

T  
628.2  
NOV p



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica**



“PROYECTO DE INVERSION PARA LA PRODUCCION  
DE ACCESORIOS DE TUBERIAS DE AGUA”  
(CONTROL DE CALIDAD)

**PROYECTO DE GRADO**  
Previo a la obtención del Título de  
**INGENIERO MECANICO**

Presentado por:  
**Grace Novillo Morante**

**Guayaquil - Ecuador**

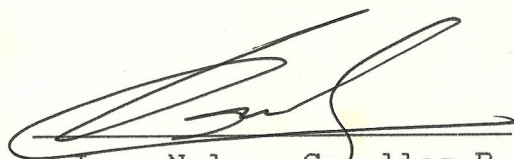
**1991**

AGRADECIMIENTO

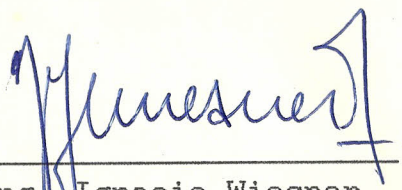
A DIOS, A MIS PADRES Y  
A LA ESPOL POR EL  
CONOCIMIENTO IMPARTIDO  
EN MIS AÑOS DE ESTUDIO

DEDICATORIA

A MIS PADRES  
Y HERMANOS

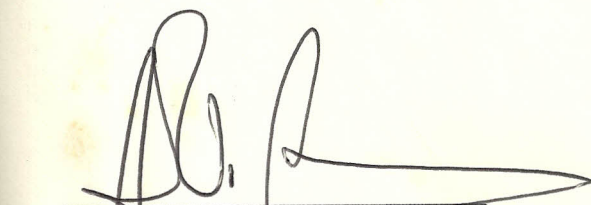


Ing. Nelson Cevallos B.  
Decano EIM



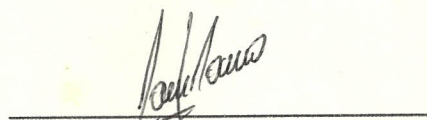
---

Ing. Ignacio Wiesner  
Director del Tópico



---

Ing. Antonio Viteri  
Miembro del Tribunal



---

Ing. Jaime Barrera  
Miembro del Tribunal

**DECLARACION EXPRESA**

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Proyecto de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

( Reglamento de Tópico de Graduación )

*Grace V. Novillo M.*

GRACE VERONICA NOVILLO MORANTE

## RESUMEN

El siguiente trabajo constituye una parte de un proyecto de inversión que trata de nacionalizar un bien de consumo como es la producción de accesorios de tuberías de agua.

En este estudio se elabora un programa de control de calidad para la fabricación de los accesorios; además se incluyen los resultados obtenidos en pruebas de fundición del material, análisis químico, corrosión y de propiedades mecánicas del material. Se ha realizado una innovación tecnológica por el cambio del material tradicional, hierro maleable, por una aleación de Zinc, ILZRO 27.

## I N D I C E   G E N E R A L

	Pág.
RESUMEN .....	VI
INDICE GENERAL .....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	IX
INDICE DE TABLAS .....	X
ANTECEDENTES .....	XII
CAPITULO 1: PLANIFICACION DE LA CALIDAD	
1.1 Planificación de la fabricación ...	13
1.2 Control de la fabricación:	
inspección y ensayos .....	16
1.3 Influencia de los factores	
humanos .....	31
1.4 Recolección y análisis de datos ...	33
CAPITULO 2: TRABAJO EXPERIMENTAL	
2.1 Análisis químico .....	38
2.2 Pruebas de corrosión .....	40
2.3 Calibración de roscas según	
Norma INEN .....	46
CAPITULO 3: ANALISIS DE COSTOS	
3.1 Costos de control de calidad .....	50

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	58
ANEXOS .....	63
BIBLIOGRAFIA .....	81



## I N D I C E   D E   F I G U R A S

No.	Descripción	Pág.
1.1	DIAGRAMA DE CIRCULACION .....	15
1.2	MOLDE DE ALUMINIO Y PROBETA DE ZA-27 .....	20
1.3	PRUEBA DE DOBLADO .....	20
1.4	DIAGRAMA DE FASE Al-Cu .....	25
1.5	DIAGRAMA DE FASE Zn-Al .....	25
1.6	MICROESTRUCTURA DE ALEACION 1 (TABLA II) SIN TT .....	27
1.7	MICROESTRUCTURA DE ALEACION 1 (TABLA II) CON TT .....	27
1.8	MICROESTRUCTURA DE ALEACION 4 (TABLA II) SIN TT .....	28
1.9	MICROESTRUCTURA DE ALEACION 4 (TABLA II) CON TT .....	28
2.1	PLANCHAS DE ACERO NAVAL (20 DIAS DE EXPOSICION) IZQ.: SIN ACOUPLE; DER.: CON ACOUPLE DE ZA-27....	44
2.2	PLANCHAS DE ACERO NAVAL (30 DIAS DE EXPOSICION) IZQ.: SIN ACOUPLE; DER.: CON ACOUPLE DE ZA-27....	44
2.3	PLANCHAS DE ACERO NAVAL (40 DIAS DE EXPOSICION) IZQ.: SIN ACOUPLE; DER.: CON ACOUPLE DE ZA-27....	45
2.4	PLANCHAS DE ACERO NAVAL (60 DIAS DE EXPOSICION) IZQ.: SIN ACOUPLE; DER.: CON ACOUPLE DE ZA-27....	45

