.2.3 Proceso de Producción.

El proceso de producción se inicia con la fusión adecuada de las materias primas como son: el cobre DHP y chatarra de cobre; en un horno de fusión. De dicho horno se extraen regularmente muestras para el análisis químico del metal líquido, esto permite controlar y corregir el contenido de impurezas.

El metal fundido es colado en la máquina de colada continua donde el enfriamiento de las paredes del molde como la acción directa del agua de refrigeración de la lingotera de la máquina de colada permite una rápida solidificación del metal.

La pieza fundida, procedente de la máquina de colada es cortada en una determinada longitud para que pueda ser extruída en la prensa de extrusión. Las piezas así obtenidas se llaman billets o tochos.

Una vez que se ha cortado el billet a la longitud requerida, se calienta en un horno para llevarlo a la temperatura de extrusión.

El billet calentado es introducido en el contenedor de la prensa de extrusión donde se realiza la extrusión. Los valores de las diferentes variables de extrusión como la velocidad, presión, temperatura del contenedor, etc; deben ser conocidos. Asimismo se realiza la lubricación para una menor resistencia a la extrusión. Finalizado el proceso de extrusión, el resto del billet no extruído, al que se le denomina culote, es eliminado mediante una sierra circular o cizalla para poder continuar con los siguientes procesos. Estos restos de material regresan a la fundición.

Después el tubón obtenido es estirado en los bancos de estirados hasta obtener tubos de dimensiones intermedias de 1 ½" de diámetro nominal. Y luego para obtener los tubos de dimensiones finales o comerciales, el tubo en proceso es llevado al bloque horizontal de 60".

Luego los tubos obtenidos son enderezados para darle una rectitud ideal. Dependiendo si el tubo obtenido es para uso de refrigeración, éstos pasarán al horno de recocido con atmósfera inerte, para obtener tubos de temple blando.

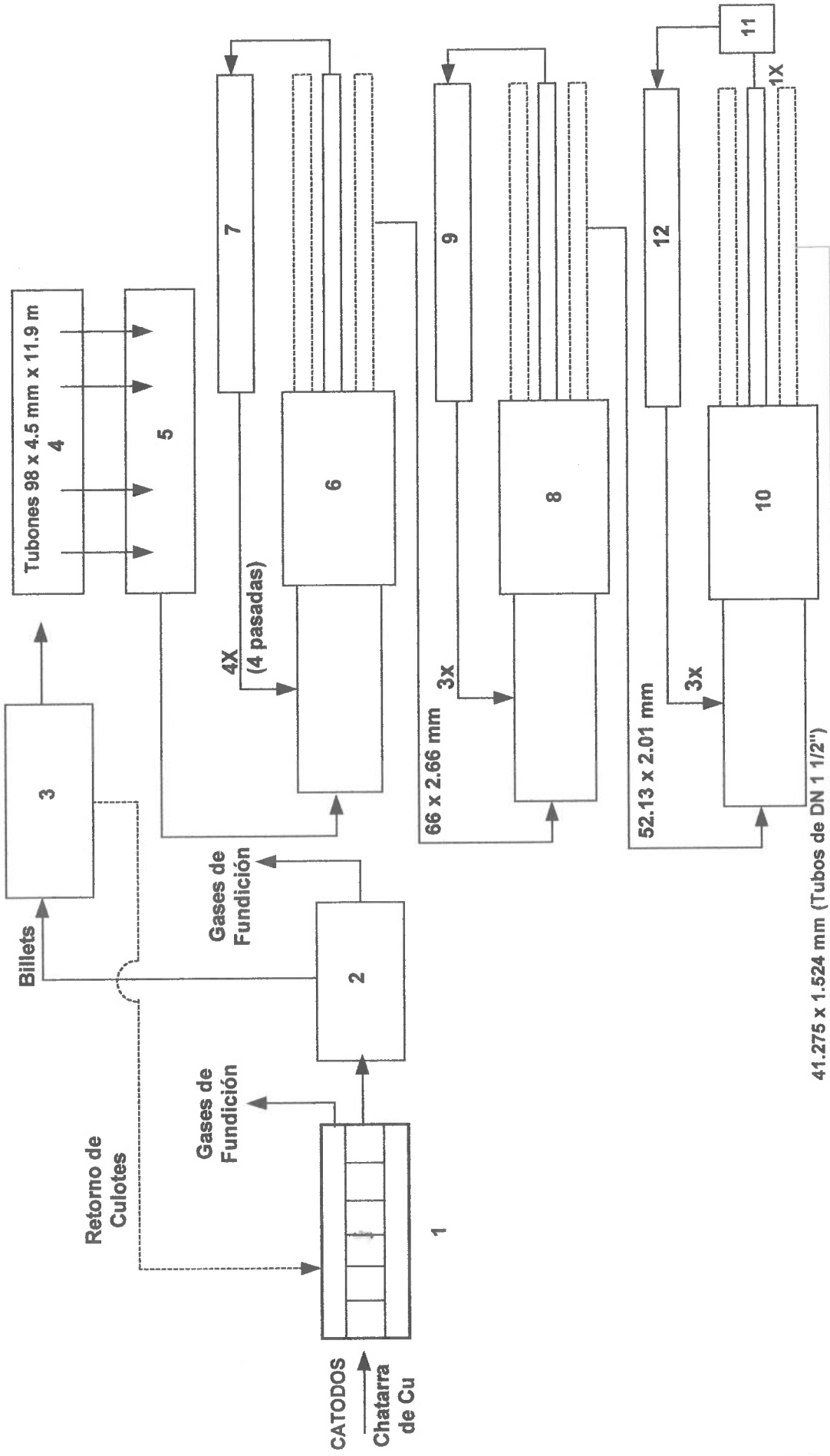
Al final del ciclo de producción se obtiene un tubo recocido, presentado en rollos de 18 metros de alta calidad. Como también tubos de temple duro, los cuales son aquellos que no han pasado por el horno de recocido y son para otros usos.

El tubo terminado se somete a pruebas para determinar imperfecciones, siendo usuales las de inducción electromagnética por corrientes de Foucault, que permiten detectar grietas y otras imperfecciones en el exterior del tubo.

Los tubos de cobre recocido o de temple blando se presentan en rollos que son embalados cuidadosamente para evitar deformaciones por los movimientos. Los tubos laminados en frío de temple duro se presentan en tiras, generalmente de 6 metros de largo, los cuales se empaquetan en atados para su transporte a los lugares de uso. Como los tubos de cobre no experimentan envejecimiento por acción de los rayos ultravioletas, el ozono u otros agentes químicos y físicos, no requieren de características especiales de almacenamiento y embalaje.

- A continuación se muestra el Diagrama de Flujo de nuestro Proyecto.

DIAGRAMA 8.9 : DIAGRAMA DE FLUJO DE NUESTRO PROYECTO

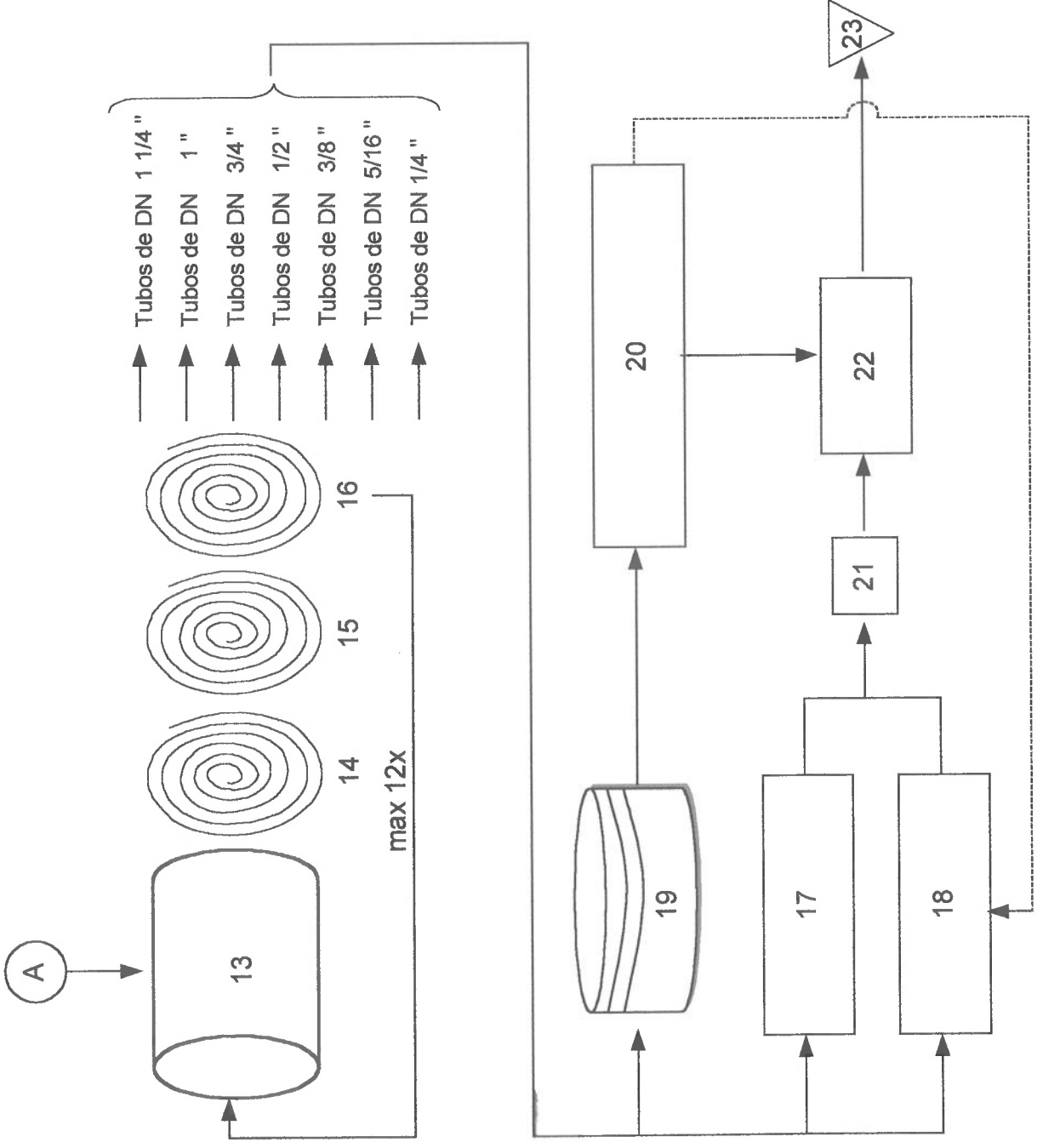


41.275 x 1.524 mm (Tubos de DN 1 1/2")

(A)

LEYENDA

1. Horno de Fundición
2. Colada Continua
3. Extrusora
4. Cuba de enfriamiento (Agua)
5. Deposito intermedio de enfriamiento (mesa).
6. Banco de Estirado de 90,000 Lbs.
7. Depósito intermedio N° 1.
8. Banco de Estirado de 50,000 Lbs.
9. Depósito intermedio N° 2.
10. Banco de Estirado de 25,000 lbs
11. Sierra N° 1.
12. Depósito intermedio N° 3.
13. Bloque de Estirado Horizontal.
14. Depósito intermedio N° 4.
15. Depósito intermedio N° 5.
16. Depósito intermedio N° 6.
17. Enderezadora N° 1.
18. Enderezadora N° 2.
19. Enrolladora
20. Horno de recocido.
21. Sierra N° 2.
22. Empaque.
23. Almacén de productos terminados



8.3 Características de las Instalaciones y Equipos

La selección de los equipos para la planta de extruídos se efectuó considerando los siguientes factores:

- La planta debe poseer la máxima flexibilidad con el fin de tener la capacidad de poder elaborar productos dentro de una amplia variedad de tamaño en cantidades requeridas por el programa de ventas, determinadas por el análisis de demanda del estudio de mercado. Con el mínimo de interrupción en la producción.
- La inversión en la planta se trata que sea la mínima posible pero con la condición que los equipos y maquinarias sean los más adecuados para obtener productos de calidad.
- La elección de capacidad de los equipos se define con el objeto de que se pueda elaborar la cantidad de productos especificados en el estudio de mercado, es decir entre 800 toneladas a 1000 toneladas de tuberías de cobre refinado por año. Aquí cabe resaltar que la empresa proveedora de los equipos, nos ofreció una gama de equipos y maquinarias que muchas veces sobrepasaban el rango de producción determinado por el estudio de mercado, solicitando a la empresa proveedora nuevas cotizaciones que se ajusten mejor a nuestra realidad.
- La planta de producción tiene tres áreas muy definidas: El área de Fundición y Moldeo (Colada continua), el área de extrusión y el área de estirado.

Cabe señalar que la empresa que nos proporcionó las cotizaciones de las maquinarias principales que son alrededor de 12 maquinarias, fue la compañía:

McMillan Conroy Machinery

Mailing Address: P.O. Box 3069
Milford, CT. 06460 USA

Street Address: 10A Hershey Drive
Ansonia, CT. 06401 USA

EUROPEAN OFFICE: Aston, Birmingham. England

Phone: (203) 736 – 8501 (USA)
Fax: (203) 736 – 8555 (USA)
E – Mail: sales@mcmillanconroy.com
Website: www.mcmillanconroy.com

Las características del capítulo de las instalaciones y equipos tiene dos secciones muy marcadas:

La primera, en la sección selección de maquinaria y equipo se indicará las diversas clases de equipos que existen, indicando sus ventajas y desventajas, y al final de esta sección se mostrará un cuadro con la maquinaria y equipo seleccionado así como sus precios, CIF – Callao, con los que se nos ha cotizado.

Y en la segunda parte que es la sección diseño y calculo detallado, se detallará las especificaciones técnicas de dichos equipos y maquinarias proporcionadas por el proveedor.

8.3.1 Selección de maquinaria y equipo.

Fundición

1.- Fusión

Para realizar este proceso se cuenta con un gran número de opciones las cuales vamos a enumerar a continuación las más importantes:

a) Hornos de combustión.

Estos a su vez se dividen en:

Hornos de crisol alimentados por coque, gas y petróleo

Son aquellos hornos que utilizan quemadores para fundir el metal deseado alimentados por coque, gas o petróleo. El metal es colocado en un recipiente llamado crisol, fabricado de carburo de silicio o de grafito. Son usados para fundir metales ferrosos y no ferrosos. Estos a su vez pueden ser:

- Crisol Fijo: La extracción del crisol se realiza por medio de una tenaza conteniendo el metal fundido, lo que no es práctico para fundición en serie.
- Crisol Basculante: La extracción del metal se realiza hacia una cuchara (callana) y luego a los moldes según sea el caso.

Hornos de reverbero alimentados por coque, gas y petróleo

La denominación es muy antigua y corresponde a los hornos en los que la carga está en contacto directo con los productos de combustión, pero no con el combustible, en la cual los humos se desplazan hacia el otro extremo en un recorrido ligeramente descendente, calentando la carga por convección y por radiación de las llamas y de la bóveda refractaria. Puede ser fijo o rotatorio.

Ventajas:

- La inversión a realizar es baja.
- En el horno de crisol basculante, el crisol no sufre debido a los choques térmicos ya que la descarga se realiza hacia una cuchara (callana).

Desventajas:

- Los humos de la combustión entrañan una contaminación del metal (hidrógeno de los hidrocarburos y agua).
- En el caso del horno de crisol fijo, la vida del crisol disminuye debido a que se saca el crisol caliente a un ambiente frío que es donde se realiza la colada.
- No se tiene un control preciso de la temperatura, salvo que se realice una adición permanente de metal frío.
- En el horno reverbero, las salpicaduras del baño podrían dañar los quemadores.

b) Hornos eléctricos de resistencias.

Estos a su vez se dividen en:

Hornos de crisol de resistencias

En estos hornos el metal se funde en un crisol metálico cerámico, calentado exteriormente por resistencias dispuestas en la pared cilíndrica que rodea al crisol. Se distinguen a su vez dos tipos: fijos y basculantes. Los hornos de crisol fijos se destinan fundamentalmente al mantenimiento a temperatura del metal fundido o ligero sobrecalentamiento y sólo en ocasiones a fusión.

Hornos de reverbero de resistencias

En éstos la carga se encuentra directamente debajo de las resistencias dispuestas en la bóveda, ya sea expuestas directamente o colocadas en el interior de tubos radiantes.

Ventajas:

- Ningún riesgo por contaminación de gases.
- Excelente control de la temperatura.

Desventajas:

- Calentamiento lento, pequeña producción horaria.
- Las proyecciones de metal fundido alteran gravemente las resistencias en el caso del horno de reverbero.
- Como en todos los hornos eléctricos el alto costo de la energía eléctrica representa una desventaja respecto al petróleo, gas y coque.

c) Hornos eléctricos de inducción

Estos a su vez se dividen en:

Hornos de inducción con núcleo (tipo canal)

El funcionamiento de un horno de inducción con núcleo se basa en las corrientes inducidas, denominadas corrientes parásitas o de Foucault, que disipan el calor por efecto Joule en la carga. Inicialmente debe existir un resto de metal líquido en el canal y en el horno para fundir.

Hornos de inducción sin núcleo (tipo crisol)

Esta se caracteriza por que tiene una espiral cilíndrica de sección cuadrada que rodea al crisol que contiene el metal. Estos hornos tienen una frecuencia que varía desde 80 Hz hasta 20000 Hz, mientras más pequeños son en capacidad mayor es la frecuencia a usar.

Ventajas:

- Baja contaminación dado que no ingresan impurezas en el baño, excepto los cargados en los materiales.
- La mezcla de metales es rápida y uniforme debido a la agitación electromagnética.
- Pérdidas de fusión mínimas debido a que las pérdidas mecánicas son mínimas.

- Los polvos y humos son menores que en otros hornos y el ruido es mínimo.
- La temperatura de fusión puede ser ajustada, siendo la velocidad de fusión controlada.
- El costo de los revestimientos refractarios es también mínimo, ya que ninguna parte del horno está a mayor temperatura que el propio metal.
- Operación simple y adiestramiento mínimo.
- Menor pérdida de aleantes por oxidación.
- El consumo de energía por kg de metal fundido es baja.

Desventajas:

- En el horno tipo canal es necesario conservar el metal en estado líquido permanentemente a lo largo de toda la campaña de funcionamiento, es decir se utilizan fundamentalmente en instalaciones de marcha continua de gran capacidad.
- El alto costo de la energía eléctrica.

Analizando las ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes tipos de hornos se recomendaría el uso de un horno de inducción sin núcleo (tipo crisol) para la fusión de las materias primas y para el mantenimiento de metal fundido se recomendaría un horno de inducción tipo canal (con núcleo).

2.- Colada

Para el siguiente proceso se pueden encontrar principalmente dos formas de colada:

Colada Continua y Semicontinua.

El metal caliente se le da forma directamente con las dimensiones adecuadas para su posterior utilización en otros procesos y además un aumento de alrededor del 10% en la producción obtenida con el proceso. La diferencia entre continua y semicontinua radica en que la primera opción es para una producción constante y la segunda es por pedido (batch).

Asimismo, estas pueden ser horizontales o verticales según la posición de la lingotera donde se vierte el material.

Ventajas:

- Rendimientos altos en el metal.
- El rechupe es menor.
- Es posible conseguir longitud y formas deseadas con respecto a las exigencias.
- El flujo del metal líquido permite obtener superficies sanas exentas de inclusiones y una estructura regular.
- Se consigue fácilmente el control del enfriamiento y la solidificación unidireccional consiguiéndose mejores lingotes, tanto en superficie, consistencia y con buena estructura cristalina.

Desventajas:

- Uso de agua para refrigeración, siendo esto muy importante donde el agua es escasa o de alto precio.

- La inversión a realizar es mayor.

Luego de ver las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de colada, se recomendaría una máquina de colada continua vertical, por las mejores condiciones de calidad de billet, aunque en nuestro caso se nos ha cotizado una línea de fundición de colada continua horizontal, por que se ajusta más a nuestros requerimientos de dimensiones de billets de 8 a 10 pulgadas de diámetro, capacidad de producción de la línea y un menor precio en las cotizaciones.

Extrusión

1.- Calentamiento

La consideración de este horno es de gran importancia, debido a que todos los billets de dimensiones establecidas son sometidos a un calentamiento desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de extrusión. Para realizar este proceso se cuenta con gran número de opciones las cuales vamos a enumerar a continuación las más importantes:

a) Hornos de gas y petróleo.

El calentamiento se realiza exclusivamente por contacto con las llamas procedentes de la combustión del gas o petróleo. Estas a su vez pueden ser:

Hornos de empujadora

Son los más comúnmente usados para el recalentamiento de placas y billets. Puede constar de una o dos hileras de carga, estando previsto su empuje separada o sincrónicamente. Para pequeños espesores los hornos son normalmente de calentamiento superior únicamente, mientras que para los espesores gruesos es más normal el calentamiento superior o inferior.

Hornos de vigas galopantes

Se diferencia fundamentalmente de los anteriores en el mecanismo de avance de piezas. Mientras que en los de empujadoras el avance se realiza por acción de una pieza sobre otras, movidas todas ellas siempre hacia delante por medio de la empujadora situada a la entrada del horno, en los hornos de vigas galopantes se disponen en la suela o varias vigas, accionadas por un mecanismo de elevación – avance – descenso y retroceso.

Hay que mencionar también la existencia de hornos de solera de rodillos y hornos cinta transportadora.

Ventajas:

- La inversión a realizarse es baja
- El combustible es más cómodo en cuanto al precio.
- Tiene una mayor capacidad de producción.

Desventajas:

- Los gases de combustión pueden contaminar los productos recalentados.

- En los hornos de empujadora se presenta el problema de que deben ser vaciados cuando se desea hacer una reparación en el interior.

b) Hornos eléctricos por resistencias.

Existen diferentes tipos de estos hornos, tales como los descritos en el punto anterior como hornos de empujadora, hornos de vigas galopantes, hornos de solera de rodillos, hornos de cinta transportadora, etc. pero estos presentan la particularidad que son calentados por resistencias situadas a lo largo del horno.

Ventajas:

- Se tiene un excelente control de temperatura.
- No presenta riesgos por contaminación de gases.

Desventajas:

- Tiene un calentamiento lento y una pequeña producción horaria.
- Alto costo de la energía eléctrica.

c) Hornos eléctricos de inducción.

Existen varios tipos de estos hornos, tales como los descritos anteriormente como hornos de empujadora, hornos de vigas galopantes, hornos de solera de rodillos, hornos de cinta transportadora, etc. Pero éstas presentan la particularidad que son calentados por bobinas inductoras situadas a lo largo del horno.

Ventajas:

- Un excelente control de temperatura.
- La manipulación de las piezas es sencilla y su rendimiento muy elevado, si el ajuste entre la bobina y las barras es el adecuado.
- La inversión es simple y el adiestramiento es mínimo.
- El consumo de energía por kg es bajo.
- Calentamiento uniforme de toda la pieza.

Desventajas:

- El alto costo de la electricidad.
- Mayor es la inversión a realizar.

2.- Extrusora

En la tecnología de extrusión, existen dos tipos de extrusoras: extrusión directa y extrusión indirecta.

Extrusora Directa

Ventajas:

- La calidad en cuanto a características físicas y químicas de los productos está asegurada.
- Se puede producir una gran variedad de formas.
- Es usado por las grandes empresas productoras de metales no ferrosos.

- No presenta limitaciones prácticas, por lo que son mayores las cargas que pueden aplicarse debido a que no emplea un vástago hueco.
- Permite una mayor precisión y rapidez en la operación.
- Requiere significativamente un menor mantenimiento.

Desventajas:

- La fuerza de extrusión es más alta que una de extrusión indirecta.
- Menor vida útil de las matrices por enfrentar mayores cargas.