2.5	PLANCHAS DE ACERO NAVAL CON ACOUPLE DE Zn PURO (50 DIAS DE EXPOSICION) .....	46
2.6	CALIBRACION DE ROSCAS CONICAS INTERNAS .....	49

## I N D I C E    D E    T A B L A S

No.	Descripción	Pág.
I	ANGULO DE FRACTURA PARA DIFERENTES COMPOSICIONES DE ZA-27 SIN CONTROL DE TEMPERATURA .....	17
II	ANGULO DE FRACTURA PARA DIFERENTES COMPOSICIONES DE ZA-27 CON CONTROL DE TEMPERATURA DE FUSION Y TEMPERARURA DEL MOLDE .....	22
III	PRUEBAS DE TRACCION .....	23
IV	CLASIFICACION DE LAS PLANTAS DE FUNDICION LOCALES DE ACUERDO A SU PRODUCCION ANUAL .....	29
V	VELOCIDAD DE CORROSION DE PLANCHAS DE ACERO NAVAL CON Y SIN PROTECCION CATODICA .....	47
VI	INFORME DE COSTOS PARA ADQUISICION DE EQUIPOS .....	57

## ANTECEDENTES

Con el objeto de contribuir con el desarrollo nacional y ante la necesidad de fabricar en nuestro país productos que puedan competir en precio y calidad con los de importación, nace la idea de realizar este " PROYECTO DE INVERSION PARA LA PRODUCCION DE ACCESORIOS DE TUBERIAS DE AGUA " .

Este proyecto se desarrolla básicamente en tres partes: un estudio de mercado que estima la demanda del producto por parte del consumidor; la ingeniería del producto en el que se incluye la ingeniería de diseño, producción, maquinado y control de calidad; y por último, un análisis financiero.

El presente trabajo toma datos de otras partes del proyecto a fin de formar un solo proyecto con partes concatenadas y consistentes. Específicamente se tratará de la parte correspondiente al control de calidad a implantarse en el sistema de producción desarrollado.

## CAPITULO I

### PLANIFICACION DE LA CALIDAD

#### 1.1 PLANIFICACION DE LA FABRICACION

Para crear una reputación, competitividad y obtener rentabilidad de una nueva empresa, es necesario fabricar productos de alta calidad.

Cuando se desarrollan y fabrican nuevos productos es necesaria la colaboración de todos los departamentos de la empresa y coordinar su actuación sobre la calidad de manera que la empresa tenga un enfoque global sobre el tema de la calidad. Para esto se requiere de una planificación y un seguimiento que incluya todas las fases del proceso, partiendo desde la recepción de materia prima hasta la salida del producto.

En una planta de fundición el control de la calidad requiere que estas fases del proceso sean controladas adecuadamente para satisfacer las especificaciones de

calidad establecidas por las normas o por el cliente.

Para organizar una planta de la mejor manera se puede elaborar un diagrama de circulación de la fabricación, que no es más que un programa de calidad cuyo objetivo es identificar y coordinar las actividades que en desarrollo, diseño y fabricación de un producto, están orientadas a asegurar que el producto entregado cumpla con los requisitos de calidad y las expectativas del cliente. Para el caso de la fabricación de accesorios de tubería (codos y tapones) de ZA-27, se elabora el diagrama de circulación que se ilustra en la figura 1.1.

Para mantener la producción bajo control se necesita contar con información sobre la forma de realizar las inspecciones además de especificar los datos o normas de interés en las operaciones de fabricación, los mismos que deben ser seguidos rigurosamente y es el departamento o la persona encargada del control de calidad quien debe vigilar que esto se cumpla.