Extrusora Indirecta

Ventajas:

- Se requiere una menor fuerza para la extrusión.
- Presenta menor fuerza de fricción.

Desventajas:

- La necesidad de un vástago hueco impone limitaciones, debido a que son menores las cargas que pueden aplicarse.

Además de las extrusoras que pueden ser directas o indirectas, éstas pueden ser extrusoras horizontales o extrusoras verticales.

Extrusora Vertical

Ventajas:

- Mayor facilidad para la alineación del vástago.
- Mayor velocidad de producción.
- Menor exigencia de espacio.
- Producen un enfriamiento uniforme de la palanquilla en el cuerpo de extrusión consiguiéndose con ello una deformación simétricamente uniforme.

Desventajas:

- Requieren de una gran altura, cuando ha de fabricarse piezas extrusadas largas, suele ser necesario excavar un foso en el suelo del taller.

Extrusora Horizontal

Ventajas:

- Son las más usadas en la producción de la mayoría de las extrusiones comerciales.
- La calidad de los productos está garantizada.
- Se puede producir gran variedad de formas.
- Es usado por las grandes empresas productoras de metales no ferrosos como la Europa Metali SPA Italia, Industrias Nacobre S.A. de México y Madeco de Chile.

Desventajas:

- La palanquilla reposa directamente sobre el cuerpo de extrusión, por lo que la parte inferior en contacto con dicho cuerpo se enfriará más rápidamente y la deformación no será simétricamente uniforme.
- Requieren de un espacio mayor que las verticales.

Estirado

Los tubos de cobre refinado después de la extrusión pasan al proceso de estirado con el objetivo de conseguir finalmente las dimensiones requeridas bajo la acción de una fuerza exterior de tracción. El proceso de estirado confiere la precisión y exactitud a los tubos y no solamente eso, mejora notablemente la estructura por la deformación en el estiramiento.

El billet o tocho extruído, se convierte en un tubón con una longitud y espesor inicial, que pasa por las máquinas estiradoras para darle los diámetros finales. Para nuestro proyecto hemos seleccionado tres estiradoras de marca ABBEY LOMBARD de 90,000, 50,000 y 25,000 Lbs de fuerza para la obtención de diámetros medios y una maquina estiradora de bloque AETNA para los diámetros finales.

Equipos Auxiliares

1. Recocido.

Para remover los efectos del trabajo en frío y reducir la dureza, el cobre debe ser recocido para su recristalización, por lo que debe ser calentado de 500 a 700°C, en atmósfera neutra, seguido del enfriamiento en el horno por aire o agua, sabiendo que en el caso de agua, las escamas se desprenden más fácilmente.

Para realizar este proceso se cuenta con gran número de opciones las cuales se van a enumerar a continuación las más importantes:

a) Hornos de calentamiento alimentados por gas y petróleo.

El calentamiento se realiza exclusivamente debido a la combustión del gas o petróleo. Éstos a su vez pueden ser hornos de empujadora y hornos de vigas galopantes. Existen otros tres tipos, los cuales son:

Hornos de solera de rodillos

Son hornos horizontales en los que las cargas avanzan sobre rodillos accionados exteriormente. Las piezas que se tratan pueden ir, según su forma y dimensiones, directamente apoyadas sobre los rodillos o sobre bandejas o contenedores adecuados.

Hornos de cinta transportadora

Éstos hornos se caracterizan por estar provistos de una cámara de precalentamiento, otra de calentamiento u horno propiamente dicho, en el que se disponen los elementos calefactores y una tercera de enfriamiento.

Horno campana

Estos hornos sirven para recocer bobinas de metales laminados en frío. Hay de varios tipos, unos consisten de más de una plataforma, donde mientras en uno de ellos esta recociendo bobinas, el otro está siendo preparado para su próximo uso.

Ventajas:

- El bajo precio del combustible respecto a la energía eléctrica.
- La inversión ha realizar es baja.

Desventajas:

- Demora en el apilado de los materiales.

b) Hornos de calentamiento por resistencias

Existen diferentes tipos de estos hornos, tales como los descritos anteriormente como son los hornos de empujadora, hornos de vigas galopantes, horno de solera de rodillos y hornos de cinta transportadora las cuales son calentadas por resistencias situadas en la zona de calentamiento del horno y en otra zona enfriados por agua, bajo una atmósfera inerte.

Ventajas:

- Es adecuada para la producción de piezas tratadas en serie.
- Se tiene un buen control de la temperatura.
- Su inversión es menor.

Desventajas:

- Tiene un calentamiento lento.
- Influencia de los precios de electricidad.

Finalmente, después de describir las ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes tipo de hornos de recocido se concluye que el horno de calentamiento por resistencia presenta las mejores condiciones de calidad y producción.

2.- Enderezado.

Para el proyecto se ha tomado en cuenta dos máquinas enderezadoras que cubre la gama de diámetros que va desde 1 ½" de diámetro nominal hasta ¼" de diámetro nominal.

Estos son los:

Enderezador de 6 rodillos de 1-¾" a 5/16" Mackintosh Hemphill Modelo 922.

Enderezador de 6 rodillos de 3/16" a 7/8" Bliss Mackintosh Hemphill 916.

3.- Corte de tubos.

Para nuestro proyecto se han cotizado 4 sierras de tubos con mesa de entrada y salida. De fabricantes como HMP, OLIVER, pero solamente se van a tomar 2.

Otras máquinas y equipos

1.- Matricería.

En el área de matricería se van a necesitar: un horno de calentamiento, equipo de soldadura, taladro, sierra mecánica, una electroerosionadora y otras pequeñas máquinas.

La electroerosionadora es básicamente un equipo que usando un electrodo ya sea de cobre o grafito, haciendo circular una corriente eléctrica con determinada potencia y frecuencia provoca la erosión de la pieza metálica, es decir quema el material mediante chispas controladas. Esta máquina es usada en la manufactura de moldes. Hay dos tipos: de penetración y de corte por hilo.

2.- Mantenimiento y Servicios Auxiliares.

Además para el normal funcionamiento de las máquinas se necesitan servicios auxiliares tales como bombas de agua para refrigeración, un torno compresor de aire, horno de tratamiento térmico, etc. Asimismo hay que incluir grúas y montacargas.

3.- Control de calidad.

Para su normal funcionamiento de la planta deberá contar entre los principales equipos de control de calidad un laboratorio químico, un laboratorio metalográfico, un laboratorio de ensayos mecánicos así como instrumentos de medición. Además son necesarios un espectrofotómetro, microscopio, probetas, durómetro, embudos, probetas, Erlenmeyer, luna reloj, balanza, etc. y sustancias necesarias.

En la siguiente página se muestran en el cuadro 8.1, las principales maquinas para el proyecto en el cual se indica para cada máquina su costo, tanto el costo, como está y donde está y el costo CIF-Callao.

En la sección 8.3.2, Diseño y Cálculo detallado se describe las especificaciones de cada uno de éstos equipos.

CUADRO 8.1: RELACIÓN DE LAS PRINCIPALES MAQUINARIAS Y SU COSTO DE INVERSIÓN PARA EL PROYECTO

MACH ³	NOMBRE DE LA MAQUINARIA	PRECIO "AS IS, WHERE IS"	PRECIO CIF - CALLAO ¹
6645	TECHNICA GUSS MODEL 250 HORIZONTAL CONTINUOS BRASS BILLET CASTING	195,000	275,000
3226	1780 70N LINDEMANN WATER HYDRAULIC EXTRUSION PRESS	395,000	495,000
6739	90,000 LB. ABBEY LOMBARD 3 DIE HYDRAULIC DRAWBENCH	125,000	145,000
6737	50,000 LB. LOMBARD 3 DIE DRAWBENCH	115,000	135,000
6736	25,000 LB. LOMBARD 3 DIE DRAWBENCH	90,000	135,000
3228	60" AETNA STANDARD HORIZONTAL TUBE BLOCK	95,000	150,000
7085	916 BLISS MACKINTOSH HEMPHILL 6 ROLL STRAIGHTENER	16,500	27,500
6741	1 3/4" - 5/16" MACKINGTOSH HEMAHILL MODEL 922 6 - ROLL STRAIGHTENER	32,500	42,500
6743	1/2" - 1 1/2" HMP PANCAKE TUBE COILER	12,500	27,500
2	COPPER TUBE - ANNEALING FURNACE - W / REDUCING ATMOSPHERE (NITROGEN + HIDROGEN) CAPACITY: 1200 TONS PER YEAR		275,000
6767	HMP TUBE SAW W/ENTRY & EXIT TABLES	27,500	38,000
6767	HMP TUBE SAW W/ENTRY & EXIT TABLES	27,500	38,000
		1,131,500	1,783,500

FUENTE: Cotizaciones proporcionada por la empresa McMillan Conroy Machinery

ELABORACIÓN PROPIA. Año 2002

- 1** Incluye desmontaje de equipos
- 2** Esta maquinaria la empresa no la tenía en stock pero me proporcionaron un COSTO CIF - CALLAO estimado
- 3** Éstos números son códigos que identifican a la maquina(mach) en los catálogos de venta de la empresa proveedora de maquinarias. Los precios se encuentran en US\$ dólares americanos

8.3.2 Diseño y Cálculo detallado

MAQUINARIA N°1

TÉCNICA GUSS MODEL 250 HORIZONTAL CONTINUOUS BRASS BILLET CASTING LINE.

LÍNEA DE FUNDICIÓN CONTINUA HORIZONTAL DE BRONCE PARA LINGOTES TÉCNICA GUSS, MODELO 250.

FUNDIDOR CONTINUO:

Fabricante: TÉCNICA GUSS
Año de fabricación: 1974
Modelo Nro.: 250 DR 111 SNE
Diámetro de cordón: 2 x 8" de Ø ó 1 x 10" de Ø
2 x (203.2 mm) de Ø ó 1 x (254 mm) de Ø.

CAPACIDAD DEL HORNO DE RETENCIÓN:

Uso: 6200 kg
Talón: 2000 kg

ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS:

415 V, 3 Fases.

Dos (2) bobinas de inducción.

(Dos (2) bobinas de repuesto)

Horno de retención: 300 kW, 400 A.

Tres (3) sierras flotantes(cada una): 22 kW, 93 A.

Tres (3) controles (cada uno): 11 kW, 54 A total.

Una (1) unidad de martinete: 7.5 kW, 15 A.

Tres (3) ventiladores: 5.5 – 1.5 – 2.2 kW, 20 A total.

Carga conectada total: 580 A.

UN (1) HORNO DE RETENCIÓN (3 CORDONES):

Incluye:

Un (1) cuerpo de repuesto (solo)

Un (1) inductor de repuesto (listo)

Dos (2) bobinas de repuesto.

Tres (3) placas frontales de repuesto (incluyendo enfriadores)

Un (1) molde de canal en W de repuesto.

UNA (1) UNIDAD DE RETIRO (3 CORDONES):

Incluye:

Una (1) caja de engranajes de repuesto (lista)

Dos (2) controles hidráulicos de repuesto (listos)

TRES (3) SIERRAS FLOTANTES:

Incluye:

Una (1) unidad de repuesto (lista)

TRES (3) CARRILES DE LINGOTES

TRES (3) ESTANCADORES DE LINGOTES.

BOBINAS DE INDUCCIÓN:

1. Scott conectado – balanceado en tres fases.
2. Voltaje secundario desde 170 V a 540 V en 10 pasos.
(operado manualmente por switch roscado en panel principal)

CONTROLADOR DE PROCESO:

Fabricante: MULLER
 Modelo Nro.: SS 115U
 (Algunos repuestos)

TORRE DE ENFRIAMIENTO (DE TIRO INDUCIDO)

Fabricante: MULLER
 Año de fabricación: 1974
 Modelo Nro.: KTO 20 SP
 Flujo de agua: 65 m³ / hr
 Entrada de agua: 54 °C
 Salida de agua: 28 °C
 Temperatura de bulbo húmedo: 21 °C
 Ventilador: 15 kW
 Bomba: 2000 litros
 Bombas de circulación: 2 x regeneración vertical con línea – 5.5 kW c/u.
 2 x regeneración vertical con línea – 22 kW c/u.
 Dos (2) cebadores, válvulas, tuberías, fittings y conexiones.

EQUIPO DE GENERACIÓN PARA ENFRIAMIENTO DE EMERGENCIA:

Fabricante: GENERAC – OLIMPIAN
 Año de fabricación: 1997
 Modelo Nro.: CD080
 Motor: Caterpillar.
 Potencia entregada: 80 kW.
 Monitoreo automático de la torre de enfriamiento.
 Auto arranque en caso de falla de energía.
 Cambio automático a generador.
 Reseteo manual a la red.
 Controlador de procesos: SIEMENS SIMATIC.
 Modelo: S 7 214

DOS HORNOS DE INDUCCIÓN DE CANAL:

Fabricante: BIRLEC
 Año de fabricación: 1973
 Potencia(Max/Min): 600 kW – 530 kW
 Capacidad de vaciado: Utilizable – 5000 kg
 Talón – 1700 kg
 Nro. De inductores: Dos (2) – Enfriadores por aire.
 Consumo de potencia: 240 kW/tm.
 Cantidad de fundición: 2.5 tm/hr a 950°C
 Conexión eléctrica: 415 V, Trifásico, 50 Hz.

EQUIPO GENERAL:

- Engranaje de martinete hidráulico con dos (2) cilindros conectados al paquete de fuerza hidráulica. Control de interruptor limitante.
- Panel de instrumentos (control) con estación de control de operador.
- Panel de contactores para contactores principales y de apoyo.
- Circuito interruptor de aire para suministro de Trifásico, 415 V, 50 Hz.
- Grupo transformador Scott conectado de 720 kVA.
- Condensadores compensadores de factor de potencia enfriados naturalmente.

- Dos (2) ventiladores incluyendo ductería.
- Cuatro(4) inductores de repuesto – listo para operar.
- Dos (2) balanzas de plataforma de cuchara de transferencia (10,000 kg) incluyendo pantallas digitales, pantallas exclavas montadas en la pared (dígitos grandes) e impresora.
- Todo el equipo necesario y plantillas para el cuerpo del horno y reconstrucción de inductores.

DOS (2) HORNOS DE INDUCCIÓN DE CANAL (CONTINUADO)

Fabricante:	IN – HOUSE DESIGN.
Año de fabricación:	1961
Potencia (Max/Min):	176 kW (Máx. 330 kVA – Nominal 298 kVA)
Capacidad de vaciado:	Utilizable – 1000 kg Talón – 600 kg
Nro. De inductores:	Uno (1) – Enfriador por ventilador.
Cantidad de fundición:	1000 kg/hr
Conexión eléctrica:	415 V, 3 fases, 50 Hz.

EQUIPO GENERAL:

- Engranaje de martinete hidráulico con dos (2) cilindros conectados al paquete de fuerza hidráulica. (Automático).
- Panel de instrumentos (control) y estación de control de operador.
- Transformador de rosca (automático)
- Un (1) carrusel estático de moldes de lingotes.
- 4 x 8 moldes de grados – 3 x 10 moldes de grados.
- Todo el equipo necesario y plantillas para cuerpo del horno y reconstrucción de inductores.

MAQUINARIA N°2

1780 TON LINDEMANN WATER HIDRAULIC EXTRUSION PRESS

PRENSA HIDRÁULICA DE EXTRUSIÓN DE AGUA LINEMANN DE 1780 TON

Fabricante: LINDEMANN GMBH (Alemania)
Tipo: Hidráulico de agua.

FUERZA DE EXTRUSIÓN:

Ariete principal: 1600 tm.
Fuerza de perforación: 180 tm.

Diámetro del BILLET (Bronce): 8" de \varnothing x 27 ½" de largo.
(200 mm de \varnothing x 700 mm de largo)

Diámetro interior del contenedor: 210mm
Golpe de extrusión: 1700mm
Golpe de perforación: 600 mm
Presión específica: 51.5 kg / mm²
Bobinador para bobinas de bronce:
Motor de impulso: 60 kW
Peso máximo de bobina: 430 kg

Cargador hidráulico de billets:
Desplazamiento hidráulico de dados.
Contenedor calentador de billets: Inducción.
Máxima velocidad de extrusión: 60 mm/s
Corte hidráulico.

Mandril flotante y fijo con sistema interno de enfriamiento de agua por aire:

10 botellas de aire 180 litros
2 botellas de aire/agua 180 litros
Compresor de aire 200 bar.

Bombas de agua:

Fabricante: WEPUCO (Alemania)
Capacidad de la Bomba Nro. 1: 515 L / min
Capacidad de la Bomba Nro.2: 430 L / min
Presión de trabajo constante: 200 bar

Horno de precalentamiento de Billets Nro. 1:

Tipo: Gas
Temperatura máxima (bronce): 350°C
Capacidad (de 20°C a 350 °C): 2800 kg/hr

Horno de precalentamiento de Billets Nro. 2:

Tipo: Inducción
Fabricante: JUNKER (Alemania)
Potencia: 1200 kW
Capacidad (de 20°C a 750°C): 4800 kg/hr

La prensa está equipada para extruir en temple de agua para minimizar oxidación.

MAQUINARIA N°3

90,000 LB. ABBEY LOMBARD 3 DIE HYDRAULIC DRAWBENCH.

BANCO DE ESTIRADO HIDRÁULICO DE TRES DADOS ABBEY LOMBARD DE 90,000 LIBRAS.

ESPECIFICACIONES:

Fabricante:	ABBIEY LOMBARD MACHINERY CORP.
Tipo:	HIDRÁULICO DE DOBLE CABLE.
Fuerza de tiro máxima:	90,000 LIBRAS.
Estirador local Nro.:	12
Número de tubos:	3

Longitud máxima de tubo de entrada:	52 pies.
Longitud máxima de tubo terminado:	82 pies.
Caballaje:	300 HP.
Tamaño de varilla de mandril:	1 1/8" Ø
Largo de varilla de mandril:	58 pies.
Longitud general:	195 pies.
Alimentación de rodillo de extrusión:	400 pie / min, 5 HP.
Tipo de mecanismo de carga:	Barril rodante.
Número de cables:	2
Velocidad de alimentación:	120 pies / min.
Velocidad de retorno:	720 pies / min.
Máximo diámetro de tubo alimentado:	3 7/8" Ø
Tamaño de cable:	1 3/4" Ø.
Tamaño de funda de dado:	7"
Centros de dados:	10"
Longitud de cable:	Norte 380 pies. Sur 416 pies.

NOTA: EI BANCO DE ESTIRADO está aún instalado.

Figura 8.13: Banco de estirado hidráulico de tres dados ABBEY LOMBARD de 90,000 libras.



MAQUINARIA N°4

50,000 LB. LOMBARD 3 DIE DRAWBENCH.

BANCO DE ESTIRADO DE TRES DADOS LOMBARD DE 50,000 LIBRAS.

ESPECIFICACIONES:

Fabricante:	LOMBARD MACHINERY CORP.
Tipo:	De doble cable.
Fuerza de tiro máxima:	50,000 LIBRAS.
Estirador local Nro.:	4
Número de tubos:	3
Longitud máxima de tubo de entrada:	100 pies.
Longitud máxima de tubo terminado:	128 pies.
Caballaje:	250 HP DC velocidad variable.
Tamaño de varilla de mandril:	7/8" Ø
Largo de varilla de mandril:	102 pies.
Longitud general:	250 pies.
Alimentación de rodillo de extrusión:	550 pie/min, 5 HP, 3 FASES, 60 Hz.
Tipo de mecanismo de carga:	Elevador hidráulico.
Número de cables:	2
Velocidad de alimentación:	150 - 300 pies/min
Velocidad de retorno:	400 pies/min
Máximo diámetro de tubo alimentado:	3 3/4" Ø

NOTA: Se instaló nueva cadena en 09 / 98
EI BANCO DE ESTIRADO está aún instalado.

Figura 8.14: Banco de estirado de tres dados LOMBARD de 50,000 libras.



MAQUINARIA N°5

25,000 LB. LOMBARD 3 DIE DRAWBENCH.

BANCO DE ESTIRADO DE TRES DADOS LOMBARD DE 25,000 LIBRAS.

ESPECIFICACIONES:

Fabricante:	LOMBARD MACHINERY CORP.
Tipo:	De doble cable.
Fuerza de tiro máxima:	25,000 LIBRAS.
Estirador local Nro.:	6
Número de tubos:	3
Longitud máxima de tubo de entrada:	100 pies.
Longitud máxima de tubo terminado:	129 pies.
Caballaje:	150 HP DC Veloc. Variable.
Tamaño de varilla de mandril:	3/4" Ø.
Largo de varilla de mandril:	101 pies.
Longitud general:	250 pies.
Alimentación de rodillo de extrusión:	550 pie/min, 5 HP.
Tipo de mecanismo de carga:	Elevador hidráulico.
Número de cables:	2
Velocidad de alimentación:	200 – 400 pie/min
Tipo de retorno:	Retorno por cable
Velocidad de retorno:	470 pie/min.

NOTA: EI BANCO DE ESTIRADO está aún instalado.

Figura 8.15: Banco de estirado de tres dados LOMBARD de 25,000 libras



MAQUINARIA N°6

60" AETNA STANDARD HORIZONTAL TUBE BLOCK

BLOQUE DE TUBO HORIZONTAL DE 60" AETNA STANDARD.

Fabricante:	AETNA STANDARD ENGINEERING Co.
Diámetro de tambor:	1525 mm
Largo del tambor	1765 mm
Longitud útil del tambor:	1370 mm
Motor C.C. Reliance:	100/1250 HP, 0 – 300 – 1200 rpm En relación de engranajes 1.25 a 1
Velocidad de trazado:	0 – 60 – 230 m/min (0 – 200 – 750 pie/min)
Trazado:	A) De Bobina a Bobina B) De Longitud Recta a Bobina.
Peso máximo de bobina con espesor de pared 1.5 mm:	200kg
Máximo diámetro exterior de entrada de tubo de cobre:	55 mm (recto)
Máximo diámetro exterior de salida de tubo de cobre:	38 mm (bobina)
Máximo diámetro exterior de salida de tubo de cobre:	22 mm
Mínimo diámetro exterior de salida de tubo de cobre:	8 mm
Mínimo diámetro exterior de salida de tubo de cobre:	0.6 mm De espesor de pared.

El bloque está equipado con controles de tiristor SCR.

MAQUINARIA N°7

½" – 1 ½" HMP PANCAKE TUBE COILER

BOBINADOR PLANO DE TUBOS DE ½" – 1 ½" HMP

ESPECIFICACIONES:

Fabricante:	HALSTEAD & MITCHELL CO.
Modelo:	175 – 30
Tipo:	BOBINADOR PLANO DE TUBOS LOMA DESIGN.

CAPACIDAD:

Diámetro exterior máximo:	1 ½"
Diámetro exterior mínimo:	½"

Motor:	10 HP, 175 – 350 rpm, 220/440 V, Trifásico, 60 Hz, corriente alterna, velocidad variable. U.S. VARIDRIVE
--------	---

Nota: Un motor impulsa ambos rodillos y ajuste CAM para cambiar diámetro externo de bobina.

Impulso de rodillo: Desde motor a un freno de embrague Warner.
CAM: Desde motor a un reductor de engranajes Nro. P – 32 con relación 60/1 creando una bobina de 145 pies.

Rodillos de contracción con deslizador de cola de milano.
Rango de velocidad: 180 – 400 pie/min.

Rodillo de estampado Pannier para marcado de tubos.
Espacio en el piso: 55" x 70"
Mesa de entrada: Mesa de 70 pies con cubierta incluida

MAQUINARIA N°8

1 3/4" – 5/16" MACKINTOSH HEMPILL MODEL 922 6 – ROLL STRAIGHTENER.