Además del proceso de fabricación, es necesario planificar la provisión de máquinas y herramientas y la selección e instrucción del personal (si lo amerita el caso); también hay que planificar y

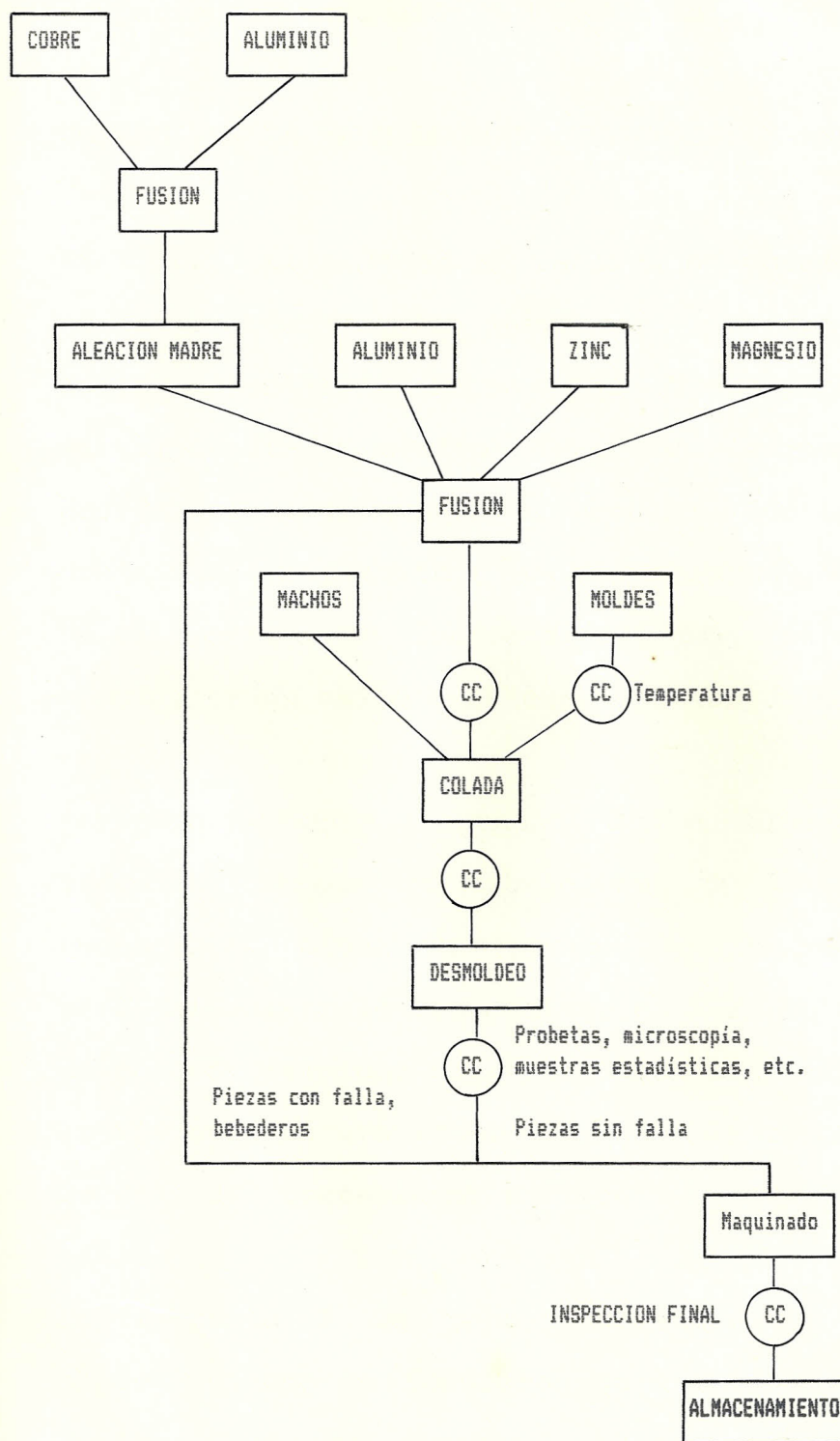


Fig. 1.1 Diagrama de circulación.

preparar la inspección del producto.

## 1.2 CONTROL DE LA FABRICACION: INSPECCION Y ENSAYOS

El control de calidad se realiza en todas las etapas de la producción. Una inspección es una evaluación de los materiales, piezas y productos para verificar si cumple los requisitos de calidad e inmediatamente decidir si se acepta o se rechaza. Que la acción de decidir la aceptación o rechazo implica o no cambios en el proceso de fabricación para satisfacer los requisitos de calidad es una cuestión de control.

Antes de proceder a enunciar los ensayos a seguir en todas las etapas de fabricación de las piezas, es necesario mencionar las pruebas que se han realizado para determinar la temperatura de fusión, temperatura de colado, asimismo se presentarán las variaciones en su microestructura dependiendo de la temperatura del molde y del tratamiento térmico.