ENDEREZADOR DE SEIS RODILLOS DE 1 3/4" a 5/16" MACKINTOSH HEMPILL MODELO 922.

ESPECIFICACIONES:

Fabricante:	G & W BLISS MACKINTOSH HEMPILL
Modelo:	922
Tipo:	Línea enderezadora rotativa de 6 rodillos con mesas de entrada y salida.
Capacidad:	5/16" – 1 3/4" Ø externo.
Número de rodillos:	6
Número de motores:	6

Ajuste de rodillo individual.

Longitud de la mesa de entrada:	15 pies.
Longitud de la mesa de salida:	20 pies

La línea incluye máquina de marcado por pintado MATTHEWS.
El control es SCR de velocidad variable.
Nota: La máquina está aún instalada y operativa.

MAQUINARIA N°9

916 BLISS MACKINTOSH HEMPHILL 6 ROLL STRAIGHTENER

ENDEREZADOR DE 6 RODILLOS BLISS MACKINTOSH HEMPHILL 916

Fabricante: BLISS MACKINTOSH HEMPHILL COMPANY
Modelo: 916
Número de serie: 21598
Reconstruido: 1984
Tipo: Enderezador rotativo de 6 rodillos.
Tamaño de rodillo: 3" de cara x 2 – 1/4" Ø central.
Capacidad: 3/16" – 7/8"
Motores: (2) x 3 HP, 1740 rpm, 230/460 V, Trifásico, 60 Hz

Espacio en el piso (aprox.): 2286 mm x 990 mm
Peso (aproximado): 818 kg

MAQUINARIA N°10

**ONE (1) USED
COPPER TUBE – ANNEALING FURNACE
W/REDUCING ATMOSPHERE (NITROGEN + HYDROGEN)**

Capacidad: 1200 tm/año
Precio CIF Callao: \$275,000 dólares americanos.

MAQUINARIA N°11 – MAQUINARIA N°12

HMP TUBE SAW W/ENTRY & EXIT TABLES

SIERRA DE TUBOS CON MESAS DE ENTRADA Y SALIDA HMP
Cantidad: 2 máquinas

ESPECIFICACIONES:

Fabricante: HMP
I.D. de sierra local: Sierra "A" BAY
Tipo: Sierra de corte por lotes para uno o varios tubos con características de corte ascendente y cruzado.

Capacidad: Uno o varios tubos.
3" de Ø externo máximo – 1/2" de Ø externo mínimo.

Diámetro de hoja de sierra: 12" – 16"
Longitud de mesa de entrada: 180 pies
Tipo de mesa de entrada: Movido por fajas.
Longitud de la mesa de salida: 180 pies – FLIP –OFF automático desde la mesa de entrada.
Tipo de parada: Automática – controlada por operador.
Tipo de descarga de tubos: Flip – off hidráulico.

Sujeción hidráulica del tubo:	Durante el corte.
Tipo de corte:	Hacia arriba y después transversal
Distancia de corte transversal:	35" de recorrido. 55" ancho de la mesa de sierra.

Otras máquinas y equipos

1) Matricería

El taller de matricería, encargado del diseño y fabricación de matrices, para ello utilizará aceros especiales de 44 a 50 Rockwell C de dureza. Este taller utilizará máquinas y herramientas tales como:

- Horno de calentamiento. Mc. Eglevan HTE – 1212. Potencia: 2 kW. 230V. Trifásico.
- Esmeril. Jet Equipment and Tools. JBG – 10 A. Potencia: 1 HP. 115V. Monofásico.
- Sierra Kalamazoo K10B. USA. Potencia: 3 HP. 220V. Trifásico.
- Electroerosionadora por corte de hilo. Marca Ard. Potencia: 8 kW

2) Mantenimiento y Servicios Auxiliares

- 2 Bombas de agua. American Induction Heating. APX – 62. Potencia: 40 HP (29.84 kW)
- Torno Herter 17 – 3/3" x 54". Potencia: 4 HP
- Horno de Tratamiento Térmico. Mc. Eglevan. HTE – 1414 – I. Potencia: 15kW. 240V. Monofásico
- 1 Balanza.
- Compresor de tornillo Sullair. 220 V. Potencia: 3 HP.
- 4 Tecles con bastidor. T & S Brand. FHS – 811 –6. Capacidad 6000 Lb. Con una grúa manual marca Coffing. Capacidad: 3 Toneladas y un Trolley marca Ingersoll – Rand. Capacidad: 5 Toneladas.
- 4 Transpales Dayton 3 KR84. USA. Capacidad 5500 Lb.
- 3 montacargas caterpillar modelo GP20K-G/LP de 4000 Lb (1.8 Tm) de capacidad a 24" del centro de carga / 2.0 Tm de capacidad a 20" del centro de carga. (Ver detalle técnico en la siguiente página)
- Generador de atmósfera inerte marca Lidberg 92 – 1500 HYEX. Potencia: 30 kW.
- 2 Puente Grúa marca VINCA tipo birrail. Capacidad: 10 Tm. (Ver detalle técnico de cada puente grúa en la siguiente página)

3) Equipos y Sustancias de Laboratorio de Control de Calidad.

- 1 Durómetro Praxis. DHT – 02. 2 patrones de calibración. 220 VAC, 50/60 Hz.
- 1 Espectrofotómetro de absorbancia atómica 6300, 220 VAC.
- 1 Microscopio Metalográfico de luz incidente. De 40 a 1000 aumentos. Meiji P – 48405. 220 VAC.
- 1 Cámara para toma Microfotográfica. Polaroid P – 03907 – 10. De 20 a 500 aumentos.
- 1 Balanza Dial – O – Gram 310. Precisión 0,01 gr.
- Sustancias a usar como: tiosulfato de sodio, ácido nítrico, hidróxido de amonio, urea, ácido acético, dicromato de potasio, etc.
- 1 Máquina de ensayo de tracción. 220 VAC, 50/60 Hz.
- Cepilladora Aristón. 3HP. 220/380 V. Trifásico..

Detalle Técnico del montacarga Caterpillar modelo GP20K – G/LP:

Características estándar:

- Motor gas mitsubishi 4G63 de 2.0 lts. Y 46 HP
- Transmisión powershift de una velocidad.
- Válvula de control de 3 secciones con tercera palanca incluida.
- Enfriamiento del motor por radiador y toma de aire elevada.
- Luces de trabajo – halógenas.
- Luces de peligro y frenos.
- Dirección hidrostática.
- Pisos de jebe, asiento de vinil con cinturón de seguridad.
- Horómetro, bocina.
- Cilindros de inclinación.
- Carro portahorquillas de 39.5" de ancho (ITA clase II).
- Respaldo de carga de 48" de alto.
- Llantas neumáticas estándar de dirección: 7.00 x 12 – 12PR
- De tracción: 6.00 x 9 – 10 PR
- Radio de giro con carga de 1.20 metros de largo 3.40 metros.
- Radio de giro sin carga 2.18 metros.
- Dimensiones:
- Alto hasta la protección superior de cabina operador: 2.10 m
- Ancho con llantas standard: 1.15 m
- Largo sin horquillas: 2.64 m
- Velocidad con carga y sin desplazador lateral: 15 km/h.

Equipado con los siguientes arreglos:

- GP20K – G/LP Chasis dual Gas/Gasolina de 4000 libras.
- 93465 – 06900 Tanque de gas de 43.5 libras.
- 4V25B45 Mástil simple 4.5 m altura máxima horquillas.
- Altura del mástil en descanso 2.8 m
- Altura libre de horquillas 0.14 m
- 94106 – 05020 Horquillas 1.6" x 4" x 42"
- 91593 – 12800 Indicador de servicio de limpieza de filtro incluye doble elemento.
- 91292 – 06520 Alarma electrónica de retroceso.
- 91493 – 7520 Espejos retrovisores laterales.
- CSICPK – SPAL Marcas en castellano.

Ver ANEXO 9 (Cotizaciones)

Características Técnicas de los Puente Grúa Vinca:

Características Técnicas particulares:

PUENTE GRÚA N°1:

- Luz entre ejes de rodadura: 30,000 mm.
- Peso propio de la grúa: 13,831 kg.
- Carga máxima por rueda: 9,193 kg.

- Suministro y montaje de 97 metros de instalación eléctrica formada por perfil blindado de 4 polos, con carro tomacorrientes y demás accesorios, para la alimentación de un puente grúa de 10,000 kg.

PUENTE GRÚA N°2:

- Luz entre ejes de rodadura: 26,000 mm.
- Peso propio de la grúa: 10,932 kg.
- Carga máxima por rueda: 8,437 kg.
- Sumistro y montaje de 139 metros de instalación eléctrica formada por perfil blindado de 4 polos, con carro tomacorrientes y demás accesorios, para la alimentación de un puente grúa de 10,000 kg.

Características Técnicas Generales:

- Tipo: Birrail.
- Capacidad de carga: 10,000 Kg
- Recorrido vertical del gancho: 5,000 mm.
- Velocidad de elevación: 6 / 1 m.p.m.
- Velocidad de traslación del carro: 22 / 7 m.p.m.
- Tensión de servicio: Trifásico, 440 V, 60 Hz.
- Potencia motor de elevación: 9 / 1.3 kW.
- Potencia motor traslación carro: 0.735 / 0.24 kW.
- Potencia motor traslación Puente Grúa: 1.3 / 0.4 kW.
- Mando por botonera desplazable independiente del polipasto y a B.T. (48 V), montada bajo carro portabase y clavija enchufable normalizada (cambio rápido, fácil y seguro). Paro de emergencia tipo "Seta".
- Con frenos en todos los movimientos.
- Con limitador de carga en la elevación.
- Cable de mando de botonera con tutores de acero integrado (sólido y sin posibilidad de averías por enganches fortuitos)
- Grupo de elevaciónNDO41X5DP5 NOVA.
 - Grupo FEM / ISO : 2m/M – 5
 - Factor de marcha (ED) : 60%
 - Recorrido vertical del gancho sin desplazamiento lateral.
 - Menores distancias de aproximación a las paredes.
 - Con autorregulación de freno.
 - Final de carrera de 4 pasos en elevación (doble seguridad)
 - Protección IP 55, aislamiento clase F.
 - Con protección térmica contra sobrecalentamiento del motor.
 - Polipasto de diseño modular sin soldaduras, con motor, reductor y tambor fácilmente accesible que reducen los tiempos de mantenimiento.
 - Guía cable de acero GGG – 50.
 - Tambor en acero GGG – 70.
 - Relación tambor / cable conforme a la clase ISO: M – 6 / FEM: 3m.
- Grupos de traslación VINCA MAD: Suave arranque y suave paro, sin escalones intermedios (progresivo). Mantenimiento reducido y larga vida. Motores y reductores en módulos independientes.
- Acabado con desengrase, más imprimación y acabado en color amarillo similar RAL – 1028.
- Con finales de carrera en todos los movimientos.

- Corte de jácena en 2 partes para transporte marítimo en contenedor OPEN – TOP de 40 pies.
- Mando por radio (1 emisor + 1 receptor)
- Señal acústica con 28 sonidos a elegir, de 80 a 116 dB, protección IP 65 y con regulador de volumen.
- Señal luminosa destellante con protección IP 65
- Contador de horas: Doble contador electromecánico independiente para la elevación y traslación del Puente Grúa.
- Final de carrera antichoque entre dos Puente Grúa, por fotocélula de proximidad.

Ver ANEXO 9 (Cotizaciones)

8.3.3 Montajes e instalaciones.

Teniendo como base los resultados de la Ingeniería Básica, se elaborará un contrato para la implementación del proyecto.

- Se considera que las órdenes de suministro de maquinaria y equipo deberán comenzar a partir de febrero del año 2004.
- La entrega de maquinaria y equipo comenzará en abril del año 2004 y terminará a fines de agosto del año 2004.
- El montaje de las maquinarias y equipos comenzará en mayo del año 2004 y terminará a fines de octubre del año 2004.
- El período de prueba, puesta en marcha y normalización de operación, durará 3 meses y se realizará desde octubre del año 2004 hasta diciembre del año 2004.

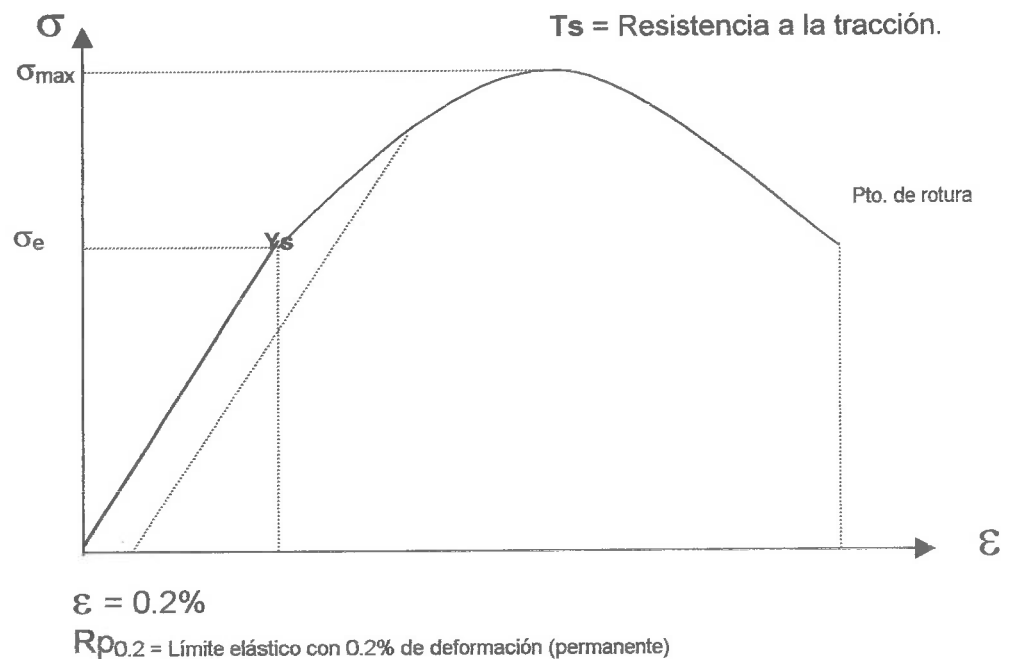
En la sección 8.13.1 del presente Capítulo, se puede apreciar en el Diagrama 8.13 (Diagrama de Gantt) un mayor detalle del cronograma de ejecución.

8.4 Capacidad Instalada

Para el cálculo de la capacidad instalada, primero se procederá a explicar y detallar la base teórica que sirve de base conceptual para el cálculo de la capacidad instalada.

8.4.1 BASE TEÓRICA

Primer Concepto: Diagrama Esfuerzo – Deformación



En el diagrama esfuerzo – deformación tenemos en el eje de las ordenadas o eje de las "Y"; al esfuerzo representado por el símbolo sigma, σ , y en el eje de las abscisas o eje de las "X", a la elongación o deformación representado por el símbolo epsilon, ϵ .

En el diagrama tenemos tres puntos muy característicos: el punto del límite elástico (Y_s), el punto de resistencia a la tracción (T_s) y el punto de rotura.

El punto del límite elástico o punto Y_s = Yield Strength, es el punto límite entre la zona elástica y la zona plástica que termina en el punto de rotura.

El σ_{max} aplicado recae en el punto de resistencia a la tracción ó TS = Tensile Strength.

El tramo comprendido entre los puntos Y_s y T_s , es el tramo dónde aplicada un esfuerzo y dejado de aplicar éste, el punto de aplicación ya no regresa al punto de origen sino se produce una deformación permanente, cayendo esta deformación dentro de la zona plástica, dependiendo del σ que se aplique.

Con fines teóricos se ha determinado que el mínimo esfuerzo superior al σ_e produce una elongación del 0.2%, ($\epsilon = 0.2\%$) que se ha denominado $R_{p0.2}$ = Límite elástico con 0.2 % de deformación. (permanente).

El material puede ser sometido a varios esfuerzos sucesivos, produciéndose un material más duro o menos tenaz.

Segundo Concepto: Límite elástico \approx Esfuerzo de fluencia (K_f, σ_f) $\approx R_{p0.2}$

El esfuerzo de fluencia su concepto es parecido al del límite elástico ó $R_{p0.2}$; se puede decir que el esfuerzo de fluencia es la deformación que se produce en el material en sus dimensiones o formas producidas por esfuerzos de tracción o compresión. Si a esto agregamos el concepto de materia, que no se crea ni se destruye, entonces podemos comprender que un material con un volumen inicial que es deformado por esfuerzos de tracción o compresión, resultando este material con un volumen final, tenemos que su diferencia de masa es igual a cero. Así:

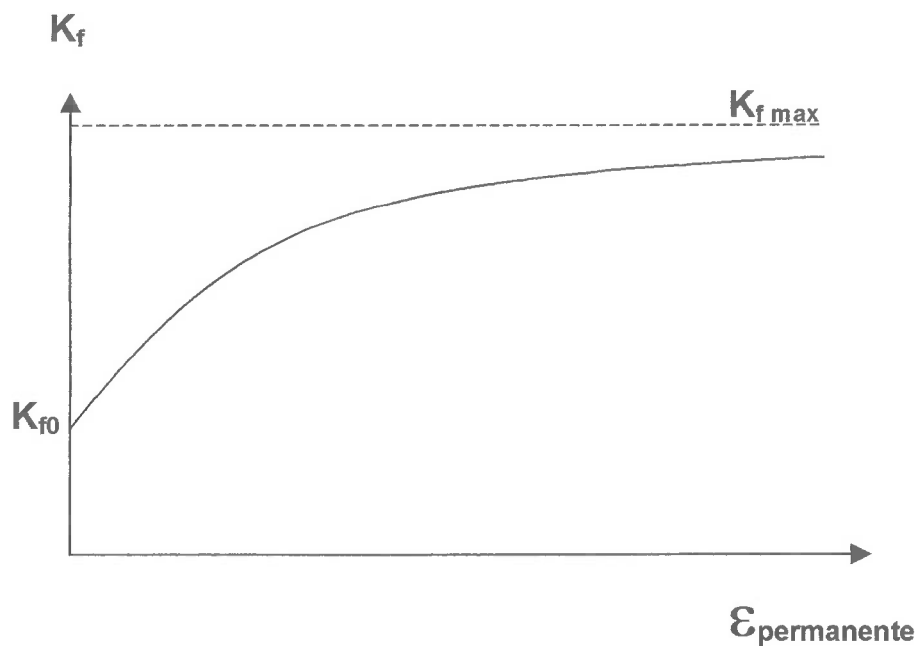
$\Delta m = 0$, donde: Δm = diferencia de masa o materia.

Lo que se concluye en el concepto de constancia de volumen:

Volumen inicial = Volumen final.

$$V_i = V_f \Rightarrow A_o \cdot L_o = A_f \cdot L_f$$

Así tenemos el diagrama, Esfuerzo de fluencia:



Tercer concepto: Deformación verdadera o deformación logarítmica. (Φ)

La deformación verdadera o deformación logarítmica está dada con respecto a la dimensión momentánea. Esto quiere decir que la deformación logarítmica está dada con respecto a un punto en el tiempo. Se desprende de este concepto que los esfuerzos que producen la deformación logarítmica en un material son continuos o mejor dicho que el material está sometido a esfuerzos continuamente en un intervalo de tiempo.

Constancia de Volumen: **Volumen inicial = Volumen final**

$$A_0 \cdot L_0 = A_f \cdot L_f$$

Deformación lineal:

$$\varepsilon_L = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f - L_0}{L_0} = \frac{L_f}{L_0} - \frac{L_0}{L_0} = \frac{L_f}{L_0} - 1 \Rightarrow \varepsilon_L = \frac{L_f}{L_0} - 1$$

Para un volumen:

$$V = L_0 \times W_0 \times H_0 = L_f \times W_f \times H_f$$

Del concepto de constancia de volumen, donde: $V_0 = V_f$

Tenemos:

$$\frac{L_f \times W_f \times H_f}{L_0 \times W_0 \times H_0} = 1$$

Así tenemos para las deformaciones lineales de longitud, ancho y altura, lo siguiente:

$$\varepsilon_L = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f}{L_0} - 1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\varepsilon_W = \frac{\Delta W}{W_0} = \frac{W_f}{W_0} - 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\varepsilon_H = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{H_f}{H_0} - 1 \quad \dots\dots\dots(3)$$

Las deformaciones en las dimensiones de un volumen pueden ser positivas o negativas.

En la práctica cuando se dice 10% de reducción, esto quiere decir:

$$\varepsilon = -0.10 \quad \text{ó} \quad \varepsilon = -10\%$$

De las ecuaciones: (1), (2), (3), si despejamos el número 1 al otro miembro tenemos:

$$(1 + \varepsilon_L) = \frac{L_f}{L_0}$$

$$(1 + \varepsilon_W) = \frac{W_f}{W_0}$$

$$(1 + \varepsilon_H) = \frac{H_f}{H_0}$$

Si multiplicamos los miembros, tenemos:

$$(1 + \varepsilon_L)(1 + \varepsilon_W)(1 + \varepsilon_H) = \frac{L_f \times W_f \times H_f}{L_0 \times W_0 \times H_0} = 1$$

Sacando logaritmo neperiano a ambos miembros, tenemos:

$$\ln(1 + \varepsilon_L) + \ln(1 + \varepsilon_W) + \ln(1 + \varepsilon_H) = \ln(1) = 0$$

La deformación logarítmica (ϕ) está dada a un punto en el tiempo, así tenemos:

$$\phi_L = \int_{L_0}^{L_f} \frac{dL}{L} = \ln\left(\frac{L_f}{L_0}\right) = \ln(1 + e_L) \Rightarrow \varepsilon_L = e^{\phi_L} - 1$$

$$\phi_W = \int_{W_0}^{W_f} \frac{dW}{W} = \ln\left(\frac{W_f}{W_0}\right) = \ln(1 + e_W) \Rightarrow \varepsilon_W = e^{\phi_W} - 1$$

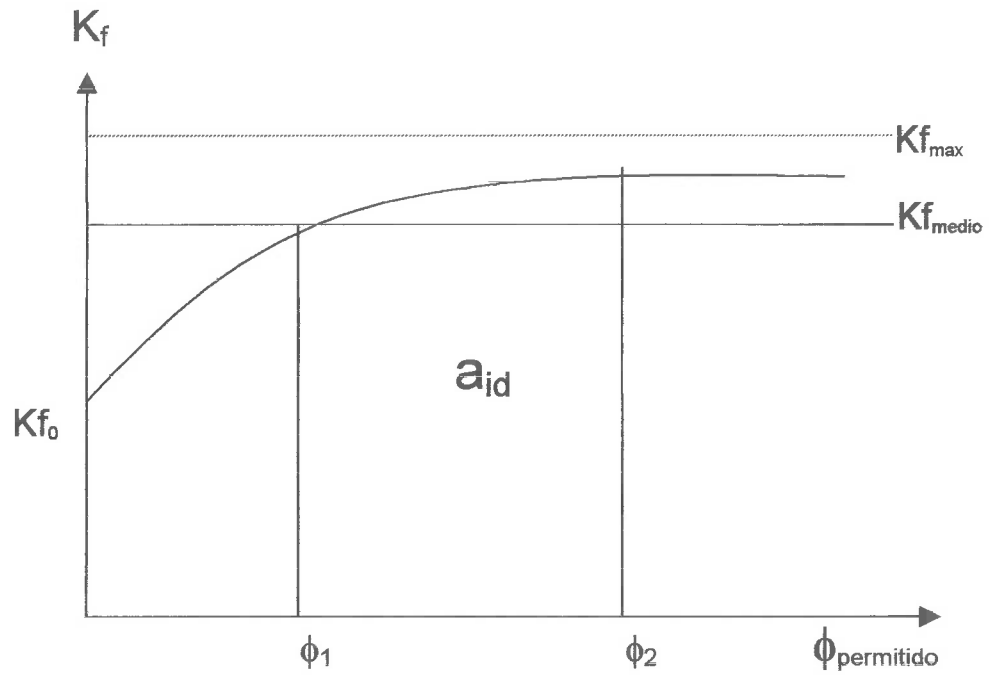
$$\phi_H = \int_{H_0}^{H_f} \frac{dH}{H} = \ln\left(\frac{H_f}{H_0}\right) = \ln(1 + e_H) \Rightarrow \varepsilon_H = e^{\phi_H} - 1$$

Ventajas del uso de la deformación logarítmica:

$\phi_L + \phi_W + \phi_H = 0$, donde ϕ puede ser positivo (incremento de dimensión) ó puede ser negativo (disminución de dimensión)

Cuarto Concepto: Trabajo ideal de deformación (a_{id})

El trabajo ideal de deformación es el trabajo de deformación requerido para poder deformar un cuerpo a las dimensiones requeridas. La fórmula se basa en el esfuerzo de fluencia, ya que ésta debe ser menor a ella ya que puede ocurrir la ruptura del material.



$$K_f = f(\phi)$$

$$K_f = A + B e^{-C\phi}$$

Donde A, B y C son constantes del material.