En la tabla I se pueden observar las diferentes aleaciones que se fundieron para analizar el efecto de los elementos aleantes sobre la ductilidad del material. Para obtener una respuesta rápida sobre ésta, se tomó como una alternativa realizar un ensayo



MUESTRA	COMPOSICION QUIMICA ( % )			Angulo de Fractura
	Aluminio	Cobre	Magnesio	
1	27,00	2,20	0,03	---
2	27,00	2,50	0,03	---
3	16,00	2,50	0,03	---
4	27,00	2,20	0,03	2,5°
5	27,00	2,00	0,03	1,5°
6	28,00	2,50	0,03	5°
7	28,00	2,20	0,03	3°
8	28,00	2,00	0,03	1,5°
9	25,00	2,50	0,03	3°
10	25,00	2,20	0,03	31,0°
11	25,00	2,00	0,03	3,3°
12	26,00	2,50	0,03	2°
13	26,00	2,20	0,03	1°
14	26,00	2,00	0,03	3°
9	25,00	2,50	0,03	3,5°
9	25,00	2,50	0,03	3°
10	25,00	2,20	0,03	1,5°
10	25,00	2,20	0,03	3,5°

Tabla I Angulo de fractura para diferentes composiciones de ZA-27 sin control de temperatura.

MUESTRA	COMPOSICION QUIMICA ( % )			Angulo de Fractura
	Aluminio	Cobre	Magnesio	
11	25,00	2,00	0,03	3,3°
11	25,00	2,00	0,03	4,5°
15	28,00	2,70	0,03	1,5°
16	28,00	3,00	0,03	2°
17	28,00	3,20	0,03	2,4°
18	28,00	3,50	0,03	0,8°
A	22,00	2,50	0,03	11°
B	23,00	2,50	0,03	5°
C	24,00	2,50	0,03	4°
D	25,00	2,50	0,03	9°
E	26,00	2,50	0,03	5,5°
F	27,00	2,50	0,03	4°
G	28,00	2,50	0,03	2°

Tabla I Angulo de fractura para diferentes composiciones de ZA-27 sin control de temperatura.(continuación)

de doblado.

Para estas pruebas (no normalizadas) se utilizaron probetas planas las cuales se obtienen de un molde de Aluminio. Estos elementos se muestran en la figura 1.2. Para la prueba de doblado, las probetas se sometieron a una carga más o menos constante hasta su fractura (Fig. 1.3). A continuación se procedió a medir el ángulo de fractura de la probeta utilizando un goniómetro.

#### TECNICA OPERATIVA

Durante la elaboración de las muestras de la tabla I se utilizaron metales puros. De los elementos aleantes el cobre es el de mayor punto de fusión (1084 °C) entonces, en vista de que para fundir la aleación se introdujeron todos los materiales en el crisol, es muy probable que los de menor punto de fusión se oxidaran hasta que el cobre se fundiera.

Además antes de colar, el molde era previamente calentado sin ningún control y luego de la primera colada asumiendo que la temperatura del molde no disminuía considerablemente se procedía a hacer la segunda colada y así sucesivamente; razón por la que



Fig. 1.2 Molde de aluminio y probeta de ZA-27.



Fig. 1.3 Prueba de doblado.

los resultados de la tabla I se anularon.

Para evitar cualquier inconveniente con respecto a la fusión del cobre para la preparación de la aleación, se fundió una aleación madre Al-10Cu cuya temperatura de fusión es de aproximadamente 650°C (como puede verse más adelante en la figura 1.4), consiguiendo con esto una disminución considerable de la temperatura de la aleación lo que conlleva a un significativo ahorro de energía en el horno y por lo tanto una disminución en el costo total para la producción de los accesorios.

Tomando como base esta temperatura, se decidió establecer como temperatura de fusión de la aleación ZA-27, 750°C para obtener material para preparar las probetas de ensayo.

Se procedió luego a elaborar muestras fijando dos temperaturas para el molde: 50 °C y 230 °C como se ilustra en la tabla II. Para estas pruebas se coló el material a 580 °C.

Para analizar el efecto del tratamiento térmico sobre la ductilidad del material se prepararon 4 probetas para ensayo de doblado (Tabla II).

MUESTRA	COMPOSICION QUIMICA ( % )			Temperat. molde (°C)	Angulo de fract.	
	Aluminio	Cobre	Magnesio		Sin TT	con TT
1	25,00	2,20	0,015	50	11,0°	35,0°
2	25,00	2,20	0,015	230	15,5°	16,5°
3	25,00	2,50	0,015	50	10,5	33,0°
4	25,00	2,50	0,015	230	25,0°	22,0°
5	26,00	2,20	0,015	50	9,0°	---
6	26,00	2,20	0,015	230	10,5°	---
7	26,00	2,50	0,015	50	9,0°	---
8	26,00	2,50	0,015	230	10,0°	---
9	27,00	2,20	0,015	50	14,0°	---
10	27,00	2,20	0,015	230	15,0°	---
11	27,00	2,50	0,015	50	15,0°	---
12	27,00	2,50	0,015	230	16,0°	---

Tabla II Angulo de fractura para diferentes composiciones de ZA-27 con control de temperatura de fusión y temperatura del molde.