Donde:

B = negativo

C = negativo

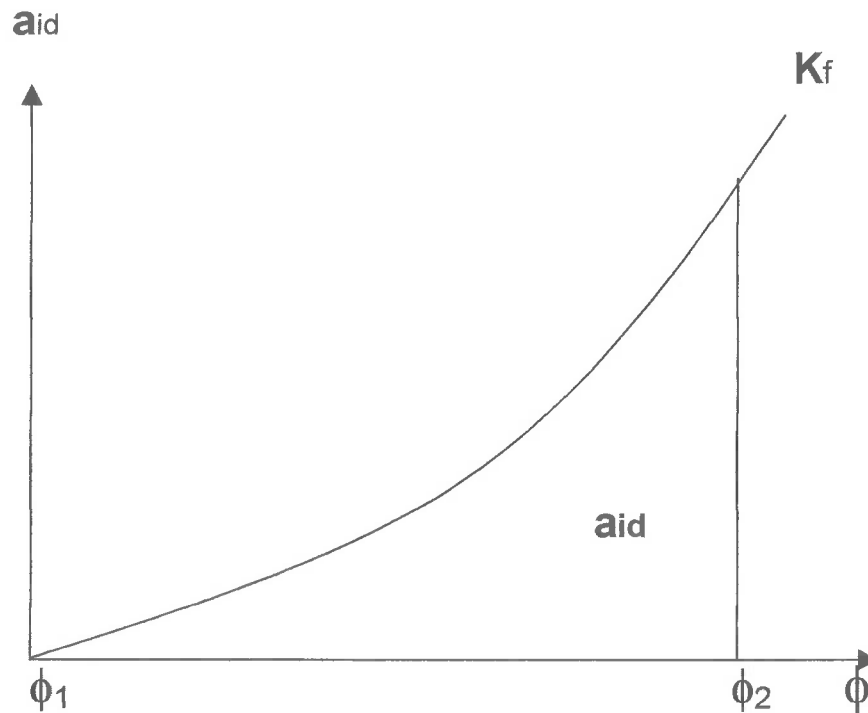
A = positivo

Si ϕ tiende a infinito, entonces $K_f = A$ porque $e^{-\infty} = 0$

Si ϕ es igual a cero, entonces $K_f = A + B = K_{f_0}$ porque $e^0 = 1$

Luego: (Ver diagrama en la siguiente página).

Luego:



$$a_{id} = \int_0^{\phi} k_f d\phi = \left[A\phi + \frac{B}{C} e^{C\phi} \right]_0^{\phi}$$

$$a_{id} = A\phi + \frac{B}{C} [e^{C\phi} - 1]$$

Luego de ver estos cuatro conceptos, que nos servirán para comprender mejor el cálculo de la capacidad instalada, analizaremos a continuación, dos cuadros que nos ayudarán a comprender mejor el cálculo de la capacidad instalada.

El primer cuadro, es el Cuadro 8.2: Relación entre Epsilon y Phi, en este cuadro se observa la relación que existe entre la deformación logarítmica con respecto a las elongaciones o deformaciones del área y la longitud.

Para determinar este cuadro, tenemos que:

$$\phi = \text{dato}$$

$$-\varepsilon_A = |e^{-\phi} - 1|$$

$$\varepsilon_L = e^{\phi} - 1$$

Así para $\phi = 2.0$ tenemos que:

$$-\varepsilon_A = |e^{-2.0} - 1| = |-0.8647| = 86.50 \%$$

$$\varepsilon_L = e^{2.0} - 1 = 7.3891 - 1 = 6.3891 = 638.91 \%$$

Si observamos el gráfico adjunto al cuadro, podemos ver que para un $\phi = 4.0$ la deformación del área llega a una reducción del 98.20% mientras que la deformación de la longitud llega a un incremento de 5359.80 %.

NOTA: Los datos correspondientes a $-\epsilon_A$ se encuentran en valores absolutos.

En el segundo cuadro, Cuadro 8.3: Relación entre Sigma y Phi., vemos que en la primera y segunda columna, se encuentran la elongación o deformación del área y su deformación logarítmica respectivamente. En la tercera columna se encuentra σ ó resistencia a la tensión (R_m) cuyos datos son datos teóricos obtenidos del Diagrama 2 – 4: Endurecimiento por deformación en frío, del Capítulo 2: Fundamentos Teóricos, dicho diagrama se encuentra en la página 18.

Estos datos teóricos de σ ó R_m se encuentran en un rango de grado de laminación de 0% a 60%.

En la cuarta columna se ha establecido el $\sigma_{estimado}$ y en la quinta columna la diferencia del $\sigma_{teórico}$ menos el $\sigma_{estimado}$ elevado el resultado de la diferencia al cuadrado.

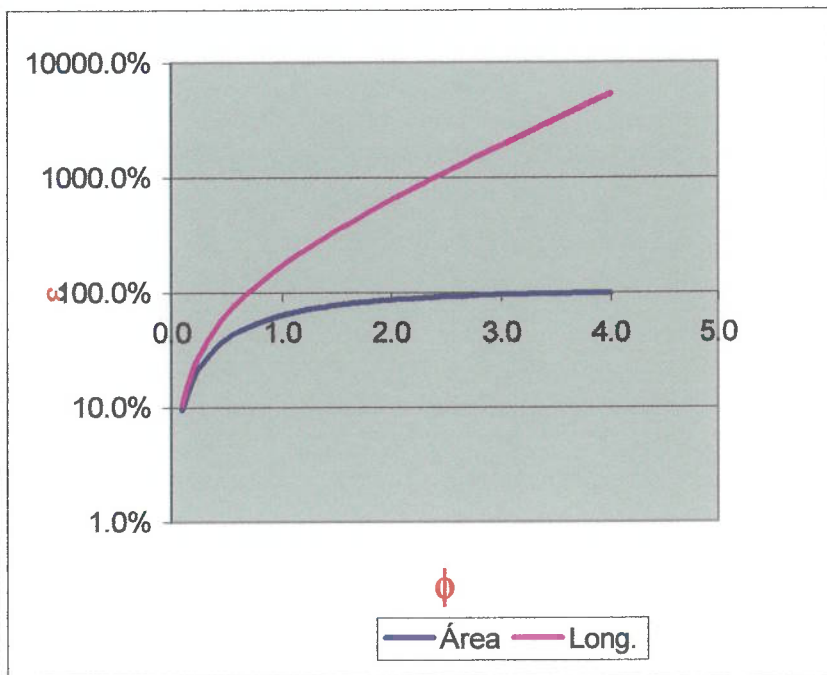
Aplicando las fórmulas correspondientes vistas anteriormente y con la ayuda de la herramienta Solver, que nos permite minimizar el error de la diferencia teórica y estimada al cuadrado, se puede obtener las constantes A, B y C.

En el gráfico adjunto al cuadro 8.3 podemos observar la relación Sigma vs Phi.

De esta manera luego de ver ésta base teórica podemos dar paso a la determinación de la Capacidad Instalada del Proyecto

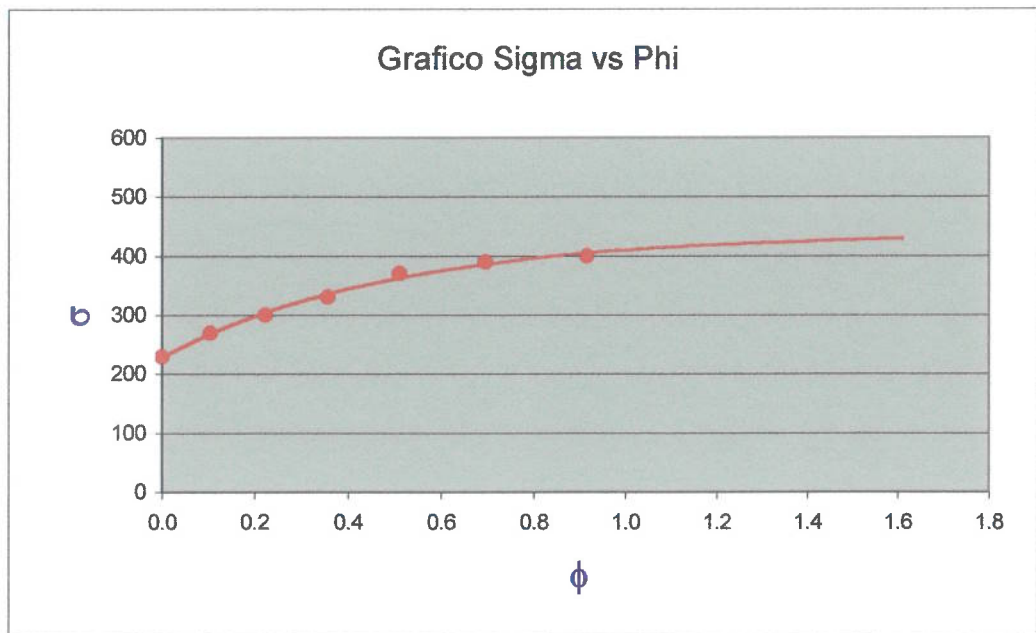
CUADRO 8.2: RELACIÓN ENTRE Epsilon y Phi

$ \phi $	$-\epsilon_A$	ϵ_L
0.0	0.0%	0.0%
0.1	9.5%	10.5%
0.2	18.1%	22.1%
0.3	25.9%	35.0%
0.4	33.0%	49.2%
0.5	39.3%	64.9%
0.6	45.1%	82.2%
0.7	50.3%	101.4%
0.8	55.1%	122.6%
0.9	59.3%	146.0%
1.0	63.2%	171.8%
1.1	66.7%	200.4%
1.2	69.9%	232.0%
1.3	72.7%	266.9%
1.4	75.3%	305.5%
1.5	77.7%	348.2%
1.6	79.8%	395.3%
1.7	81.7%	447.4%
1.8	83.5%	505.0%
1.9	85.0%	568.6%
2.0	86.5%	638.9%
2.1	87.8%	716.6%
2.2	88.9%	802.5%
2.3	90.0%	897.4%
2.4	90.9%	1002.3%
2.5	91.8%	1118.2%
2.6	92.6%	1246.4%
2.7	93.3%	1388.0%
2.8	93.9%	1544.5%
2.9	94.5%	1717.4%
3.0	95.0%	1908.6%
3.1	95.5%	2119.8%
3.2	95.9%	2353.3%
3.3	96.3%	2611.3%
3.4	96.7%	2896.4%
3.5	97.0%	3211.5%
3.6	97.3%	3559.8%
3.7	97.5%	3944.7%
3.8	97.8%	4370.1%
3.9	98.0%	4840.2%
4.0	98.2%	5359.8%



CUADRO 8.3: RELACIÓN ENTRE Sigma y Phi

$ \epsilon_A $	$ \phi $	σ	σ_{est}	$error^2$	A =	438.6077	228.8987
0.0%	0.000	230	228.9	1.2	B =	-209.7090	
10.0%	0.105	270	268.5	2.2	C =	-1.9883	
20.0%	0.223	300	304.0	16.3			
30.0%	0.357	330	335.4	29.4			
40.0%	0.511	370	362.7	53.9			
50.0%	0.693	390	385.8	18.0			
60.0%	0.916	400	404.7	22.0			
70.0%	1.204		419.5	143.0			
80.0%	1.609		430.1				
90.0%	2.303		436.5				



8.4.2 Cálculo de la Capacidad Instalada.

Dentro de las maquinarias principales tenemos aquellas que determinan los niveles de producción máximos, estando unas maquinarias limitadas por la capacidad de otras.

Dentro de las maquinarias principales tenemos las siguientes, que determinan la capacidad instalada de la planta:

- Una línea de colada continua horizontal con una capacidad de producción de dos hornos de inducción de canal de 2.5 ton/hr. Pero con la restricción de dos hornos de canal (continuado) de 2000 kg/hr.
- Una extrusora horizontal con una fuerza de extrusión de 1600 toneladas métricas en el ariete principal, y con un horno de precalentamiento N°1 (de 20 °C a 350 °C) de 2.8 toneladas por hora, y un segundo horno de precalentamiento (de 20 °C a 750 °C) de 4.8 toneladas por hora.
- Tres bancos de estirados de 90,000 ; 50,000 y 25,000 Lbs de fuerza; siendo $3 \frac{7}{8}$ " el máximo diámetro de tubo alimentado del banco de estirado de 90,000 Lbs.
- Y un bloque de estirado horizontal para el estirado a diámetros finales.

Con éstos datos técnicos de las principales maquinarias, como punto de partida; tenemos primero que determinar nuestros planes de estirado. Y para ello, primero tenemos que calcular las constantes A, B y C para la ecuación de Esfuerzo de fluencia y la ecuación de trabajo ideal de deformación.

De la misma forma como se obtuvo las constantes del Cuadro 8.3: Relación entre Sigma y Phi. De la misma manera se obtiene para el Esfuerzo de Fluencia.

Así en el Diagrama 2 – 4: Endurecimiento por deformación en frío, del Capítulo 2: Fundamentos Teóricos, el Esfuerzo de Fluencia está representado en el diagrama por $R_{p0,2} = K_f$, como se indicó en el segundo concepto de la base teórica; obteniéndose las siguientes constantes:

$$\begin{aligned}A &= 394.0837 \\B &= -260.2265 \\C &= -3.4293\end{aligned}$$

Determinándose las siguientes ecuaciones:

$$K_f = 394.0837 - 260.2265(e^{-3.4293\phi})$$

$$a_{id} = \left[394.0837\phi + 75.9e^{-3.4293\phi} \right]_0^\phi$$

Una vez determinados las constantes procederemos a determinar los planes de estirado.

Para los planes de estirado se ha determinado billets o tochos de 200 mm de diámetro por 500 mm de longitud con un volumen neto de 0.014923 m^3 y un peso neto de 132.96 kg por billet.

Se tiene una relación de extrusión de 25 a 1, y se ha calculado obtener, tomando como base una fuerza de 1600 tm del ariete principal de la extrusora, un tubón de diámetro exterior de 98.00 mm y espesor de 4.250 mm. Se ha calculado éstas dimensiones iniciales debido a que el máximo diámetro de tubo alimentado del banco de estirado de 90,000 Lbs es de $3 \frac{7}{8}'' \cong 98.43$ mm.

Con éstos datos iniciales se debe llegar a dimensiones intermedias, que son para nuestro caso de $1 \frac{1}{2}''$ de diámetro nominal ó 41.275 mm de diámetro exterior con un espesor de 1.524 mm.

Para ésta primera parte se elaboró el plan de Estirado A, probando el número de pasadas; con 7, 9, 10, 11 y 12 pasadas. Siendo la más conveniente, el Plan de Estirado A de 10 pasadas.

En la siguientes páginas se muestra el Plan de Estirado A.

Luego de obtener el diámetro nominal de $1 \frac{1}{2}''$, como dimensión intermedia, se realizó el Plan de Estirado B para obtener dimensiones finales de diámetros nominales de: $\frac{1}{4}''$, $\frac{5}{16}''$, $\frac{3}{8}''$, $\frac{1}{2}''$, $\frac{3}{4}''$, 1" y $1 \frac{1}{4}''$; en 12 pasadas.

En las siguientes páginas se muestra el Plan de Estirado B, inmediatamente a continuación del Plan de Estirado A.

Una vez determinados el número de pasadas en los planes de estirados A y B se puede proceder a hacer los cálculos de la capacidad instalada del Proyecto.

Así el cálculo de la capacidad instalada para el Plan de Estirado A para 10 pasadas, tenemos:

Longitud inicial del tubón: — 11.922 metros.

En la primera pasada el $\varepsilon_L = 33.72\%$ obteniéndose una longitud de:

$L = (11.922) \times (1 + 0.3372) = 15.94$ metros. Pero siempre existe una merma de 0.5 metros por pasada. Teniéndose al final una longitud neta de: 15.44 metros.

El peso de la merma se determina de la siguiente manera:

$$\frac{D_m \times e \times \pi \times L_{\text{merma}} \times \text{densidadCu}}{10^6} = \frac{82.126 \times 3.628 \times 3.1416 \times 0.5 \times 8910}{1'000,000} = 4.17\text{kg}$$

Donde:

D_m = Diámetro medio (En mm)

e = espesor (En mm)

π = 3.1416

L_{merma} = 0.5 metros

Densidad del Cu = 8910 kg/m³

El peso neto se determina de la siguiente manera:

$$\frac{D_m \times e \times \pi \times L_{\text{neto}} \times \text{densidadCu}}{10^6} = \frac{82.126 \times 3.628 \times 3.1416 \times 15.44 \times 8910}{1'000,000} = 128.77\text{kg}$$

Plan de Estirado A para 7.9.10 ,11 y 12 pasadas para la obtención de diámetro nominal intermedio de 1 1/2"

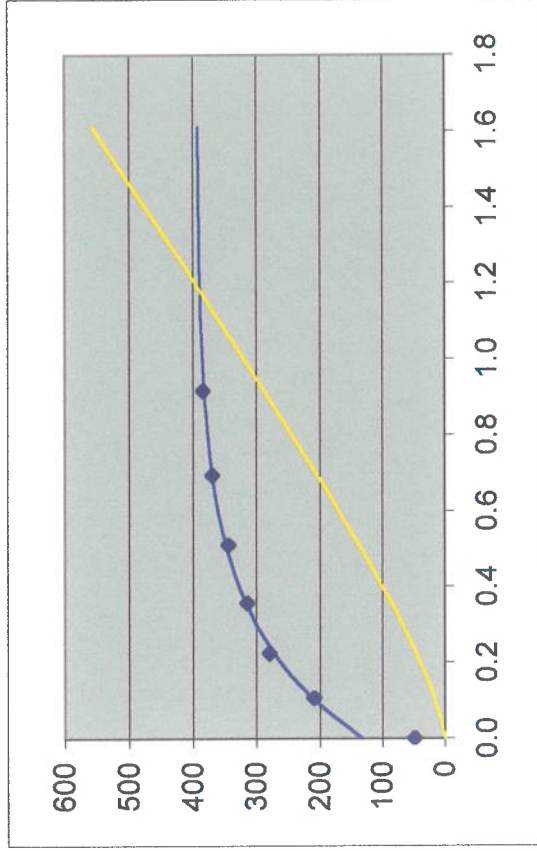
$ \varepsilon_A $	$ \phi $	k_f	$k_{f\ est}$	$error^2$	a_{id}	A =	133.8572
0.0%	0.000	50	133.9		0.00	B =	-260.2265
10.0%	0.105	210	212.8	7.66	18.51	C =	-3.4293
20.0%	0.223	280	273.0	48.75	47.36		
30.0%	0.357	315	317.5	6.24	87.01		
40.0%	0.511	345	348.9	15.54	138.59		
50.0%	0.693	370	369.9	0.01	204.32		
60.0%	0.916	385	382.8	4.64	288.49		
70.0%	1.204		389.9	82.84	399.80		
80.0%	1.609		393.0		558.67		

Dimensiones iniciales		De billet	L billet
De	98.000 mm	200.000	500.00
e	4.250 mm	Rel. extr.	V neto
Di	89.500 mm	25.1	0.014923
Dm	93.750 mm		m ³
L	11.922 m		

Dimensiones finales		D Cu
De	41.275 mm	8910 kg/m ³
e	1.524 mm	
Di	38.227 mm	
Dm	39.751 mm	
L	78.408 m	

ϕ Dm	0.8580	45.6%
ϕ e	1.0256	54.4%
ϕ A	1.8836	
a_{id}	666.522	

n 7



Plan de estirado para 7 pasadas

Pase	a_{id}	ϕ A acum	$a_{id\ est}$	ϕ Dm	ϕ Dm par	ϕ e	ϕ e par	Dm	e	De	Di	ϕ A par	$ \varepsilon_A $
1	95.22	0.3823	95.22	0.1741	0.1741	0.2081	0.2081	78.77	3.451	82.219	75.316	-0.3823	31.77%
2	190.43	0.6555	190.44	0.2986	0.1244	0.3569	0.1487	69.55	2.974	72.526	66.577	-0.2732	23.90%
3	285.65	0.9089	285.65	0.4140	0.1154	0.4949	0.1380	61.97	2.591	64.559	59.377	-0.2534	22.39%
4	380.87	1.1554	380.87	0.5263	0.1123	0.6291	0.1342	55.39	2.266	57.653	53.121	-0.2465	21.85%
5	476.09	1.3991	476.09	0.6373	0.1110	0.7618	0.1327	49.57	1.984	51.552	47.584	-0.2437	21.63%
6	571.30	1.6416	571.30	0.7478	0.1105	0.8938	0.1320	44.38	1.739	46.122	42.645	-0.2425	21.53%
7	666.52	1.8836	666.52	0.8580	0.1102	1.0256	0.1318	39.75	1.524	41.275	38.227	-0.2420	21.49%

Plan de estirado para 9 Pasadas

n 9

Pase	a _{id}	φ A acum	a _{id est}	φ Dm	φ Dm par	φ e	φ e par	Dm	e	De	Di	φ A par	ε _A	φ L par	ε _L
1	74.06	0.3151	74.06	0.1435	0.1435	0.1716	0.1716	81.21	3.580	84.794	77.634	-0.3151	27.03%	0.3151	37.04%
2	148.12	0.5380	148.12	0.2451	0.1015	0.2929	0.1213	73.37	3.171	76.545	70.204	-0.2228	19.98%	0.2228	24.96%
3	222.17	0.7412	222.17	0.3376	0.0926	0.4036	0.1106	66.89	2.839	69.727	64.049	-0.2032	18.39%	0.2032	22.53%
4	296.23	0.9365	296.23	0.4266	0.0890	0.5099	0.1064	61.19	2.552	63.746	58.641	-0.1953	17.74%	0.1953	21.57%
5	370.29	1.1282	370.29	0.5139	0.0873	0.6143	0.1044	56.08	2.299	58.377	53.778	-0.1917	17.44%	0.1917	21.13%
6	444.35	1.3180	444.35	0.6004	0.0865	0.7176	0.1034	51.43	2.074	53.506	49.358	-0.1898	17.29%	0.1898	20.91%
7	518.41	1.5069	518.41	0.6864	0.0861	0.8205	0.1029	47.19	1.871	49.062	45.320	-0.1889	17.22%	0.1889	20.79%
8	592.46	1.6954	592.46	0.7723	0.0858	0.9231	0.1026	43.31	1.688	44.998	41.621	-0.1884	17.18%	0.1884	20.74%
9	666.52	1.8836	666.52	0.8580	0.0857	1.0256	0.1025	39.75	1.524	41.275	38.227	-0.1882	17.15%	0.1882	20.71%

Plan de estirado para 10 pasadas

n 10

Pase	a _{id}	φ A acum	a _{id est}	φ Dm	φ Dm par	φ e	φ e par	Dm	e	De	Di	φ A par	ε _A	φ L par	ε _L
1	66.65	0.2906	66.65	0.1324	0.1324	0.1582	0.1582	82.126	3.628	85.754	78.498	-0.2906	25.22%	0.2906	33.72%
2	133.30	0.4956	133.30	0.2258	0.0934	0.2699	0.1116	74.803	3.245	78.048	71.559	-0.2050	18.54%	0.2050	22.76%
3	199.96	0.6813	199.96	0.3104	0.0846	0.3710	0.1011	68.736	2.933	71.669	65.803	-0.1857	16.95%	0.1857	20.41%
4	266.61	0.8590	266.61	0.3913	0.0809	0.4677	0.0967	63.394	2.662	66.056	60.731	-0.1776	16.27%	0.1776	19.44%
5	333.26	1.0326	333.26	0.4704	0.0791	0.5623	0.0946	58.572	2.422	60.994	56.149	-0.1737	15.94%	0.1737	18.97%
6	399.91	1.2043	399.91	0.5486	0.0782	0.6557	0.0934	54.167	2.206	56.373	51.961	-0.1716	15.77%	0.1716	18.72%
7	466.57	1.3748	466.57	0.6262	0.0777	0.7485	0.0928	50.120	2.011	52.130	48.109	-0.1705	15.68%	0.1705	18.59%
8	533.22	1.5447	533.22	0.7036	0.0774	0.8410	0.0925	46.387	1.833	48.220	44.554	-0.1699	15.62%	0.1699	18.52%
9	599.87	1.7142	599.87	0.7808	0.0772	0.9334	0.0923	42.939	1.671	44.610	41.268	-0.1696	15.60%	0.1696	18.48%
10	666.52	1.8836	666.52	0.8580	0.0772	1.0256	0.0922	39.751	1.524	41.275	38.227	-0.1694	15.58%	0.1694	18.46%

Plan de estirado para 11 pasadas

n 11

Pase	a _{id}	φ A acum	a _{id est}	φ Dm	φ Dm par	φ e	φ e par	Dm	e	De	Di	φ A par	ε _A	φ L par	ε _L
1	60.59	0.2700	60.59	0.1230	0.1230	0.1470	0.1470	82.90	3.669	86.568	79.230	-0.2700	23.66%	0.2700	31.00%
2	121.19	0.4604	121.19	0.2097	0.0867	0.2507	0.1036	76.02	3.308	79.323	72.707	-0.1903	17.33%	0.1903	20.96%
3	181.78	0.6318	181.78	0.2878	0.0781	0.3440	0.0933	70.31	3.013	73.319	67.293	-0.1714	15.75%	0.1714	18.70%
4	242.37	0.7950	242.37	0.3621	0.0743	0.4329	0.0889	65.27	2.757	68.025	62.512	-0.1632	15.06%	0.1632	17.73%
5	302.96	0.9540	302.96	0.4346	0.0725	0.5195	0.0866	60.71	2.528	63.235	58.179	-0.1591	14.71%	0.1591	17.24%
6	363.56	1.1108	363.56	0.5060	0.0714	0.6048	0.0854	56.52	2.321	58.843	54.201	-0.1568	14.51%	0.1568	16.98%
7	424.15	1.2663	424.15	0.5768	0.0708	0.6895	0.0847	52.66	2.133	54.789	50.524	-0.1555	14.40%	0.1555	16.83%
8	484.74	1.4211	484.74	0.6473	0.0705	0.7738	0.0843	49.07	1.960	51.032	47.111	-0.1548	14.34%	0.1548	16.74%
9	545.34	1.5755	545.34	0.7177	0.0703	0.8578	0.0840	45.74	1.802	47.542	43.937	-0.1544	14.30%	0.1544	16.69%
10	605.93	1.7296	605.93	0.7879	0.0702	0.9417	0.0839	42.64	1.657	44.296	40.982	-0.1541	14.28%	0.1541	16.66%
11	666.52	1.8836	666.52	0.8580	0.0701	1.0256	0.0838	39.75	1.524	41.275	38.227	-0.1540	14.27%	0.1540	16.65%

Plan de estirado para 12 pasadas

n 12

Pase	a _{id}	φ A acum	a _{id est}	φ Dm	φ Dm par	φ e	φ e par	Dm	e	De	Di	φ A par	ε _A	φ L par	ε _L
1	55.54	0.2525	55.54	0.1150	0.1150	0.1375	0.1375	83.56	3.704	87.268	79.860	-0.2525	22.31%	0.2525	28.72%
2	111.09	0.4304	111.09	0.1961	0.0811	0.2344	0.0969	77.06	3.362	80.420	73.696	-0.1779	16.30%	0.1779	19.48%
3	166.63	0.5899	166.63	0.2687	0.0726	0.3212	0.0868	71.66	3.082	74.741	68.576	-0.1595	14.74%	0.1595	17.29%
4	222.17	0.7412	222.17	0.3376	0.0689	0.4036	0.0824	66.89	2.839	69.727	64.049	-0.1512	14.04%	0.1512	16.33%
5	277.72	0.8881	277.72	0.4045	0.0669	0.4836	0.0800	62.56	2.620	65.178	59.937	-0.1469	13.67%	0.1469	15.83%
6	333.26	1.0326	333.26	0.4704	0.0658	0.5623	0.0787	58.57	2.422	60.994	56.149	-0.1445	13.46%	0.1445	15.55%
7	388.80	1.1757	388.80	0.5356	0.0652	0.6402	0.0779	54.88	2.241	57.116	52.635	-0.1431	13.33%	0.1431	15.39%
8	444.35	1.3180	444.35	0.6004	0.0648	0.7176	0.0775	51.43	2.074	53.506	49.358	-0.1423	13.26%	0.1423	15.29%
9	499.89	1.4598	499.89	0.6649	0.0646	0.7948	0.0772	48.22	1.920	50.136	46.296	-0.1418	13.22%	0.1418	15.23%
10	555.44	1.6012	555.44	0.7294	0.0644	0.8718	0.0770	45.21	1.777	46.985	43.430	-0.1414	13.19%	0.1414	15.19%
11	610.98	1.7424	610.98	0.7937	0.0643	0.9487	0.0769	42.39	1.646	44.036	40.745	-0.1412	13.17%	0.1412	15.17%
12	666.52	1.8836	666.52	0.8580	0.0643	1.0256	0.0768	39.75	1.524	41.275	38.227	-0.1411	13.16%	0.1411	15.16%

Plan de Estirado B de 12 pasadas para la obtención de diámetros nominales finales, los que representan nuestra gama de productos.

Pase	DN	Dm	e	De	Di	Phi A par	Phi A acum	Eps A	Phi L par	Eps L
0	1 1/2"	39.751	1.524	41.275	38.227	0.00000	0.00000	0.00%	0.00000	0.00%
1		37.275	1.429	38.704	35.845	-0.12865	-0.12865	12.07%	0.12865	13.73%
2	1 1/4"	33.528	1.397	34.925	32.131	-0.12865	-0.25730	12.07%	0.12865	13.73%
3		31.101	1.296	32.397	29.805	-0.15030	-0.40760	13.96%	0.15030	16.22%
4	1"	27.305	1.27	28.575	26.035	-0.15030	-0.55790	13.96%	0.15030	16.22%
5		24.930	1.160	26.089	23.770	-0.18200	-0.73990	16.64%	0.18200	19.96%
6	3/4"	21.082	1.143	22.225	19.939	-0.18200	-0.92190	16.64%	0.18200	19.96%
7		18.756	1.017	19.773	17.739	-0.23380	-1.15570	20.85%	0.23380	26.34%
8	1/2"	14.859	1.016	15.875	13.843	-0.23380	-1.38950	20.85%	0.23380	26.34%
9		13.570	0.928	14.497	12.642	-0.18155	-1.57105	16.60%	0.18155	19.91%
10	3/8"	11.811	0.889	12.7	10.922	-0.18155	-1.75260	16.60%	0.18155	19.91%
11	5/16"	10.174	0.823	10.997	9.351	-0.22630	-1.97890	20.25%	0.22630	25.40%
12	1/4"	8.763	0.762	9.525	8.001	-0.22630	-2.20520	20.25%	0.22630	25.40%

Las velocidades son datos técnicos que se encuentran en las especificaciones de los bancos de estirados, los tiempos de operación y tiempos muertos son tiempos estimados de acuerdo a la experiencia de otras plantas industriales fabricantes de tuberías de cobre.

Lo que da una producción en los bancos de estirado de 90,000 ; 50,000 y 25,000 lbs de 703.79 kg/hr por línea, teniendo los bancos de estirado tres líneas de producción. Pudiendo procesar entonces: 2111.37 kg/hr.

Si tomamos este dato, estaríamos cayendo en un error porque se estaría considerando como si solamente hubiese un banco de estirado, cuando en realidad son tres.

El banco de estirado de 90,000 lbs realiza las cuatro primeras pasadas, con una producción al final de la cuarta pasada de 2018.47 kg/hr x línea; de la quinta pasada a la séptima pasada la realiza el banco de estirado de 50,000 lbs, con una producción de 2907.82 kg/hr x línea al final de la séptima pasada. Finalmente, de la octava a la décima pasada la realiza el banco de estirado de 25,000 lbs con una producción final de 1954.25 kg/hr x línea.

Lo que aparentemente ésta última producción de 1954.25 kg/hr x línea sería la que alimentaría a la estiradora de bloque de tubo horizontal de 60", para la producción de los tubos de diámetros finales.

Pero esta producción de los bancos de estirado está muy por encima de la capacidad de alimentación de la línea de colada continua, estando la producción de estirado supeditada a la producción de 2000 kg/hr de los hornos de inducción continua de la línea de colada continua.

Siendo el peso neto de un tubo de diámetro nominal de 1 ½" = 108.21 kg

El peso neto de un billet = 132 kg

El peso bruto de un billet = peso neto del billet + peso del culote (producto del proceso de estrusión que regresa al horno de fundición, aprox. 20 kg)

Por tanto el peso bruto de un billet = 132kg + 20kg
= 152 kg.

Entonces la producción real se determina de la siguiente manera:

$$\text{Producción real} = \frac{108.21}{152} \times 2000 \text{ kg/hr} = 1423.82 \text{ kg/hr}$$

Luego, en el cálculo de la capacidad instalada para el Plan de Estirado B con 12 pasadas, se procede de la misma manera que la anterior tomando como longitud inicial la longitud neta de la décima pasada del plan de estirado A, quiere decir longitud = 64.31 metros y una merma de 0.5 metros de largo por cada pasada.

Así tenemos que para producir:

161.84 kg/hr de tubos de ¼" se debe producir 8.7977 veces ésta cantidad de tubos de 1 ½".

Así para saber cuanto se debe producir, se debe saber primero cuánto de cada medida. Y luego esta cantidad se multiplica por el factor que se ha determinado en el Plan de Estirado B. Y se obtiene la producción de cada año de la vida útil.

De acuerdo al programa de producción, el primer año se piensa producir:

Tubos de $\frac{1}{4}$ " = $146.16 \text{ Tm.} \times 8.7977 = 1285.87 \text{ Tm.}$ de tubos de $1 \frac{1}{2}$ "

Tubos de $\frac{5}{16}$ " = $466.91 \text{ Tm.} \times 7.6990 = 3594.74 \text{ Tm.}$ de tubos de $1 \frac{1}{2}$ "

Tubos de $\frac{3}{8}$ " = $98.31 \text{ Tm.} \times 6.7285 = 661.48 \text{ Tm.}$ de tubos de $1 \frac{1}{2}$ "

Tubos de $\frac{1}{2}$ " = $160.64 \text{ Tm.} \times 5.0599 = 812.82 \text{ Tm.}$ de tubos de $1 \frac{1}{2}$ "

Tubos de 1" = $16.98 \text{ Tm.} \times 2.3082 = 39.12 \text{ Tm.}$ de tubos de $1 \frac{1}{2}$ "

Lo que hace una producción para el primer año de: $6394.10 \cong 6394 \text{ Tm.}$

Se ha determinado que el año laboral tenga 52 semanas. Por ley se debe trabajar 48 horas a la semana, por tanto se trabajará de lunes a sábado. Y cada día de trabajo constara de tres turnos de 8 horas. Considerando el 2º y 3º turnos como sobretiempos.

Se ha considerado también, que cada 4 semanas se tomarán 2 días para reparación y mantenimiento de la línea de colada continua. Lo que hacen en total 26 días de para.

También hay que considerar los feriados no laborables que son en total = 12 días.

Así tenemos que:

Total horas laborables bruto:

$52 \text{ semanas} \times 6 \text{ días} \times 3 \text{ turnos} \times 8 \text{ horas} = 7488 \text{ horas.}$

Total horas de mantenimiento:

$(52 \text{ semanas} / 4 \text{ semanas}) \times 2 \text{ días} \times 3 \text{ turnos} \times 8 \text{ horas} = 624 \text{ horas.}$

Total horas por feriados no laborables:

$12 \text{ días} \times 3 \text{ turnos} \times 8 \text{ horas} = 288 \text{ horas.}$

Total horas laborables netas = $7488 - (624 + 288) = 6576 \text{ horas netas.}$

Luego nuestra Capacidad Instalada será:

$1423.82 \text{ kg/hr} \times 6576 \text{ horas} = 9'363,040.32 \text{ kg} = 9363.04 \text{ Tm.} \cong 9363 \text{ Tm.}$

Por tanto, nuestra Capacidad Instalada es de 9363 Tm. de tubos de $1 \frac{1}{2}$ " de D.N. nuestro porcentaje de utilización de capacidad instalada para el primer año es de:

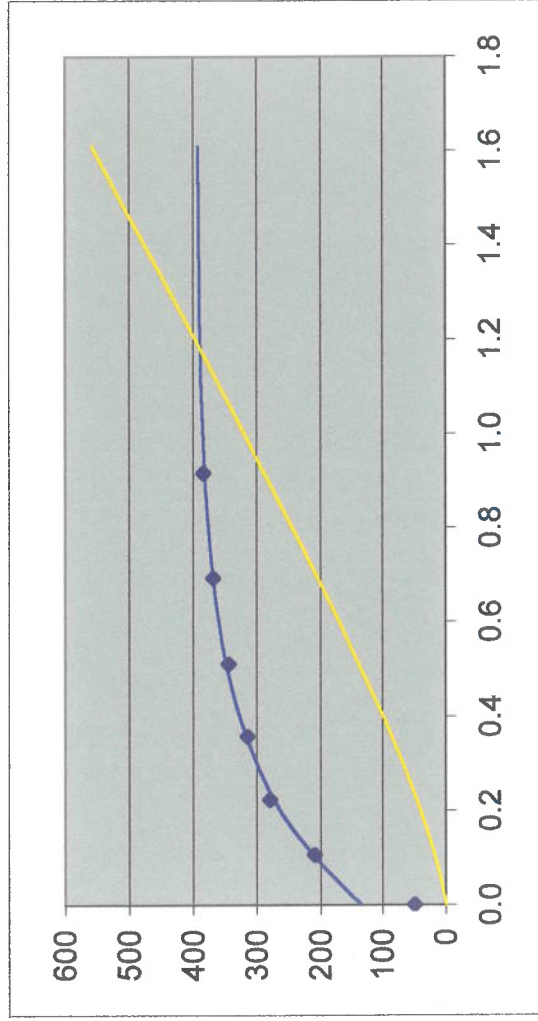
$\% \text{ C.I.} = (6394 / 9363) \times 100 = 68.29 \% \cong 68\%$

A continuación se puede apreciar los cálculos de la capacidad instalada para el Plan de Estirado A y el Plan de Estirado B.

Cálculos para determinar la Capacidad Instalada del Proyecto

$ \varepsilon_A $	$ \phi $	k_f	$k_{f\ est}$	error ²	a_{id}	A = 394.0837	133.8572
0.0%	0.000	50	133.9		0.00	B = -260.2265	
10.0%	0.105	210	212.8	7.66	18.51	C = -3.4293	
20.0%	0.223	280	273.0	48.75	47.36		
30.0%	0.357	315	317.5	6.24	87.01		
40.0%	0.511	345	348.9	15.54	138.59		
50.0%	0.693	370	369.9	0.01	204.32		
60.0%	0.916	385	382.8	4.64	288.49		
70.0%	1.204		389.9	82.84	399.80		
80.0%	1.609		393.0		558.67		

Dimensiones Iniciales		(3 7/8")	
De	98.000 mm	De billet	L billet
e	4.250 mm		200.000
Di	89.500 mm	Rel. extr.	V neto
Dm	93.750 mm		25.1
L	11.922 m		0.014923
Dimensiones finales		D Cu	
De	41.275 mm		8910 kg/m ³
e	1.524 mm		
Di	38.227 mm		
Dm	39.751 mm		
L	78.408 m		



Cálculo de la capacidad instalada para el Plan A de Estirado para 10 pasadas

Pase	ϕ A par	$ \varepsilon_A $	ϕ L par	$ \varepsilon_L $	merma		L (m)	L _{neto}	W _{merma}	W _{neto}	v (m/min)	t _{estirado} (min)	t _{muerto} (min)	t _{total} (min)	t _{tot acum} (min)	kg/h / línea
					0.5 m	0.5 m										
1	-0.2906	25.22%	0.2906	33.72%	15.94	15.44	4.17	128.79	35.00	0.30	0.76	0.76	0.76	0.76	10228.38	
2	-0.2050	18.54%	0.2050	22.76%	18.96	18.46	3.40	125.39	35.00	0.30	0.84	0.84	1.60	0.84	4710.82	
3	-0.1857	16.95%	0.1857	20.41%	22.22	21.72	2.82	122.57	35.00	0.30	0.93	0.93	2.53	0.93	2904.53	
4	-0.1776	16.27%	0.1776	19.44%	25.94	25.44	2.36	120.21	35.00	0.30	1.04	1.04	3.57	1.04	2018.47	
5	-0.1737	15.94%	0.1737	18.97%	30.27	29.77	1.99	118.22	75.00	0.30	0.70	0.70	0.70	0.70	10081.52	
6	-0.1716	15.77%	0.1716	18.72%	35.34	34.84	1.67	116.55	75.00	0.30	0.77	0.77	1.47	0.77	4741.51	
7	-0.1705	15.68%	0.1705	18.59%	41.32	40.82	1.41	115.14	75.00	0.35	0.90	0.90	2.38	0.90	2907.82	
8	-0.1699	15.62%	0.1699	18.52%	48.38	47.38	2.38	112.76	100.00	0.55	1.03	1.03	1.03	1.03	6544.40	
9	-0.1696	15.60%	0.1696	18.48%	56.14	55.14	2.01	110.75	100.00	0.55	1.11	1.11	2.15	1.11	3097.72	
10	-0.1694	15.58%	0.1694	18.46%	65.31	64.31	1.70	109.06	100.00	0.55	1.20	1.20	3.35	1.20	1954.25	
											9.30	total min				
											703.79	kg/h / línea				

Cálculos para determinar la Capacidad Instalada del Proyecto (Continuación)

Cálculo de la capacidad instalada para el Plan B de Estirado con 12 pasadas

Pase	DN	Phi A par	Phi A acum	Eps A	Phi L par	Eps L	L (m)	L _{neto}	W _{membr}	W _{neto}	v (m/min)	t _{estirado} (min)	t _{numero} (min)	t _{total} (min)	t _{total acum} (min)	kg/h	Factor	Datos iniciales	
0	1 1/2"	0.00000	0.00000	0.00%	0.00000	0.00%	64.31	63.81	0.85	108.21					0.00	1423.82			
1		-0.12865	-0.12865	12.07%	0.12865	13.73%	72.57	72.07	0.75	107.46	150	0.48	2.00	2.48	2.48			L _o	64.31 m
2	1 1/4"	-0.12865	-0.25730	12.07%	0.12865	13.73%	81.97	81.47	0.66	106.81	150	0.55	2.00	2.55	5.03	1273.99	1.1176	L _{membr}	0.5 m
3		-0.15030	-0.40760	13.96%	0.15030	16.22%	94.68	94.18	0.56	106.24	150	0.63	2.00	2.63	7.66				
4	1"	-0.15030	-0.55790	13.96%	0.15030	16.22%	109.45	108.95	0.49	105.76	175	0.63	2.00	2.63	10.29	616.84	2.3062	ρ _{cu}	8910 kg/m ³
5		-0.18200	-0.73990	16.64%	0.18200	19.96%	130.70	130.20	0.40	105.35	175	0.75	2.00	2.75	13.03				
6	3/4"	-0.18200	-0.92190	16.64%	0.18200	19.96%	156.19	155.69	0.34	105.01	175	0.89	2.00	2.89	15.93	395.62	3.5989		
7		-0.23380	-1.15570	20.85%	0.23380	26.34%	196.70	196.20	0.27	104.75	175	1.12	2.00	3.12	19.05				
8	1/2"	-0.23380	-1.38950	20.85%	0.23380	26.34%	247.87	247.37	0.21	104.54	200	1.24	2.00	3.24	22.29	281.39	5.0599		
9		-0.18155	-1.57105	16.60%	0.18155	19.91%	296.62	296.12	0.18	104.36	200	1.48	2.00	3.48	25.77				
10	3/8"	-0.18155	-1.75260	16.60%	0.18155	19.91%	355.07	354.57	0.15	104.21	200	1.78	2.00	3.78	29.55	211.61	6.7285		
11	5/16"	-0.22630	-1.97890	20.25%	0.22630	25.40%	444.61	444.11	0.12	104.09	200	2.22	2.00	4.22	33.77	184.93	7.6990		
12	1/4"	-0.22630	-2.20520	20.25%	0.22630	25.40%	556.90	556.40	0.09	104.00	200	2.78	2.00	4.78	38.56	161.84	8.7977		
															38.56 total min				
										5.05 kg/tubón									

8.5 Resguardo de la Calidad

8.5.1 Calidad de insumo, de proceso y del producto

El insumo requerido para el proceso, como se señaló en el capítulo 5, es el cátodo de cobre que debe ser de acuerdo a la norma estándar ASTM B115. Es posible, también, utilizar chatarra de cobre pero debe tener un nivel de alta pureza grado A para que pueda intervenir en el proceso productivo.

Es necesario agregar que los cátodos de cobre deben encontrarse dentro de un rango específico de parámetros físicos, como se detalló en el capítulo 5.

Cabe resaltar que un aspecto importante de la calidad es la tolerancia del espesor del tubo. En muchos casos ha sucedido, que debido al hecho de que la variación del espesor va en forma de espiral alrededor del tubo enrollado. Es importante mantener estas variaciones dentro de un rango de alrededor de $\pm 4\%$.

Todo lo dicho anterior nos ha servido de una forma introductoria, pero para la obtención de productos de buena calidad que cumplan los requisitos internacionales, se deberá realizar pruebas de control de calidad durante el proceso de fabricación. Las pruebas a realizar son las siguientes:

Análisis Espectrofotométrico

Se aplica este ensayo para evitar cuantitativamente la composición de la muestra. Para ello se utilizará el espectrofotómetro de absorbancia atómica.