El tratamiento térmico consiste en: calentamiento a 280°C durante 3 horas y enfriamiento en el horno.

De la tabla II se tomaron las dos muestras que presentaron los mayores ángulos de fractura (con tratamiento térmico y sin tratamiento) y se procedió a elaborar para cada muestra, dos probetas para prueba de tracción una de las cuales fue sometida a tratamiento térmico.

Los resultados de las pruebas de tracción se indican en la tabla III.

ALEACION	RESISTENCIA A LA TRACCION (MPa)
1 sin TT	432,91
1 con TT	335,86
4 sin TT	398,13
4 con TT	304,74

Tabla III. Pruebas de tracción

### MICROSCOPIA

Para hacer un análisis de la variación de las microestructuras en función de la temperatura del molde y del tratamiento térmico, se escogieron las

mismas muestras usadas para las pruebas de tracción (1 y 4, tabla II).

Las figuras 1.4 y 1.5 muestran los diagramas de fase de las aleaciones Al-Cu y Zn-Al.

En las figuras 1.6 a 1.9 se observan las microestructuras de las muestras 1 y 4 de la tabla II.

Haciendo una comparación entre las figuras 1.6 y 1.7 (o 1.8 y 1.9), se puede ver una diferencia considerable entre las microestructuras.

En la figura 1.6 (aleación 1, tabla II), se presentan 3 fases compuestas por dendritas de  $\alpha$  (ricas en aluminio), rodeadas por una fase  $\alpha'$  (zinc segregado) y éstas por la fase eutectoide  $\alpha+\beta$ .

En la figura 1.7 (aleación 1TT, tabla II), se puede ver una disminución en la fase  $\alpha'$  y un aumento de la fase eutectoide. Esto puede ser el resultado de la precipitación de la fase  $\alpha'$  en la fase eutectoide por efecto del tratamiento térmico, es decir que se produce una homogeneización de la microestructura. El aumento de la fase eutectoide (que es la fase más



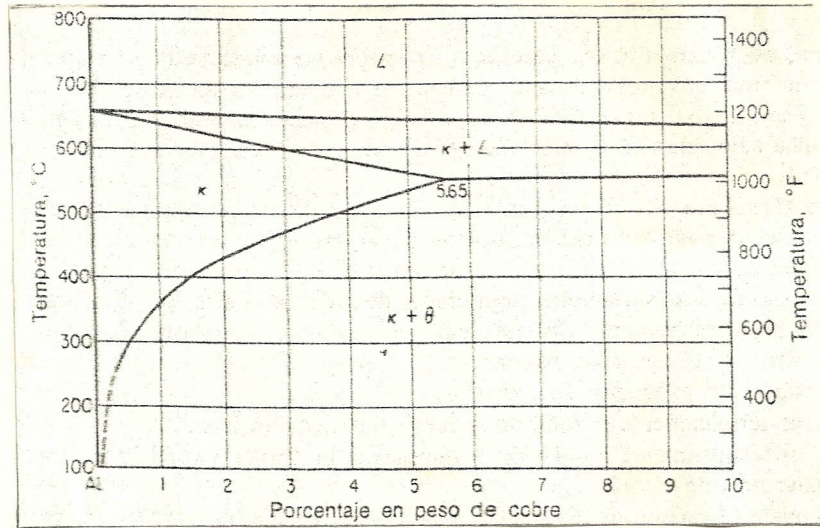


Fig. 1.4 Diagrama de fase Al-Cu.

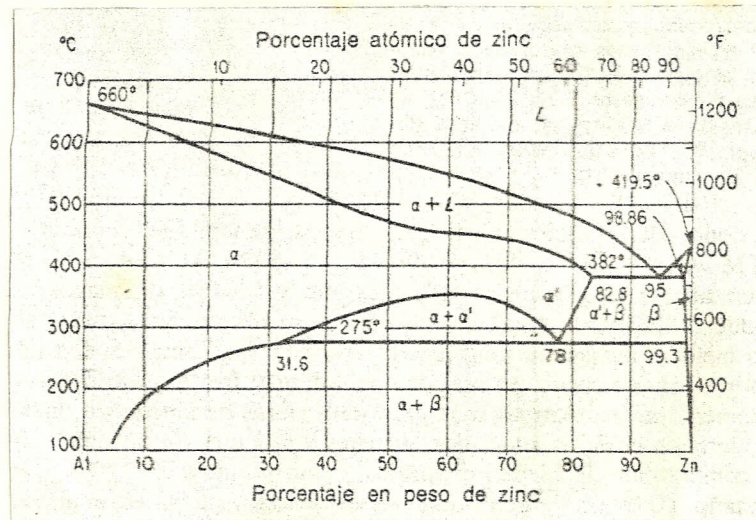


Fig. 1.5 Diagrama de fase Zn-Al.

suave), explica la disminución de la resistencia que se ve en los resultados de la tabla III.

Comparando las microestructuras de las figuras 1.6 y 1.8 no se observa una diferencia marcada entre ellas pues la única es el contenido de cobre que varía apenas en 0,3%.

De acuerdo con el diagrama de circulación para la fabricación de accesorios de tuberías de agua de la figura 1.1, la inspección puede dividirse en:

- Inspección de entrada
- Inspección del proceso
- Inspección final

#### Inspección de entrada

Consiste en la inspección de materias primas que en el presente caso sería por medio de un análisis químico. Como se mencionó anteriormente, el material usado para la elaboración de los accesorios de tuberías de agua de este proyecto es la aleación ZA-27.

El Zinc es el metal básico empleado para esta

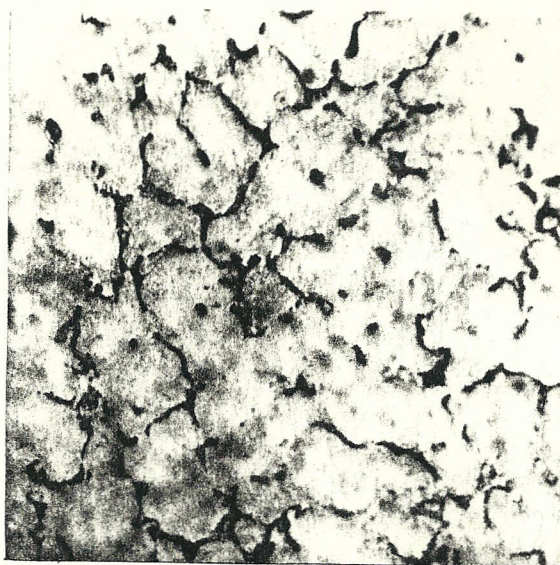


Fig. 1.6 Microestructura de aleación 1 (tabla II) sin TT. a 100x7.5

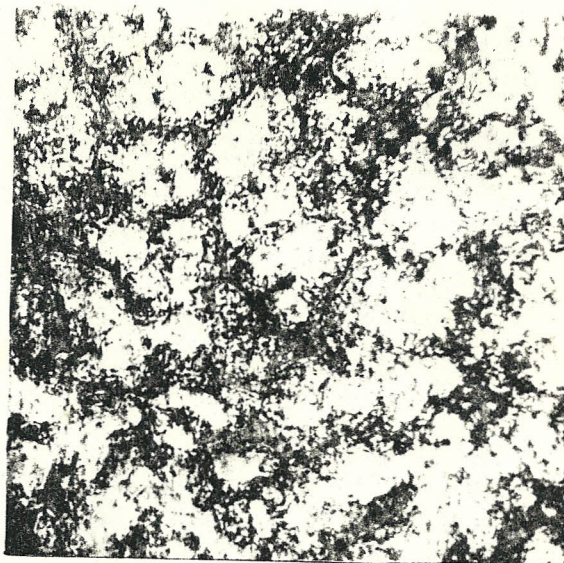


Fig. 1.7 Microestructura de aleación 1 (tabla II) con TT. a 100x7.5

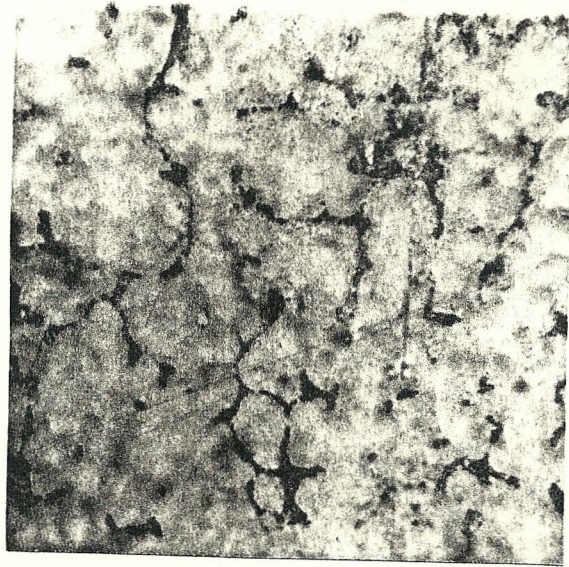


Fig. 1.8 Microestructura de aleación 4 (tabla II)  
sin TT. a 100x7.5

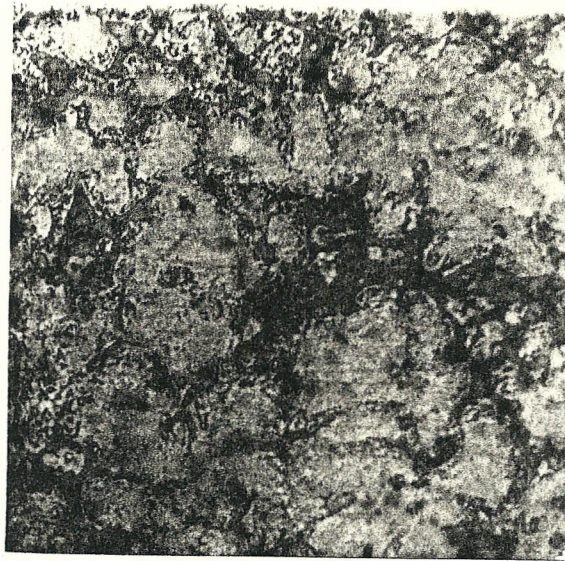


Fig. 1.9 Microestructura de aleación 4 (tabla II)  
con TT. a 100x7.5

aleación, el mismo que debe ser de una pureza muy alta (por lo menos 99,99%). Asimismo los demás elementos aleantes deben también ser del más alto grado de pureza.

Tipo de planta	Producción (Ton/año)
Grande	> 400
Mediana	50 - 400
Pequeña	< 50

Tabla IV. Clasificación de las plantas de fundición locales de acuerdo a su producción anual.

Fuente: Referencia 7.

#### Inspección del proceso

Tiene por objeto impedir que se fabriquen productos de calidad inaceptable. A continuación siguiendo la secuencia del diagrama de circulación se indican los tipos de pruebas y controles que deben hacerse.

Durante el proceso de fusión es necesario controlar la temperatura y composición química del material. En el anexo 1 se mencionan los ensayos y equipos recomendados para el control durante la fusión.

Según pruebas realizadas se recomienda como se dijo anteriormente, usar una aleación madre Al-10% Cu para disminuir la temperatura de fusión así como también el consumo de energía; además se estableció que la temperatura de fusión no debe ser mayor de 750 °C.

La temperatura del molde antes de colar el metal debe mantenerse a 230 °C y la temperatura de colada debe ser de 580 °C. Luego de colar el metal se debe esperar 1 segundos antes de proceder a desmoldar las piezas.

En los anexos 2 y 3 se enlistan los ensayos y equipos necesarios para analizar las piezas coladas.