Análisis Metalográfico

Se efectúa sobre pruebas para comparar microestructuras y estado de deformación. Para llevar a cabo esto, se utilizará el microscopio y para poder tener información permanente se podrá utilizar una cámara fotográfica especial adaptada al microscopio para poder sacar una impresión del ordenamiento de los granos

Para llevar a cabo esto se efectúa los siguientes pasos:

1. Cortes: Para efectuar los cortes convenientes de los productos, se aconseja realizar sobre abundante refrigeración, con avances lentos y de baja presión, específicamente en el cobre, en el estado de recocido.
2. Desbaste y pulido: El desbaste previo es efectuado con lija abrasiva 600 con lubricante (agua), pudiendo seguir el pulido o ataque para micrografía. En el desbaste manual o mecánico final, es conveniente el empleo de lubricantes como por ejemplo vaselina, parafina, con o sin kerosene o eventualmente con alcohol etílico. Las limpiezas intermedias se efectúan sobre un chorro de agua, después con parafina, alcohol, finalizando con acetona. Los pulidos finales son con un abrasivo de alúmina hasta 0,3 micras, con tejidos de nylon para el cobre para evitar contaminaciones y deposición de metales anódicos con relación al cobre.
3. Examen de inclusiones: Para detectar la presencia de inclusiones, de óxidos, plomo, bismuto, etc, es deseable observar la superficie sin ataque. Entretanto, para evitar dudas de anomalías en el pulido, es conveniente un leve ataque

químico después de la preparación normal y enseguida un repulido para mejorar la interpretación.

A continuación se puede apreciar los agentes químicos para micrografía de las aleaciones de cobre:

- Persulfato de amonio. Este reactivo con 10% de amonio en solución permite un ataque uniforme en latones y adicionando un 25% de amonio el ataque es acelerado. Las probetas deben ser inmersas en el reactivo de 30 segundos a 1 minuto, posteriormente lavado en agua y alcohol. La solución debe ser reciente y es especial para latones tipo α .
- Hidróxido – persulfato de amonio (densidad 35% de concentración 0,88) – 1 parte, persulfato de amonio (sol 2%) 2 partes, agua destilada 1 parte. La probeta es inmersa en la mezcla, resultando un pronunciado efecto relieve, que depende de la orientación cristalográfica de los granos.
- Dicromato de potasio. Dicromato de potasio 2 g, ácido sulfúrico 8 ml, cloruro de sodio 4 ml, agua 100 ml. Es un reactivo propio para el cobre y aleaciones de cobre con berilio, manganeso, silicio y cuproníquel. Debe ser seguido por un ataque en cloruro férrico u otro reactivo de contraste.

Los defectos que pueden ocurrir en el cobre y sus aleaciones, vistas a través de observaciones macroscópicas y microscópicas, están relacionados con lo que se muestra a continuación, donde nos indica la principal modalidad vinculada a causas y aspectos estructurales de éstos defectos.

Defectos indicados en el Cobre por la Metalografía

Aleación ó Metal	Examen Metalográfico	Causas	Defectos
Cobre	Exceso de glóbulos de Cu_2O (200X)	Desoxidación insuficiente	Posible rigidez

Fuente: Metalografía y propiedades de los metales industriales. ABRIGO, Yoni. 1993

Ensayo de Tracción

Esta se aplicará a los productos para comprobar las propiedades mecánicas del material. Para estas pruebas se necesitará una máquina de pruebas de tracción y éstas se realizarán siguiendo las consideraciones de la norma ASTM 8.

Ensayo de Dureza

Se comprobará la dureza de los productos los cuales deberán arrojar valores establecidos en estándares internacionales. Para ello se utilizará el Durómetro siguiendo los estándares dictados en la norma ASTM E92 (Vickers), ASTM E10 (Brinell) y ASTM E18 (Rockwell).

8.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción

En primer lugar se tocará los principales defectos que aparecen en la producción para luego establece un sistema de calidad adecuado para la producción.

1. En la extrusión del cobre, el más importante defecto es la formación de huecos (vacíos) en la parte central posterior del producto extruído, debido a la mayor velocidad del flujo del metal en el centro. Éste es un defecto que no debe estar presente en tubos de cobre de buena calidad. Existen dos métodos para lograr corregir éstas fallas:
 - Dejar de extruir un buen trozo de billet que dependiendo de la reducción de área, será entre 2" y ½", material que se desperdiciará indefectiblemente y será conducido a fundición.
 - Extruir totalmente el billet, dejando menos de ½" sin extruir pero sometiendo a los productos extruídos a una revisión que se lleva a cabo cortando mediante una sierra fina y pulidora, la cola del producto hasta que aparece el hueco defecto.

Entre estos dos métodos, el más económico es el segundo, puesto que sólo se perdería el material positivamente fallado, mientras en el primer caso, por lo general se pierde más material del necesario por tener un factor de seguridad en la calidad del producto.

2. Formación de ampollas en la superficie. Este defecto se presenta a menudo en la extrusión del cobre electrolítico.
Las posibles causas son:
 - Exceso de lubricante, tanto en el contenedor, matriz o disco empujador, que permite el entrapamiento de aire por el metal.
 - Contenedor no cilíndrico deformado por la extrusión que se ha vuelto cóncavo por la presión ejercida en su parte central en donde queda aire que luego es arrastrado por el metal.
 - Desalineado de la prensa: pistón – contenedor – matriz.
 - Exceso de temperatura y velocidad que no permite el escape de los gases del material.
 - Fundición del billet: si se ha dejado muy poroso, el aire allí atrapado formará las ampollas al ser extruído.
3. Diferencia de propiedades estructurales a lo largo del producto extruído. Este defecto aparece cuando la extrusión se lleva a cabo con diferentes regímenes de presión, velocidad y temperatura que hacen que el flujo de material no sea uniforme (el material no trabaja uniformemente) con la consecuencia de obtener diferentes propiedades, como dureza, elongación, tamaño de grano, etc, en una misma barra. Así mismo, es conveniente verificar en el caso de matrices de varios orificios, las dimensiones de estos, puesto que al estar unos más abiertos que otros, el material trabaja en forma diferente en cada orificio.
4. Superficie rugosa e impurezas. Este defecto aparece por diferentes motivos tales como:
 - Matriz no apropiadamente pulida ó deteriorada.
 - Demasiadas impurezas en la fundición del billet, que por el proceso de extrusión tienden a ir a la superficie.
 - Poca tolerancia entre el diámetro del contenedor y el disco empujador no dejando formar una "camiseta" suficiente del material que forma la superficie del billet al ser extruído.
5. Descentramiento. Este defecto aparece debido a uno de los siguientes factores:

- Lubricación de la matriz no uniforme con lo cual habrá mayor flujo de metal en el lado más lubricado.
 - Desalineamiento de la prensa, es decir entre los ejes de la matriz, el contenedor y el pistón empujador, no están alineados convenientemente.
 - Temperatura no uniforme del billet.
6. Variaciones de las dimensiones de los productos extruídos. Este defecto es debido a los siguientes factores:
- Diferente temperatura de extrusión entre cada billet, que se evita controlando convenientemente el calentamiento de cada billet a fin de que sea uniforme para todos.
 - Deformación de las matrices durante el trabajo, ya sea por su diseño que deja partes débiles o por exceso de presión.

Una vez visto los defectos en la calidad y sus causas en el proceso de producción procederemos analizar el establecimiento de un sistema adecuado de calidad para el proceso.

Es necesario que se implante un sistema de calidad adecuado en la planta de tal manera que se logre una reducción de costos, por medio de una minimización de reprocesos, errores, demoras y mejor utilización del tiempo de la máquina y los materiales; y un aumento de productividad que a su vez traerá como consecuencia la captura de un mayor mercado, lo que finalmente aumentará las utilidades.

La base de este trabajo se logrará por medio de la aplicación de los cuatro principios absolutos de la calidad. Estos son los siguientes:

- La calidad es sinónimo de cumplir con los requisitos. Para ello se deben de conocer a fondo los requisitos y los procesos.
- El sistema de calidad es una prevención no una verificación, para lo cual es necesario un adiestramiento de todo el personal de la planta.
- El estándar de realización es cero defectos. No existen las fallas ni los reprocesos.
- La calidad no es medida por índices o estadísticas; la medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

Para lograr un sistema de calidad óptimo se debe de tomar en cuenta las características en el diseño del producto, entre las cuales se tiene:

- a) Función: El diseño debe de satisfacer únicamente las necesidades del cliente.
- b) Apariencia: Debe ser la indicada para los mercados a la cual se dirige el producto.
- c) Tamaño y Forma: Deben de ser compatibles con la función y por consiguiente deben de ser aceptados por el mercado.
- d) Confiabilidad: El producto debe tener un funcionamiento normal y un ciclo de vida determinado.
- e) Costo: El costo del producto debe ir de acuerdo al mercado al que se dirige.
- f) Operatividad: El producto debe de estar en el momento y el lugar adecuado, al alcance del cliente.
- g) Productividad: El diseño del producto debe permitir la producción del mismo con calidad y rapidez.

- h) Efectos sobre el medio ambiente: La fabricación del producto y el producto en sí no deben deteriorar el medio ambiente ni ser un peligro para los obreros y el consumidor.

Por otro lado, debe de elaborarse un manual de calidad que defina claramente los objetivos y políticas de la empresa y dé un alcance del sistema de calidad descrito. La alta dirección debe de encontrarse altamente comprometida con el proyecto de calidad y debe de expresar su apoyo al sistema.

Las herramientas a utilizarse para lograr los propósitos de calidad son variadas.

- a. Diagrama de Flujo: Es una figura de un proceso que muestra la secuencia de etapas del mismo. Ayudan a las personas que intervienen en el proceso a comprenderlo mucho mejor y con mayor objetividad.
- b. Hojas de verificación: Son tipos especiales de formas de recopilación de datos en las que se pueden interpretar los resultados en forma directa y sin mayor trabajo.
- c. Gráfico de Frecuencias: Es un método de control estadístico que permite observar el comportamiento de alguna variable del proceso o producto que determine alguna característica de calidad.
- d. Diagrama de Pareto: Es un método que muestra las características de un suceso en forma ordenada, desde la mayor frecuencia hasta la menor. Nos permite distinguir entre las características más importantes y las menos importantes.
- e. Diagrama Causa – Efecto: Es un análisis de las causas que pueden ocasionar cierto resultado, ya sea un problema o un objetivo.
- f. Diagrama de Dispersión: Son el componente gráfico del análisis de regresión. Señalan las relaciones importantes entre las variables del estudio.
- g. Gráficos de control: Es una herramienta gráfica para representar el estado de control de un proceso. Sirve para apreciar el comportamiento de una variable en diferentes situaciones o períodos de tiempo.

8.6 Estudio de Impacto Ambiental

El impacto del proyecto en el medio ambiente es un punto importante a desarrollar debido a que en la actualidad los niveles de contaminación en el planeta han aumentado en forma acelerada. Esto es debido al rápido desarrollo de la industria en el planeta. El hombre ha empleado cada vez mayores cantidades de agua y aire, arrojando inconscientemente desperdicios y desechos a las riberas de los ríos y contaminando el aire con humos y vapores.

Es necesario detener esto y planificar la forma de producir de una manera más limpia y consciente. En el presente la ventaja competitiva implica no sólo lograr procesos más eficientes e incorporar las variables de calidad total sino también la de tomar en cuenta los costos que ello involucra, incluyendo el del medio ambiente.

Es necesario tomar en cuenta el medio ambiente interior, es decir, el ambiente dentro de la planta. Principalmente se debe tomar en cuenta cualquier emanación tóxica proveniente del horno de fundición.

Por otro lado, con relación al medio ambiente exterior se debe tomar en cuenta éstas emanaciones así como la contaminación por aguas residuales y la eliminación de desechos sólidos.

8.7 Seguridad Industrial

La seguridad industrial aplicada al proyecto se divide en varios aspectos.

1.- **Seguridad ocupacional:** Esta se refiere al conjunto de actividades y acciones destinadas a minimizar los riesgos inherentes a todo trabajo, ya sea fuerza de trabajo, equipos o maquinarias, instalaciones, materiales y medio ambiente. Las tareas básicas de la seguridad ocupacional son:

- Confección del reglamento interno de seguridad e higiene.
- Organización del comité de seguridad de la empresa.
- Desarrollo del planeamiento de seguridad, con el fin de minimizar el riesgo de la seguridad laboral.
- Establecimiento de procedimientos y operaciones seguras y perfiles de seguridad en cada una de las actividades industriales.
- Preparación de estadísticas de accidentes e incidentes.

2.- **Higiene Industrial:** Es el conjunto de actividades destinadas al reconocimiento, evaluación y control de los agentes en el medio laboral que pueden causar trastornos en la fuerza laboral o en los miembros de la comunidad. Las tareas a realizar son las siguientes:

- Desarrollo de los manuales básicos de higiene, limpieza y orden.
- Medición y control del grado de impacto ambiental generado por la operación de la empresa.
- Control de las principales variables ambientales del lugar de trabajo: ruido, temperatura, humedad, calidad de aire, iluminación, etc.
- Control y estadística de las posibles causas de enfermedades ocupacionales.

3.- **Defensa contra incendios:** Es la seguridad en contra y la prevención de incendios y detección y control de incendios existentes, evacuación, salvataje y reacondicionamiento del local. Las tareas básicas se describen a continuación:

- Desarrollo del plan de protección y prevención de incendios.
- Análisis constantes de situaciones de riesgo en lo referente a incendios.
- Convenios con organismos de apoyo en emergencias.
- Asesoramiento para la aplicación del proyecto.

4.- **Defensa contra desastres:** Preparación previa para discriminar al máximo los efectos de desastres naturales (terremotos, inundaciones, huaycos, etc.), mediante la educación, previsión, el planeamiento y el entrenamiento para el control del desastre. Las tareas a realizar son:

- Preparar planes para la empresa para hacer frente para prevenir los desastres naturales y reducir al mínimo sus posibles consecuencias.
- Establecer una red de apoyo con otras empresas del sector para hacer frente común a cualquier desastre que se presente.
- Educar al personal para que sepa como se debe actuar en casos de desastre.

5.- **Protección interna:** Son las actividades realizadas con el fin de proteger el capital humano, la propiedad y los bienes de actos delictivos (robo, sabotaje, vandalismo, etc.). Las tareas a realizar son:

- Confección del plan de protección física de la empresa.
- Desarrollo del manual de vigilancia integral de la empresa.

6.- **Protección contra actos internos:** Son las actividades que tienen como fin proteger a la empresa de actos de descontento, rebeldía, etc; que puedan afectar a la propiedad o los bienes de la empresa.

8.8 Mantenimiento

El sistema de mantenimiento del proyecto es de gran importancia ya que el nivel competitivo del entorno y los requerimientos de calidad son cada vez mayores, existe una creciente necesidad de ser eficiente, los programas de entrega son mas ajustados y los controles de producción más estrictos, hay mayores exigencias de seguridad y de control al problema ambiental, existe una necesidad de obtener lo mejor y usar lo máximo del personal y los bienes de capital y materiales, los inventarios de partes y suministros, así como la complejidad de equipos, aumentan y en especial importancia existe una gran relevancia del costo de mantenimiento ya que éste influye en todos los costos de la empresa.

Un buen programa de mantenimiento garantiza la fiabilidad de la maquinaria, asegura la calidad técnica, optimiza la vida útil de las máquinas, garantiza un costo mínimo por producto defectuoso y de inventario de repuestos, minimiza el requerimiento de efectivo para el mantenimiento, facilita la formulación de un calendario para inversiones, promueve la calidad total y asegura la integridad física y la salud de los trabajadores de la empresa.

- **Sistema de Mantenimiento:**

El sistema de mantenimiento a aplicarse para el proyecto será una mezcla de mantenimiento preventivo y de mantenimiento reactivo.

Algunos equipos de menor importancia y riesgo podrán tener un sistema reactivo de mantenimiento, que es simplemente la reparación de averías en las máquinas y el resto de la maquinaria, especialmente la que se encuentra involucrada directamente en el proceso productivo, recibirá un mantenimiento preventivo, es decir planificado.

El mantenimiento preventivo implica operaciones de rutina como la lubricación, limpieza, inspección, pruebas, ajustes, servicio técnico, reemplazo de componentes y reparaciones menores, y operaciones mayores como el desmontaje parcial del equipo, el reemplazo de las piezas, uso de distintas herramientas y paradas programadas de equipos.

Este tipo de mantenimiento exige un mayor nivel de habilidades por parte del personal del área de mantenimiento, un mayor tiempo de ejecución, una correcta planificación y una mayor participación por parte del operario de la máquina.

El mantenimiento preventivo es un mantenimiento planificado que reduce los costos totales, minimizando paralizaciones y depreciación del equipo: implica un costo de inspección, corrección, conservación, paralización y daños en equipos.

- **Estrategia**

La implementación de una mezcla de mantenimiento reactivo y preventivo implica una estrategia que debe seguir los siguientes pasos:

- a. *Organización del mantenimiento:* Formula las tareas individuales y organiza los procesos.
- b. *Planificación:* Establece un plan de trabajo tomando en cuenta los requerimientos, la cantidad y calificación de personal y los recursos físicos. Esta planificación proporciona el plan de trabajo de mantenimiento y diversos documentos como: presupuestos, hojas de materiales, personal y métodos de trabajo. Esto planifica el tipo de mantenimiento a desarrollar, el personal, las herramientas y equipos, los repuestos y suministros, y los costos.
- c. *Conducción operativa:* Es la disposición de los recursos mediante las órdenes de trabajo y los cronogramas, el control del proceso de mantenimiento verificando el estado real de las máquinas, la disposición de recursos, las fechas, los costos y la seguridad y la garantía del cumplimiento de éstos y de los objetivos de calidad, productividad y oportunidad. Programa la mano de obra, los materiales, los procedimientos y las paralizaciones.

8.9 Programa de Producción

Una vez determinada la capacidad de planta para el proyecto se debe de determinar los programas de producción que dependen del tipo de producto, sus características y el comportamiento del mercado. Lo recomendable es lograr programas de producción para medianos plazos y relacionándolo con la vida útil del proyecto.

La determinación del programa de producción debe hacerse tomando parte de la capacidad instalada de la planta. No es recomendable que en los primeros años del proyecto se considere el 100% de la capacidad instalada ya que es necesario un período de aprendizaje del operario para adaptarse a la máquina y debería de hacerse en forma gradual de turno en turno si fuera el caso.

8.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto se ha considerado que sea de 10 años. Se piensa que éste período de tiempo, es un tiempo óptimo para que se llegue a producir a un nivel alto de capacidad de la planta.

8.9.2 Porcentaje de utilización anual de la capacidad instalada.

La capacidad de cada departamento se ha calculado sobre la base de 6576 hr/año de operación de cada máquina.

El porcentaje de utilización se obtiene de dividir la producción entre la capacidad instalada.

A continuación se muestra el cuadro resumen del porcentaje de utilización de la capacidad instalada. Pero en la siguiente página se mostrará con mayor detalle el porcentaje de utilización de la capacidad instalada. En el Cuadro 8.5.

Cuadro 8.4: Cuadro resumen de los % de capacidad instalada

AÑO	Producción de tubos Tonelada / año	Capacidad instalada Tonelada / año	Utilización %
1	889	9363	68
2	896	9363	69
3	1301	9363	100
4	1301	9363	100
5	1301	9363	100
6	1301	9363	100
7	1301	9363	100
8	1301	9363	100
9	1301	9363	100
10	1001	9363	100

CUADRO 8.5: CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Dimensiones Nominales ¹	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1/4"	146.160	147.300	213.953	213.953	213.953	213.953	213.953	213.953	213.953	213.953
5/16"	466.910	470.600	684.636	684.636	684.636	684.636	684.636	684.636	684.636	684.636
3/8"	98.310	99.090	143.925	143.925	143.925	143.925	143.925	143.925	143.925	143.925
1/2"	160.640	161.900	233.982	233.982	233.982	233.982	233.982	233.982	233.982	233.982
1"	16.980	17.110	24.855	24.855	24.855	24.855	24.855	24.855	24.855	24.855
Producción de Productos Finales (tubos) en Tm.	889	896	1301	1301	1301	1301	1301	1301	1301	1301
Producción necesaria de tubos cobre de 1 1/2" en Tm.	6394.106	6444.469	9363.002	9363.002	9363.002	9363.002	9363.002	9363.002	9363.002	9363.002
Capacidad Instalada en tubos de cobre de 1 1/2" en Tm.	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000
% de Utilización de la C.I.	68%	69%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

1/: Los datos de los diámetros nominales están en Tm
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2002

8.9.3 Programa de Producción para la vida útil del Proyecto

El programa de producción para la vida útil del proyecto se muestra en el siguiente cuadro. Aquí no se considera los cálculos de stock de seguridad ya que se tratará de reducir éstos al mínimo para reducir los costos de almacenamiento.

Cuadro 8.6: Programa de Producción para la vida útil del Proyecto

AÑO	Toneladas
2005	889
2006	896
2007	1301
2008	1301
2009	1301
2010	1301
2011	1301
2012	1301
2013	1301
2014	1301

8.10 Requerimientos de Insumos, Personal y Servicios.

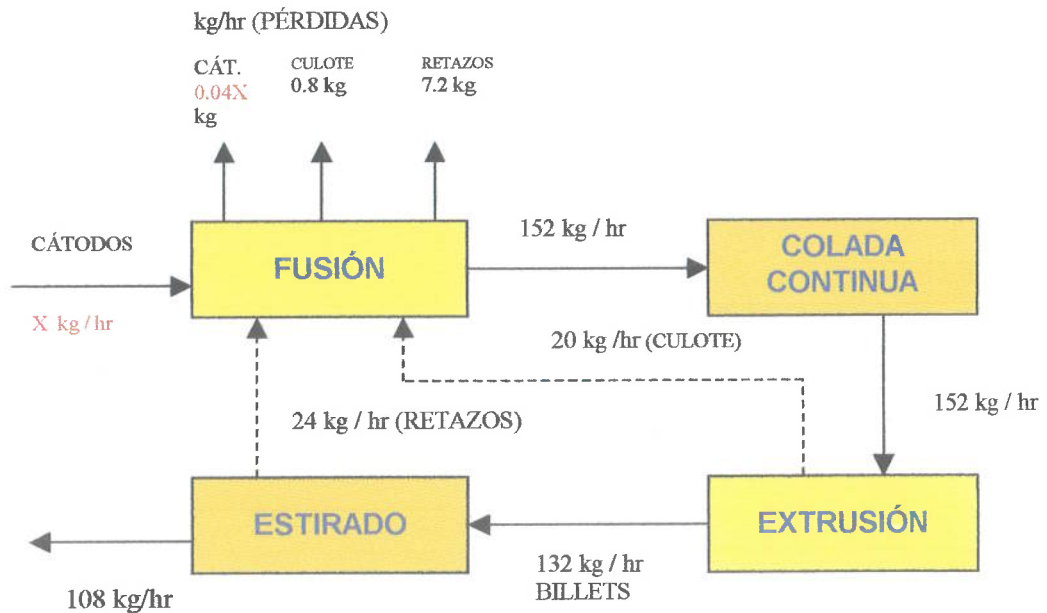
8.10.1 Insumos y otros materiales.

Basándose en los procesos productivos descritos para la planta y considerando el programa de producción indicado, se sabe que las materias primas que utilizará la planta serán cobre y chatarra de cobre en mucha menor proporción.

a) Cobre.

Es la principal materia prima de la planta. En el Cuadro 8.5, se determinó cuantas toneladas de cobre catódico se necesitaban para cada producción final de toneladas de tubos por año de producción. A continuación se procederá hacer un esquema para reflejar mejor la cantidad de cobre catódico necesario que debe entrar al horno de fundición por cada kg/hr que sale para el estirado.

Esquema 8.1: Balance para determinar el Factor: Insumo / producto



$$X + 24 + 20 = 152 + 0.8 + 7.2 + 0.04X$$

$$0.96 X + 44 = 160$$

$$X = 120.83$$

$$\text{Factor (Insumo / Producto)} = 120.8 / 108 = 1.1185$$

Luego de determinar el Factor Insumo / Producto en el Cuadro 8.7 se pueden observar las cantidades necesarias de cátodos que deben entrar al horno de fundición, por cada año de vida útil del proyecto.

b) Chatarra de cobre

Esta materia prima será parte del proceso de fundición en la preparación de los billets hasta un máximo de 30% de la producción.

CUADRO 8.7: REQUERIMIENTO DE INSUMOS PARA CUMPLIR CON LA PRODUCCIÓN

Descripción	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Producción de Productos Finales (tubos) en Tm.	889	896	1301	1301	1301	1301	1301	1301	1301	1301
Producción necesaria de cobre en Tm.	6394.106	6444.469	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000
Capacidad Instalada Tm	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000	9363.000
% de Utilización de la C.I.	68%	69%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
FACTOR (Insumo / Producto)	1.1185									
Cantidad de Insumo necesario en Tm.	994	1002	1455	1455	1455	1455	1455	1455	1455	1455
Cantidad de cobre catódico (70% del insumo) Tm.	696	702	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018	1018
Cantidad de chatarra de cobre (30% del insumo) Tm.	298	301	437	437	437	437	437	437	437	437

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2002

8.10.2 Operarios y trabajadores indirectos.

Se ha considerado 3 categorías para la determinación de la mano de obra directa y mano de obra indirecta ó de mantenimiento que son: operarios calificados, operarios semicalificados y operarios no calificados.

Como ya hemos mencionado anteriormente la planta tiene tres departamentos principales de producción que son: Fundición y Moldeo, Extrusión y Estirado. El departamento de Estirado se subdivide en dos secciones a su vez: Estirado Intermedio y Estirado Final. Algunas de las máquinas requieren de un solo operador, otros de dos y en algunos casos deberá tenerse un hombre disponible para minimizar las demoras o interrupciones a la producción. En cada uno de los departamentos de producción se ha considerado que el personal tenga experiencia a fin de que la planta sea operada eficientemente.

En el Cuadro 8.8 se presenta los requerimientos de operarios y trabajadores indirectos.

Cuadro 8.8: Requerimiento de Personal – Área de Producción

Departamentos	Operarios y trabajadores Indirectos
Departamento de Fundición y Moldeo	3
Departamento de Extrusión	3
Departamento de Estirado Intermedio	8
Departamento de Estirado Final	9
Departamento de Matricería	1
Departamento de Mantenimiento y Servicios Auxiliares	1
Departamento de Compras, almacén y suministros	2
Departamento de Planeamiento y Control de la Producción	1
Total	28

FUENTE: Elaboración Propia.2002

En el Cuadro 8.9 se presenta el desagregado de personal para cada Departamento.

Cuadro 8.9: Operarios y trabajadores indirectos desagregados por Departamento.

DESCRIPCIÓN	A	B	C	Total
Departamento de Fundición y Moldeo				
Manipuleo de Materiales				
Pesado del material				
Horno de Fundición	1			
Máquina de colada	1			
Cortado y apilado				
Montacarga		1		
Sub – Total	2	1	0	
Total				3
Departamento de Extrusión				
Horno calentador de billets		1		
Prensa Extrusora	1			
Mesa de salida			1	
Sub – Total	1	1	1	
Total				3
Departamento de Estirado Intermedio				
Banco de estirado de 90,000 Lbs.	1		1	
Banco de estirado de 50,000 Lbs.	1		1	
Banco de estirado de 25,000 Lbs.	1		1	
Sierra N°1		1		
Puente – Grúa N°1		1		
Sub – Total	3	2	3	
Total				8
Departamento de Estirado Final				
Bloque de estirado horizontal	1			
Enrolladora		1		
Enderezadora 916		1		
Enderezadora 922		1		
Horno de recocido		1		
Sierra N°2		1		
Puente – Grúa N°2		1		
Almacenaje y embalaje		1		
Montacarga		1		
Sub – Total	1	8	0	
Total				9
Departamento de Laboratorio				
Asistente	1			
Sub – Total	1	0	0	
Total				1
Departamento de Matricería				
Electroerosionadora	1			
Horno de calentamiento				
Soldadura				
Taladro				
Sub – Total	1	0	0	
Total				1
Departamento de Mantenimiento y Servicios Auxiliares				
Bombas de Agua				
Compresor de aire				

(Continuación)				
Torno	1			
Subestación eléctrica				
Horno de tratamiento térmico				
Sub – Total	1	0	0	
Total				1
Departamento de compras, almacén y suministros				
Asistente de almacén		1		
Asistente administrativo	1			
Sub – Total	1	1	0	
Total				2
Departamento de Planeamiento y Control de la Producción				
Asistente administrativo	1			
Sub – Total	1	0	0	
Total				1
TOTALES				
	12	13	4	29

A: Operario Calificado
B: Operario Semicalificado
C: Operario no calificado

8.10.3 Servicios de Terceros.

- Energía Eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

a) Energía Eléctrica

El cálculo detallado de los requerimientos de energía eléctrica para la planta de producción se efectuó tomando en consideración los datos técnicos proporcionados por la empresa que cotizó los equipos y los cuáles se indican en la sección 8.3.2 Diseño y Cálculo detallado.

Los cálculos detallados de los requerimientos de energía eléctrica para la planta se presenta en el Cuadro 8.10. y en el Cuadro 8.11.

Analizando el cuadro 8.10, la Potencia requerida para el funcionamiento de la planta con un factor de simultaneidad = 1, es de 3753.91 kW. Por lo que la subestación de energía eléctrica deberá tener una Potencia Mínima de 4000 kW. Siendo esta potencia la potencia requerida con la empresa eléctrica suministradora de energía eléctrica.

b) Agua

El cálculo de los requerimientos de agua para la planta se efectúa basándose en los datos proporcionados por la empresa que nos cotizó las maquinarias. Se tiene los principales sistemas que son: el agua de recirculación, reposición y el agua para lavados.

El agua de recirculación se empleará para el enfriamiento de los equipos y su consumo está dado por el consumo de las maquinarias. El agua de reposición es la cantidad necesaria para reponer las pérdidas por evaporación y derrames. Se calcula una reposición de agua para el sistema de recirculación de 10%. El agua de servicios se empleará en los baños, comedor, duchas, etc.

Cuadro 8.10: Cálculo de la energía eléctrica requerida por la planta en una (1) hora

EQUIPO	Especificación Técnica	POTENCIA	Factor de simultaneidad	Energía (kW - hr)
orno de retención	349.70 kW	349.70 kW	0.80	280.00
orre de enfriamiento	70.00 kW	70.00 kW	0.80	56.00
orno de inducción de canal	600.00 kW	600.00 kW	0.60	360.00
orno de inducción de canal (continuado)	176.00 kW	176.00 kW	0.60	105.60
obinador (motor de impulso)	60.00 kW	60.00 kW	0.80	48.00
orno de inducción (extrusora)	1200.00 kW	1200.00 kW	0.60	720.00
anco de estirado (90,000 lbs)	300.00 HP	223.50 kW	0.80	178.80
anco de estirado (50,000 lbs)	250.00 HP	186.25 kW	0.80	149.00
anco de estirado (25,000 lbs)	150.00 HP	111.75 kW	0.80	89.40
anco de estirado horizontal	125.00 HP	93.13 kW	0.80	74.50
nderezador 916	6.00 HP	4.47 kW	0.80	3.58
nderezador 922	6.00 HP	4.47 kW	0.80	3.58
obinador plano de tubos	10.00 HP	7.45 kW	0.80	5.96
orno de recocido	100.00 kW	100.00 kW	0.50	50.00
orno de calentamiento	2.00 kW	2.00 kW	0.50	1.00
smeril	1.00 HP	0.745 kW	0.50	0.37
erra Kalamazo	3.00 HP	2.24 kW	0.50	1.12
ectroerosionadora	8.00 KV	6.40 kW	0.50	3.20
ombas de agua (2)	80.00 HP	59.60 kW	0.50	29.80
orno	4.00 HP	2.98 kW	0.50	1.49
orno de tratamiento térmico	15.00 kW	15.00 kW	0.50	7.50
omputadoras (18)	0.20 kW	3.60 kW	0.95	3.42
uente - Grúa VINCA N°1	11.04/1.94 kW	11.04 kW	0.80	8.83
uente - Grúa VINCA N°2	11.04/1.94 kW	11.04 kW	0.80	8.83
ompresor de aire (1)	3.00 HP	2.24 kW	0.50	1.12
TOTAL		3753.91 kW		2191.10

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2002.

Cuadro 8.11: Consumo de energía eléctrica (kW-h/año)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Nº Total Horas	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00
% Utilización C.I.	68.00%	69.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Nº Horas Disponibles	4471.68	4537.44	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00	6576.00
Energía requerida (kW - hr)	2191.1									
Consumo de energía (kW - año)	9797898.048	9941984.784	14408673.6	14408673.6	14408673.6	14408673.6	14408673.6	14408673.6	14408673.6	14408673.6
Redondeando a cero dec.	9797898	9941985	14408674	14408674	14408674	14408674	14408674	14408674	14408674	14408674
Consumo de energía (Mw - año)	9.80	9.94	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41

1000000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2002.

Cuadro 8.12: Análisis del Agua Potable de Lima (Sedapal)

Item	
Calcio	213 ppm CaCO ₃
Magnesio	45 ppm MgCO ₃
Dureza Total	258 ppm
Alcalinidad	
AP = (P) = Parcial	2400 ppm
AT = (T) = Total	4000 ppm
2AP – AT = Hidróxida	800 ppm
Dióxido de Carbón libre CO ₂	16 ppm
Total Fe	0.1 ppm
Silicio SiO ₂	6
Turbiedad después movimiento	30
T.D.S. (Sólidos totales disueltos)	0.325 g/L
Olor	0
pH	7.2

Fuente: Lima Water Análisis. THE PERMUTIT COMPANY LABORATORIES. 1990.

Además se debe de tomar en cuenta que el agua en si no puede ser suministrada al sistema sin haber tenido un tratamiento para ablandar dureza.

Como se sabe, para poder abastecer la planta de suficiente agua para su funcionamiento se deberá perforar un pozo. El agua subterránea proviene de la filtración de las aguas meteóricas por las capas de la tierra, acumulándose en depósitos o ríos subterráneos. Su composición es muy variable y es función de la composición de las tierras por las cuales se va filtrando.

Cuadro 8.13: Análisis del Agua Cruda de Pozo en la Costa

Item	
Dureza total ppm CaCO ₃	700
Dureza cálcica ppm CaCO ₃	400
Dureza magnésica ppm MgCO ₃	300
Alcalinidad "P" ppm CaCO ₃	0
Alcalinidad "M" ppm CaCO ₃	35 – 70
Calcio como Ca ppm	160
Magnesio como Mg ppm	73
Cloruros como Cl ppm	35
Sílice como SiO ₂ ppm	5
Sulfatos como SO ₄ ppm	600
Nitratos como NO ₃ ppm	5
Sólidos totales disueltos ppm	2300
Valor pH a 25°C	6.7 – 7.4
Fierro como Fe ppm	1
Manganeso como Mn ppm	2

Fuente: Tratamiento de aguas industriales. VERGARA, Francisco. 1989

Para el ablandamiento se usará el método del intercambio catiónico o zeolitas, caracterizada por la presencia en su molécula de radicales de función ácida, sulfónica o carboxílica, tipo HSO₃⁻ ó HCO₂⁻ capaces en fijar cationes minerales u

orgánicas y de intercambiarlas entre sí, o por un ión hidrógeno. Podemos citar dentro de estos a:

- Intercambiador de cationes sintéticos, éstos pueden clasificarse en dos grupos: Intercambiador fuertemente ácidos, caracterizados por la presencia de radicales HSO_3^- que tienen una acidez muy próxima a la del ácido sulfúrico e intercambiador débilmente ácidos, caracterizados por la presencia de radicales carboxílicos HCO_2^- que pueden equipararse a los ácidos orgánicos del tipo del ácido fórmico o acético.

Las zeolitas en este caso son silicatos dobles de aluminio y sodio o potasio naturales o artificiales que tiene la propiedad de intercambiar aniones de Na^+ ó K^+ con los iones Mg^{+2} ó Ca^{+2} del agua dura.

- Poliestirenos sulfonados, éstos productos constituyen la mayor parte de los intercambiadores de cationes que se utilizan actualmente. Existen en el mercado resinas que tienen un fuerte grado de reticulación y son normalmente del tipo "macroporoso". Entre las numerosas resinas de este tipo, las más conocidas se presentan en el Cuadro 8.14.

Cuadro 8.14: Principales Zeolitas

Proveedor	Poliestirenos sulfonados De uso frecuente	Poliestirenos sulfonados de fuerte grado de reticulación.
Bayer (Alemania)	Lewatit S – 100	Lewatit SP – 100
Shamrock (USA)	Duolite C – 20	Duolite C – 26
Dow Chemical (USA)	Dowex HCR – S y W	Dowex MSC –1
Inacti (Holanda)	Imac C – 12	Imac C – 16P
Monte dison	Kastel C – 300	Kastel C – 300 AGR – P
Resindion (Italia)	Relite CF	Relite CFS

Fuente: Manual técnico del agua. DEGEMONT. 1988

Para realizar el ablandamiento, el equipo está constituido normalmente por un recipiente cilíndrico, cerrado de eje vertical, que contiene resina. Esta puede disponerse en contacto directo con el sistema colector del líquido tratado, constituido bien sea por boquillas repartidas uniformemente sobre un fondo plano, o bien por una red de tubos en número y de sección convenientes o puede ir sobre una capa soporte de material granular inerte (sílex, antracita o granos de plástico con una red colectora de drenaje). Cuando la Zeolita está saturada, se regenera con una solución de NaCl (sal) al 10%.

A continuación se detalla las características del agua que se necesita para la refrigeración de los equipos:

- Máximo contenido de CaCO_3 15 ppm
- Total sólidos disueltos 25 ppm
- Conductividad 25 a 50 micro ohm – cm
- Sólidos disueltos 10 ppm.
- pH 7 a 7,5
- Temperatura Máxima 32°C
- Máxima presión 5 kg/cm²

Para la determinación del requerimiento de agua para la planta se determinará el porcentaje de pérdida en el flujo de agua en las maquinarias principales. Mediante el análisis de balance de energía que se muestra a continuación, tenemos:

$$\frac{\dot{m}_V}{\dot{m}_L} = \frac{\left(\frac{\dot{q}_L}{\lambda_V} \right)}{\dot{m}_L} = \frac{\dot{m}_L C_p \Delta T}{\lambda_V \dot{m}_L}$$

$$\frac{\dot{m}_V}{\dot{m}_L} = \frac{C_p \Delta T}{\lambda_V} \Rightarrow \dot{m}_V = \frac{\dot{m}_L C_p \Delta T}{\lambda_V}$$

Luego deducimos :

$$\dot{q} = \dot{m} C_p \Delta T$$

$$\lambda_V = 2200 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

De la información técnica de las maquinarias, se puede observar que el flujo de agua de la torre de enfriamiento de la maquinaria N°1 es de 65 m³/hr, con una temperatura entrada de 54°C y temperatura de salida de 21°C.

Así tenemos que:

$$\dot{m} = 65 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} = 1.08 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$\dot{q} = 1080 \frac{\text{kg}}{\text{min}} \times 4.184 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{K}} \times (54 - 21)$$

$$\dot{q} = 148,975.20 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$$

Luego :

$$m_{\text{H}_2\text{O evaporada}} = \frac{\dot{q}}{\lambda_V} = \frac{148,975.20 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{2200 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 67.72 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = 0.068 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} = 4.08 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$\% \text{ pérdida} = \frac{4.08}{65} \times 100 = 6.28\%$$

Las dos maquinarias que usan agua, son: la torre de enfriamiento y la extrusora. Siendo su consumo de agua mensual de: 46,800 m³ y 40,824 m³ respectivamente.

Lo que hace un flujo total de agua de: 87,624 m³ al mes.

Siendo el porcentaje de pérdida de 6.28%, la cantidad de agua a reponer mensualmente a partir del segundo mes de funcionamiento será de:

5503 m³ de agua.

En la planta trabajan aproximadamente 30 operarios por turno, lo que haría un total de 90 operarios en los tres turnos. Estimándose que el consumo mensual de una persona sea de 5 m³ de agua, hace un total de:

450 m³ de agua.

Y si a estas dos cantidades le agregamos el consumo del personal de oficina y personal indirecto, se puede estimar que el consumo de agua mensual de la fábrica sería de unos:

6000 m³ de agua al mes.

Finalmente se detallan los requerimientos de agua para la fábrica durante los 10 años de vida útil en el Cuadro 8.15.

c) Aire comprimido

Los requerimientos de aire comprimido será abastecido por un compresor de tornillo Sullair, que abastecerá con un flujo de aire de 38 m³/hr con una presión de 6 bar. Además este aire deberá estar sin la presencia de vapor de agua.

CUADRO 8.15: CONSUMO ESTIMADO DE AGUA DE LA FÁBRICA EN m³

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enero	87624	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Febrero	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Marzo	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Abril	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Mayo	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Junio	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Julio	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Agosto	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Septiembre	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Octubre	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Noviembre	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Diciembre	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
TOTAL	153624	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000	72000

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2003

8.11 Características Físicas del Proyecto.

8.11.1 Edificios y obras de Ingeniería Civil.

Para la construcción de la planta, que será de un solo nivel, se hará uso de concreto armado f'c 210 kg/cm² para la cimentación, columnas y vigas. Para el techado se usará una estructura metálica. El piso será de concreto reforzado. Para la construcción de la parte física de la planta, se deberá tener un terreno apto. A continuación se mencionan las siguientes etapas de preparación del terreno:

1. Obras provisionales. Esto consiste en la construcción de oficinas, almacén y vestuario de los trabajadores que construirán las edificaciones. Además el transporte de la maquinaria, equipo y materiales para la obra.
2. Trabajos preliminares. Consistirán en la limpieza del terreno, trazo a nivel y replanteo.
3. Movimiento de tierras. Es la excavación de zapatas, masiva, relleno y eliminación de desmontes.
4. Concreto Simple. Consistirá en la construcción del cimiento, falsopiso, etc.
5. Concreto Armado. Construcción de las zapatas, sobrecimientos, columnas, vigas y pavimentos.
6. Estructuras metálicas y coberturas. Esto consiste en el techado de la fábrica, oficinas y talleres.
7. Muros de albañilería. Consiste en la construcción de los muros que conforman las paredes de la construcción.
8. Revoques y enlucidos. Se refiere al terrajeo de la construcción.
9. Pisos y pavimentos. Construcción de los pisos de la fábrica y el pavimento donde circularán los camiones.
10. Zócalos y contrazócalos. Instalación de losetas cerámicas.
11. Carpintería de madera. Consiste en la construcción de puertas de madera.
12. Carpintería metálica. Fabricación de puertas y ventanas metálicas.
13. Cerrajería. Instalación de cerraduras, bisagras y sistema corredizo de puertas.
14. Vidrios. Instalación de vidrios semidobles transparentes.
15. Pintura. Pintado de contrazócalos y puertas.
16. Varios. Limpieza permanente de obra y al final de la obra.
17. Aparatos Sanitarios. Costos de los aparatos sanitarios.
18. Instalación de sanitarios. Consiste en la instalación de toda la red de agua y desagüe que hará uso la planta.
19. Instalación eléctrica. Implementación de toda la red eléctrica que necesitará la planta para su funcionamiento.

8.11.2 Edificaciones y Servicios Auxiliares.

Después de la construcción de los edificios de la planta y obras de Ingeniería Civil, vendrá la etapa de construcción de las oficinas donde se desarrollará las actividades de administración y gestión de la empresa.

8.12 Disposición de Planta.

8.12.1 Base Teórica.

En un proyecto en estudio para la Disposición de Planta, es necesario determinar el área o superficie requerida para cada uno de los talleres, sectores o departamentos para lo cual se debe conocer el área de cada uno de los elementos que contienen los departamentos. Se denomina elementos a las máquinas, mesas de trabajo, carretillas, montacargas y otros similares que generalmente están posicionados sobre el piso.

Existen varias técnicas para determinar las áreas de los elementos, sin embargo; una de las más importantes y utilizadas es la correspondiente a la fórmula de GUERCHET, la cual indica que el área total de cada elemento a distribuir está determinada por la suma de tres áreas parciales, y por lo tanto se tiene:

$$S_{\text{TOTAL/ELEMENTO}} = S_S + S_G + S_E$$

Donde:

S_S : Es la correspondiente a la superficie estática, la cual se encuentra con la aplicación sencilla de las fórmulas conocidas en relación a sus dimensiones; en caso de tener áreas complejas entonces se definirá mediante la técnica de los centros de gravedad.

Para el cálculo de esta área se debe tomar en cuenta las proyecciones de partes y elementos de máquina vistas de planta.

S_G : Es la correspondiente al área de gravitación, la cual comprende el desplazamiento del operario alrededor del elemento así como también el área para contener el material que va a ingresar a la máquina como también cuando sale.

Su valor se calcula con la siguiente relación:

$$S_G = S_S \times n$$

Donde : n = # de lados por dónde se atiende al elemento ó máquina.

S_E : Es la correspondiente al área de evolución la cual corresponde el área para el desplazamiento del personal directo e indirecto (pasadizos), así como también para los elementos que realizan el manejo de materiales.

Su valor se calcula con la siguiente relación:

$$S_E = (S_S + S_G) K$$

K: Es considerado como un factor del avance tecnológico en el manejo de materiales, su valor fluctúa entre 0.05 y 3.00.

Asimismo K es igual a:

$$K = \frac{\overline{EM}}{2\overline{EE}}$$

En el cual:

\overline{EM} : Es el promedio de las alturas de los elementos móviles. Montacargas, carretilla, coche, etc.

\overline{EE} : Es el promedio de las alturas de los elementos estáticos.

$$\overline{EM} \langle \rangle \overline{EE} = \frac{\sum S_s \times N \times h}{\sum S_s \times N}$$

8.12.2 Disposición General

Siguiendo la metodología de GUERCHET se ha determinado las siguientes áreas, cuyos cálculos de determinación figuran en los cuadros que se indican.

- Área requerida para el Dpto. de Producción = 8748.90 m². (Cuadro 8.16)
- Área requerida para el Dpto. de Matricería = 9.53 m² (Cuadro 8.17)
- Área requerida para el Dpto. de Mantenimiento y Servicios Auxiliares = 211.64 m² (Cuadro 8.18)
- Área requerida para el Dpto. de Compras, Almacén y Suministros = 1367.39 m² (Cuadro 8.19)
- Área requerida del Dpto. de Laboratorio = 126.90 m² (Cuadro 8.20)
- Área requerida para Oficinas Administrativas = 334.03 m² (Cuadro 8.21)

A todas éstas áreas parciales hay que sumarle 200 m² para instalaciones necesarias para el personal, que corresponden a los vestuarios y al comedor.

De ésta manera la suma de todas las áreas da la cantidad de: 10998.39 m².

Así tenemos que:

La superficie total acumulada = 10998.39 m².
La superficie total ajustada = 11000 m²

Para el cálculo del área total, se debe tomar en cuenta que debe ser de forma rectangular y con dimensiones proporcionales.

$$\text{Área Total} = L^2 / 2$$

$$L = \sqrt{2 \times 11000} = 148.32 \approx 150.00 \text{ metros.}$$

Luego, haciendo un análisis de ajuste, con una unidad de superficie de 16 m² y con un lado de unidad de superficie de 4m², nos dá las dimensiones ideales de terreno de: L = 152 metros y a = 76 metros.

Teniendo un Área Total ajustada de: 11,552 m² siendo el % de exceso de 5.02%. Siendo un porcentaje de exceso aceptable.

Entonces tenemos, Área Total requerida de: 11,552 m².