Las piezas ya inspeccionadas pasan a la sección de maquinado que consiste básicamente en el roscado. Una vez realizada esta operación se procede a hacer la calibración de las roscas siguiendo las normas INEN las mismas que serán enunciadas más adelante.

Como el maquinado es el último paso en la fabricación de los accesorios, éstos son sometidos a una inspección final que consiste en una inspección visual, control dimensional, calidad superficial e inspección de defectos internos, para luego proceder

a su almacenamiento y comercialización.

En el anexo 4 se dan las dimensiones de los accesorios roscados de hierro maleable de 1/2", 3/4" y 1", estándares americanos (tipos corrientes).

### 1.3 INFLUENCIA DE LOS FACTORES HUMANOS

Cuando existen problemas de calidad, a menudo se responsabiliza de éstos al trabajador por su falta de interés y cuidado durante el proceso de fabricación de un producto; pero no se puede generalizar y culpar siempre al operario.

A veces carece de las condiciones adecuadas para que desempeñe su trabajo adecuadamente, por ejemplo: instrucciones insuficientes, máquinas defectuosas o deficientes para satisfacer los requerimientos de calidad, materia prima defectuosa, escasez de herramientas, etc.

Si el operario sabe lo que debe hacer, conoce el resultado que se espera de su trabajo y tiene los medio para influir sobre el resultado y aún así el trabajo es defectuoso entonces se puede considerar que el trabajador es responsable de ello.

Si se toman las medidas necesarias para que existan las condiciones adecuadas para realizar un buen trabajo en lo que a calidad respecta, se pueden lograr mejores resultados. Esas condiciones son:

- Los requisitos en cuanto a la calidad deben ser claros
- Las condiciones técnicas deben permitir que se cumplan los requisitos de calidad
- Todo el que realiza un trabajo debe ser capaz de juzgar si el resultado del mismo responde a los requisitos de calidad
- Todos deben saber qué hacer para evitar que el trabajo sea deficiente
- Todos deben conocer las consecuencias que un trabajo deficiente tiene para la empresa

Otro aspecto que debe mencionarse es la necesidad de investigar las "necesidades de formación" para mejorar los conocimientos y motivación del personal sea cual fuere su función o nivel, de manera que la empresa consiga el nivel de calidad deseado aumentando la eficacia del trabajo.

En el anexo 5 se pueden ver las *necesidades para* diferentes categorías de personal.



El anexo 6 muestra un ejemplo de cómo debe hacerse un análisis de las necesidades de formación existentes en una empresa.

#### 1.4 RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS

Los datos sobre calidad desempeñan un papel decisivo en la fundición, tanto para el control normal como para la mejora de la calidad.