Cuadro 8.16: Cálculo del área requerida para el Departamento de Producción

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Línea de Fundición continua horizontal	1	1	15.00	15.00	2.00	225.00	225.00	664.39	225.00	450.00
Prensa hidráulica de extrusión	1	1	6.00	2.00	1.70	12.00	12.00	35.43	12.00	20.40
Banco de estirado de 90,000 Libras	1	1	61.00	4.00	1.60	244.00	244.00	720.50	244.00	390.40
Banco de estirado de 50,000 Libras	1	1	78.00	4.00	1.60	312.00	312.00	921.29	312.00	499.20
Banco de estirado de 25,000 Libras	1	1	78.00	4.00	1.60	312.00	312.00	921.29	312.00	499.20
Banco de estirado horizontal	1	1	2.50	3.50	3.00	8.75	8.75	25.84	8.75	26.25
Enderezador Modelo 916	1	1	2.29	1.00	1.70	2.29	2.29	6.76	2.29	3.89
Enderezador Modelo 922	1	1	3.00	2.00	1.50	6.00	6.00	17.72	6.00	9.00
Bobinador plano de tubos	1	1	1.40	1.78	1.50	2.49	2.49	7.36	2.49	3.74
Sierra de tubos con mesa de entrada y salida	2	1	3.50	1.40	1.50	4.90	4.90	14.47	9.80	14.70
Horno de recocido de alimentación galopante con atmósfera reductora	1	1	50.00	2.50	3.00	125.00	125.00	369.11	125.00	375.00
Mesa de entrada de la sierra de tubos	2	1	55.00	1.50	1.50	82.50	82.50	243.61	165.00	247.50
Mesa de salida de la sierra de tubos	2	1	55.00	1.50	1.50	82.50	82.50	243.61	165.00	247.50
Mesa de entrada de enderezadores	2	1	5.00	2.00	1.50	10.00	10.00	29.53	20.00	30.00
Mesa de salida de enderezadores	2	1	6.00	2.00	1.50	12.00	12.00	35.43	24.00	36.00
Depósito de cuba de enfriamiento (agua)	1	1	50.00	1.20	1.50	60.00	0.00	88.59	60.00	90.00
Depósito intermedio de enfriamiento (mesa)	1	1	15.00	0.50	1.50	7.50	0.00	11.07	7.50	11.25
Depósito intermedio del banco de estirado de 90,000 libras	1	1	30.00	4.00	1.50	120.00	0.00	177.17	120.00	180.00
Depósito intermedio del banco de estirado de 50,000 libras	1	1	45.00	4.00	1.50	180.00	0.00	265.76	180.00	270.00
Depósito intermedio del banco de estirado de 25,000 libras	1	1	68.00	4.00	1.50	272.00	0.00	401.59	272.00	408.00
Depósito intermedio del banco de estirado horizontal	3	1	3.00	3.50	3.00	10.50	0.00	15.50	31.50	94.50

Totales: 2091.43 1441.43 5216.04 2304.33 3906.53

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Operarios	0.50	25	1.60	12.50	20.00
Teclas con bastidor	2.00	2	3.00	4.00	12.00
Traspales	1.00	2	1.50	2.00	3.00
Montacargas	5.00	3	2.20	15.00	33.00
Puente grúa	25.00	2	7.00	50.00	350.00

Totales: 83.50 418.00

EM= 5.01
EE= 1.70

K= 1.476

Superficie Total = Ss+Sg+Se

Superficie Total = 8748.90 m²

Cuadro 8.17: Cálculo del área requerida para el Departamento de Matricería

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h	
Horno de calentamiento	1	1	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	2.41	1.00	0.90	
Esmeril	1	1	0.20	0.30	0.20	0.06	0.06	0.14	0.06	0.01	
Sierra Kalamazo	1	1	0.50	0.20	0.20	0.10	0.10	0.24	0.10	0.02	
Electroerosionadora	1	1	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	2.41	1.00	0.50	
Totales:									2.160	5.213	1.432

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Operarios	0.5	2	1.6	1.0	1.6
EM= 1.60					
EE= 0.66					
K= 1.21					

Superficie Total = 9.53 m²

Cuadro 8.18: Cálculo del área requerida para el Departamento de Mantenimiento y Servicios Auxiliares

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h	
Sala de bombas	1	2	3.50	2.50	2.00	8.75	17.50	10.84	8.75	17.50	
Torno	1	2	4.00	1.50	1.50	6.00	12.00	7.44	6.00	9.00	
Horno de tratamiento térmico	1	1	1.40	0.90	1.70	1.26	1.26	1.04	1.26	2.14	
Compresor de aire	1	2	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.24	1.00	1.00	
Subestación eléctrica	1	1	8.00	6.00	2.00	48.00	48.00	39.66	48.00	96.00	
Pozo de agua	1	1	2.00	2.00	2.00	4.00	0.00	1.65	4.00	8.00	
Totales:									69.01	80.76	61.87

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Operarios	0.5	3	1.6	1.5	2.4
EM= 1.60					
EE= 1.94					
K= 0.41					

Superficie Total= 211.64 m²

Cuadro 8.19: Cálculo del área requerida para el Departamento de Compras, Almacén y Suministros

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	3	1	1.050	0.500	1.300	0.525	0.525	0.481	1.58	2.05
Mesas	3	1	1.050	0.500	0.940	0.525	0.525	0.481	1.58	1.48
Sillas	3	1	0.500	0.500	1.000	0.250	0.250	0.229	0.75	0.75
Anaqueles	2	2	5.000	0.500	1.000	2.500	0.000	1.146	5.00	5.00
Estantes	2	2	1.000	0.500	1.200	0.500	0.000	0.229	1.00	1.20
Balanza	1	2	14.000	4.000	3.000	56.000	112.000	77.011	56.00	168.00
Área de descarga de camiones	1	2	20.000	14.000	3.000	280.000	0.000	128.352	280.00	840.00
Área de materia prima y productos terminados	2	1	22.000	22.000	2.000	484.000	0.000	221.865	968.00	1936.00
Totales:						824.30	113.30	429.79	1313.9	2954.478

EM= 2.06
EE= 2.25
K= 0.46

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.50	1	1.60	0.50	0.80
Operarios	0.50	2	1.60	1.00	1.60
Montacargas	5.00	1	2.20	5.00	11.00
Totales:				6.5	13.4

Superficie Total = 1367.39 m²

Cuadro 8.20: Cálculo del área requerida para el Departamento de Laboratorio

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	1	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.61	0.53	0.68
Microscopio	1	1	0.15	0.15	0.30	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
Mesa	2	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.61	1.05	0.99
Silla	2	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.29	0.50	0.50
Anaqueles	1	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	1.45	2.50	2.50
Equipos varios	1	4	5.00	3.00	1.50	15.00	60.00	43.46	15.00	22.50
Balanza electrónica	1	1	0.40	0.25	0.20	0.10	0.10	0.12	0.10	0.02
Totales:						18.92	61.42	46.55	19.70	27.20

EM= 1.60
EE= 1.38
K= 0.58

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	2	1.6	1	1.6

Superficie Total= 126.90 m²

Cuadro 8.21: Cálculo de áreas requeridas para Áreas Administrativas

Área de Gerencia General

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	2	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.94	1.05	1.37
Mesas	2	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.94	1.05	0.99
Sillas	2	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.45	0.50	0.50
Anaqueles	3	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	2.25	7.50	7.50
Estantes	3	2	0.50	1.20	0.50	0.60	0.00	0.54	1.80	0.90
Total:						4.40	1.30	5.12	11.90	11.25

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	2	1.7	1	1.7

EM = 1.70
EE = 0.95
K = 0.90

Superficie Total = 10.82 m²

Área de Administración y Finanzas

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	4	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.50	2.10	2.73
Mesas	6	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.50	3.15	2.96
Sillas	8	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.24	2.00	2.00
Anaqueles	6	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	1.18	15.00	15.00
Estantes	6	2	1.00	0.50	1.20	0.50	0.00	0.24	3.00	3.60
Área de estacionamiento	1	1	16.00	5.00	2.00	80.00	80.00	75.54	80.00	160.00
Caseta de Vigilancia	1	1	4.00	4.00	2.00	16.00	16.00	15.11	16.00	32.00
Total:						100.30	97.30	93.29	121.25	218.29

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	6	1.7	3	5.1

EM = 1.70
EE = 1.80
K = 0.47

Superficie Total = 290.89 m²

Cuadro 8.21: Cálculo de áreas requeridas para Áreas Administrativas (Continuación)

Área de Comercialización

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	3	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.92	1.58	2.05
Mesas	5	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.92	2.63	2.47
Sillas	5	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.44	1.25	1.25
Anaqueles	4	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	2.20	10.00	10.00
Estantes	3	2	0.50	1.20	0.50	0.60	0.00	0.53	1.80	0.90
Total:						4.40	1.30	5.02	17.25	16.67

EM = 1.70
EE = 0.97
K = 0.88

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	5	1.7	2.5	4.25

Superficie Total = 10.72 m²

Área de Producción

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	3	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.94	1.58	2.05
Mesas	4	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.94	2.10	1.97
Sillas	4	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.45	1.00	1.00
Anaqueles	4	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	2.24	10.00	10.00
Estantes	4	2	0.50	1.20	0.50	0.60	0.00	0.54	2.40	1.20
Total:						4.40	1.30	5.10	17.08	16.22

EM = 1.70
EE = 0.95
K = 0.89

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	4	1.7	2	3.4

Superficie Total = 10.80 m²

Cuadro 8.21: Cálculo de áreas requeridas para Áreas Administrativas (Continuación)

Área de Planeamiento y Control de la Producción

Elementos Estáticos	N	n	L	a	h	Ss	Sg	Se	Ss*N	Ss*N*h
Computadoras	2	1	1.05	0.50	1.30	0.53	0.53	0.94	1.05	1.37
Mesas	2	1	1.05	0.50	0.94	0.53	0.53	0.94	1.05	0.99
Sillas	2	1	0.50	0.50	1.00	0.25	0.25	0.45	0.50	0.50
Anaqueles	2	2	5.00	0.50	1.00	2.50	0.00	2.24	5.00	5.00
Estantes	2	2	0.50	1.20	0.50	0.60	0.00	0.54	1.20	0.60

Total:	4.40	1.30	5.10	8.80	8.45
---------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Elementos móviles	Área	N	h	Área*N	Área*N*h
Empleados	0.5	2	1.7	1	1.7

EM = 1.70
EE = 0.96
K = 0.88

Superficie Total = 10.80 m²

8.12.3 Disposición de Detalle

El principal objetivo de una disposición de planta es lograr un ordenamiento tal que al combinar todos nuestros recursos, se logre el máximo de economía posible.

Determinar una perfecta disposición de planta es un poco difícil, ya que no existe una fórmula exacta que nos permita lograr nuestros objetivos de economizar tiempos y costos en cuanto a los transportes. Siempre hay una alternativa mejor, puesto que esto depende de la prioridad que se dé a la interrelación entre cada departamento.

Algunas ventajas de una adecuada disposición:

- Maximizar el aprovechamiento del terreno disponible, sobretodo si éste es caro.
- Se brinda libertad de movimiento y seguridad a todo el personal de la planta.
- Se puede reducir el costo de producción.
- Se tiene un mejor control acerca de lo que ocurre en la planta.
- Se tiene mayor facilidad para realizar el mantenimiento de la empresa en general.

Para la Disposición de Detalle nos basamos en la técnica de “las relaciones entre las actividades”, el desarrollo completo de la técnica de las “relaciones entre actividades” comprende tres fases o pasos que se deben llevar a cabo en forma amplia, completa y detallada y solamente así se podrá proponer alternativas de distribución; los pasos o fases son las siguientes:

1. Tabla Relacional.
2. Diagrama Relacional de Recorridos o Actividades.
3. Diagrama Relacional de Espacios.

Entonces, para poder realizar una disposición de planta adecuada, primero elaboraremos la tabla relacional. Y nos apoyaremos en los siguientes cuadros para su elaboración:

Cuadro 8.22: Cuadro del valor o importancia de la proximidad.

CÓDIGO (VALOR)	RELACIÓN DE PROXIMIDAD	COLOR DE IDENTIFICACIÓN
A	Proximidad absolutamente necesaria	Rojo
E	Proximidad especialmente importante	Amarillo – Naranja
I	Proximidad importante	Verde
O	Proximidad normal u ordinaria	Azul
U	Proximidad sin importancia	-----
X	Proximidad no recomendable	Pardo

Cuadro 8.23: Cuadro de razones o motivos:

1.	Relación de maquinaria y servicio.
2.	Utilización de los mismos archivos.
3.	El mismo personal.
4.	La misma área.
5.	Inspecciones o control.
6.	Relaciones administrativas
7.	Ruidos o vibraciones
8.	Disposición de materiales, insumos, almacenaje de productos terminados
9.	Polvos
10.	No existe relación directa
11.	Prestación de servicio

En el Diagrama 8.10 se puede observar la Tabla Relacional.







Diagrama Relacional de Recorridos o Actividades:

Este diagrama es un gráfico el cual representa las relaciones de proximidad entre todas las actividades en estudio.

Su construcción o dibujo tiene como base la tabla relacional y luego se apoya en dos cuadros auxiliares que permiten graficar todas las actividades de acuerdo a su valor de proximidad y a la naturaleza o tipo de actividad.

Estos cuadros auxiliares son los siguientes:

Cuadro 8.24: Identificación de las actividades.

IDENTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES		
SÍMBOLO	COLOR	TIPO DE ACTIVIDAD / SECTOR / EQUIPO
	ROJO	Operación ó Producción (Montaje o Desmontaje)
	VERDE	Operación o Producción (Proceso o Fabricación)
	AMARILLO	Actividad de Transporte
	NARANJA	Almacenaje
	AZUL	Control
	AZUL	Servicios
	PARDO	Sectores Administrativos y Oficinas fuera de la parte productiva o Servicios

Cuadro 8.25: Código de las proximidades.

CÓDIGO DE LAS PROXIMIDADES			
VALOR	PROXIMIDAD	COLOR	NÚMERO DE LÍNEAS
A	Absolutamente necesario	ROJO	4 RECTAS
E	Especialmente importante	AMARILLO ó NARANJA	3 RECTAS
I	Importante	VERDE	2 RECTAS
O	Normal	AZUL	1 RECTA
U	Sin importancia	-----	
X	No recomendable	PARDO	1 ZIG - ZAG

En el Diagrama 8.11 se puede observar el Diagrama Relacional de Recorridos ó actividades.

Diagrama Relacional de Espacios

Luego de haber concluido satisfactoriamente el diagrama relacional de actividades, éste servirá de base para elaborar el diagrama relacional de espacios.

El diagrama relacional de espacios es un gráfico que muestra la ubicación de todos los elementos ("actividades") a distribuirse, los cuales se colocan sobre un plano a escala, en el cual cada actividad tiene representada su área total requerida. Éstas áreas tienden generalmente a ser de forma rectangular, sin embargo de acuerdo a las características del área disponible pueden tomar diferentes formas, y ello es posible mediante la utilización de las denominadas "unidades de superficie".

La unidad de superficie es un cuadrado que tiene por lado un número entero. Y se utilizan para representar el área de cada actividad.

En el Diagrama 8.12 se puede observar el Diagrama Relacional de Espacios.

Luego de los tres diagramas representados en los diagramas 8.10, 8.11 y 8.12 tal como se indican a continuación, seguidamente se puede observar el Plano 1 donde se detalla la disposición de Planta al detalle y se puede observar en el Plano 2 los cortes transversales. Y en el Plano 3 se plasma el Diagrama de Recorrido, método estudiado en el curso de Estudio del Trabajo.

DIAGRAMA 8.11 : DIAGRAMA RELACIONAL DE RECORRIDOS O ACTIVIDADES

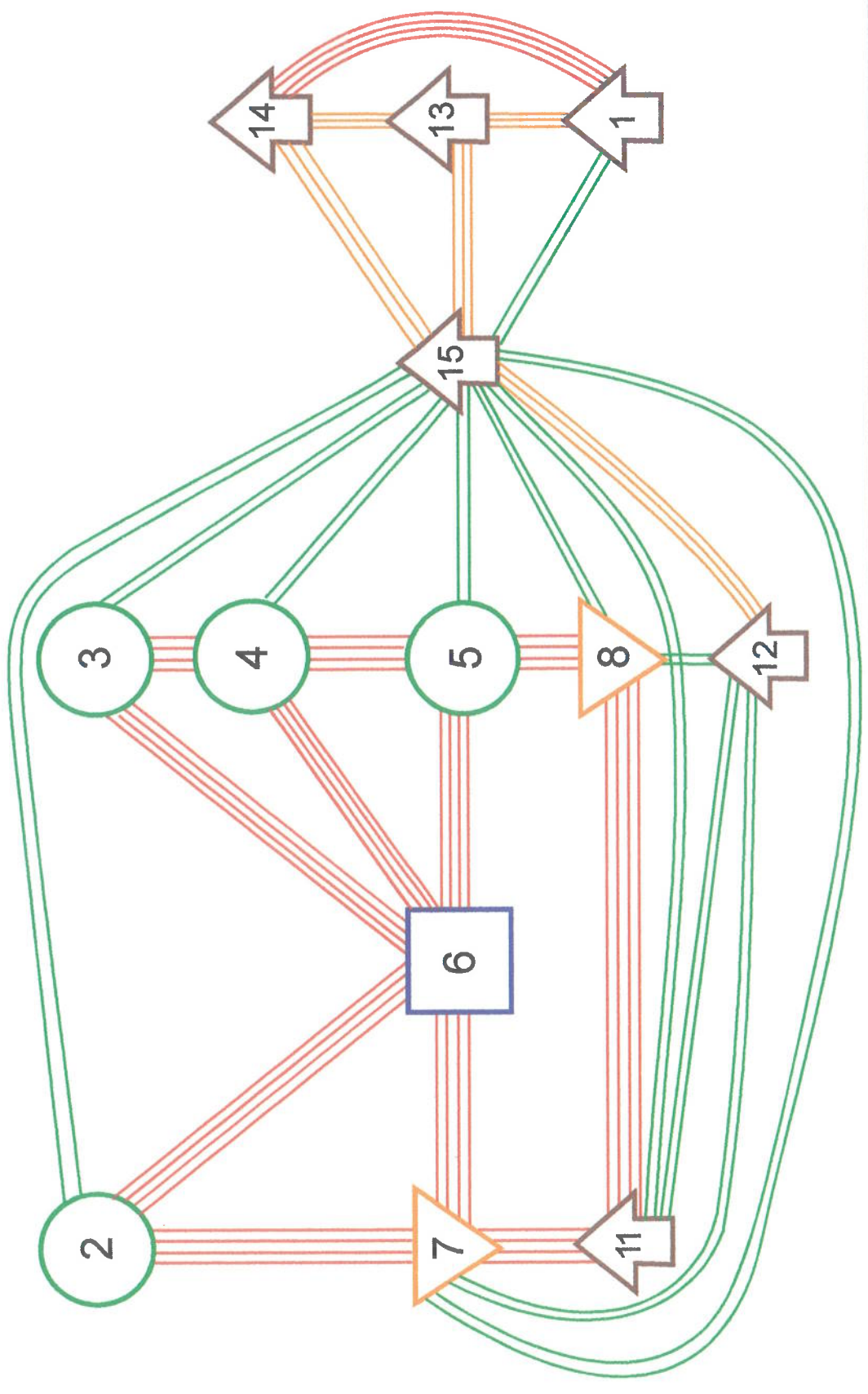
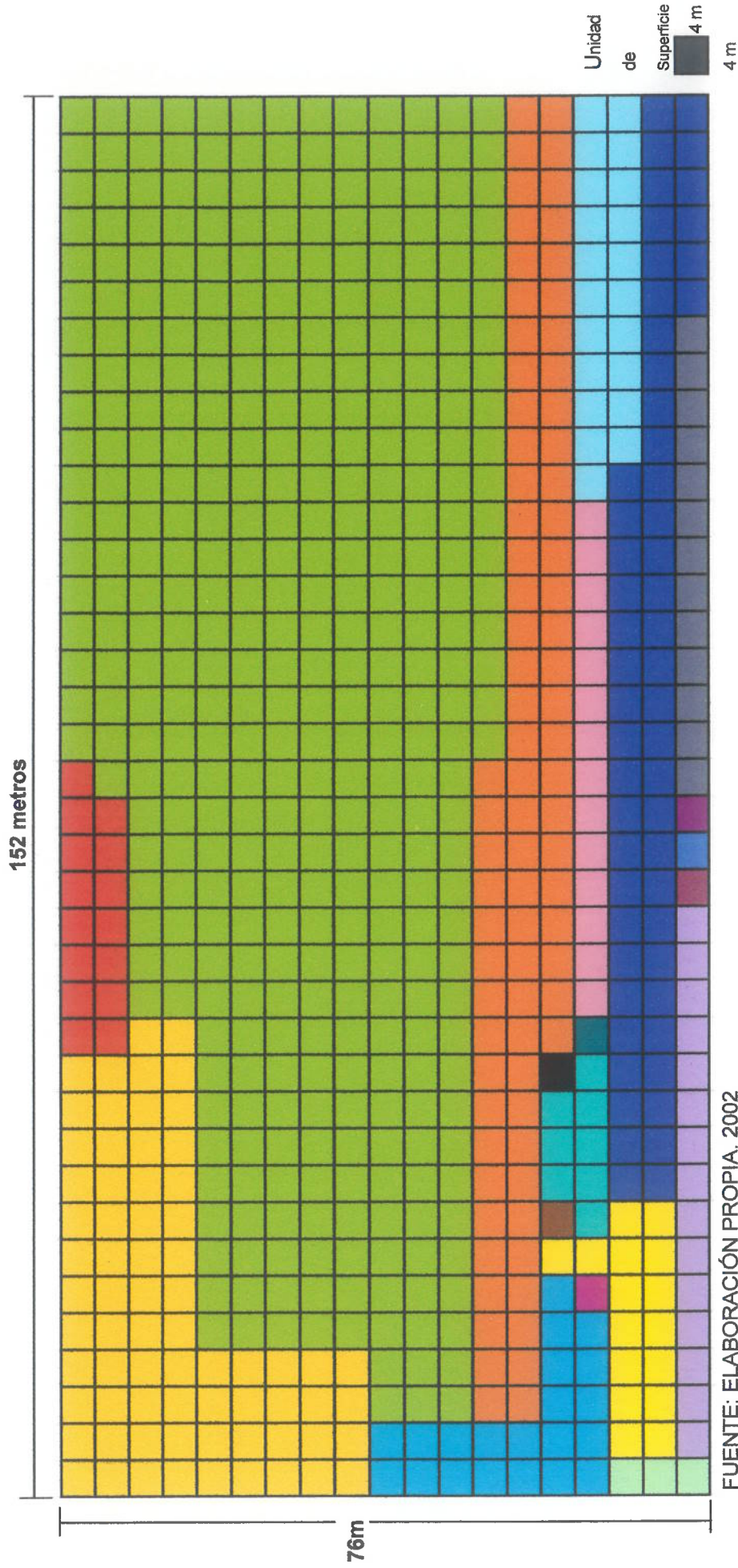






















DIAGRAMA 8.12: DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. 2002

LEYENDA:

- | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------|
|  | Área de Fundición |  | Almacén de materias primas |  | Mantenimiento y Servicios |
|  | Área de Extrusión |  | Almacén de productos terminados |  | Balanza |
|  | Área de Estirado Intermedio |  | Producción |  | Estacionamiento |
|  | Área de Estirado Final |  | Compras |  | Descarga de camiones |
|  | Vigilancia |  | Matricería |  | Vestuario y Comedor |
|  | Administración y Finanzas |  | Comercialización |  | Gerencia General |
|  | Laboratorio |  | PCP | | |
- 351**