Una parte importante de la recolección de datos es el informe en el que se deben registrar claramente todos los defectos, tanto los encontrados por el fabricante como los encontrados por el consumidor.

A menudo los informes constituyen la base para tomar decisiones.

En el anexo 7 se indica un ejemplo de formulario que puede usarse como guía para que a partir de él se desarrollen formularios acordes con las necesidades de la empresa.

En el anexo 8 se esquematiza una inspección volante que puede usarse para comunicar los defectos encontrados en un determinado punto de inspección.

El anexo 9 muestra un formulario para el registro de desechos, el mismo que se llena cuando piezas defectuosas deben destinarse a chatarra.

Los anexos 10 y 11 ilustran formularios para registro de quejas del inspector y de análisis de tolerancias.

En vista de que resulta antieconómico inspeccionar todas las piezas de un lote para determinar si éste debe o no ser rechazado se recomienda examinar un número reducido de unidades del lote, por ejemplo una muestra. Este tipo de inspección presenta varias ventajas con respecto a la inspección al 100 % como: menor costo, menor personal de inspección, menor tiempo, etc.

La inspección por muestreo puede ser por atributos o por variables. En ambos casos se supone que la muestra se extrae aleatoriamente del lote. Esto significa que todas las muestras posibles tienen iguales probabilidades de ser extraídas. Se supone que el lote está compuesto de productos de calidad homogénea.

En el muestreo por atributos se usa un plan de

muestreo. Los planes de muestreo pueden ser: muestreo simple, doble o múltiple.

En los planes de muestreo por atributos, cada unidad inspeccionada se clasifica como defectuosa o como aceptable. El número total de unidades defectuosas en la muestra se compara entonces con el número de aceptación y se toma una decisión sobre el lote.

El sistema de muestreo de uso más extendido es el ISO 2859 2 o MIL STD 105D 3 que se clasifica por NCA (nivel de calidad aceptable) que se define como el máximo porcentaje de unidades defectuosas que puede considerarse satisfactoria como media del proceso. El valor de NCA varía entre 0,01 y 1000.

El sistema ISO 2859 contiene 3 niveles generales de inspección y 4 niveles especiales de inspección. Además incluye planes para muestreo simple, doble y múltiple.

En el anexo 12 se puede seleccionar según el tamaño del lote y el nivel de inspección, una letra clave; esta letra combinada con el valor de NCA sirve para determinar el plan de muestreo para lo cual se usa un cuadro como el que se indica en el anexo 13.

En los planes de muestreo por variables, para cada unidad de la muestra se efectua una medición que se registra. Se calcula un índice ( por ej. la media) a partir de estas medidas, se compara con un valor "aceptable" y se toma una decisión sobre el lote.

El tamaño de la muestra y el valor aceptable son función de los riesgos de muestreo admitidos.

El sistema de muestreo por variables de mayor uso es el MILD STD 414 6 en el que está basado el ISO 3951 5. Estos dos sistemas son clasificados por el NCA y constan de 5 niveles de inspección.

Para que una planta sepa cuando el proceso de producción no cumple con las especificaciones, es necesario introducir la aplicación de un control estadístico.

Existen diversas herramientas para el análisis de los datos obtenidos en la inspección de las muestras (sea cual fuere el sistema de muestreo empleado):

- Hoja de chequeo
- Diagrama de Pareto

- Histograma
- Diagrama de causa y efecto
- Carta de gráfico y control
- Estratificación
- Diagrama de dispersión

## CAPITULO II

### TRABAJO EXPERIMENTAL

#### 2.1 ANALISIS QUIMICO

Durante la preparación del material para las pruebas de corrosión que se detallarán más adelante), se tomó una muestra que fue enviada al Instituto de Química de la ESPOL para hacerle un análisis químico.

Los resultados de este análisis así como la composición calculada de la aleación se indican a continuación:

<u>Elemento</u>	<u>%(análisis)</u>	<u>%(calculado)</u>
Aluminio	15,67	27,00
Cobre	2,37	2,50
Magnesio	----	0.02
Hierro	0,75	----
Zinc	resto	resto

Como puede verse existe mucha diferencia entre los

valores calculados para la preparación de la aleación y los obtenidos en el análisis químico por lo que se repitió la prueba de corrosión fundiendo para esto una nueva aleación con la siguiente composición:

<u>Elemento</u>	<u>%(análisis)</u>	<u>%(calculado)</u>
Aluminio	26,51	27,00
Cobre	2,38	2,50
Magnesio	----	0,02
Hierro	0,37	----
Zinc	resto	resto

Para la obtención de la aleación ZA-27, es importante usar metales con la más alta pureza. A continuación se mencionan las características principales que los elementos aleantes proporcionan a la aleación:

El aluminio mejora la textura de la pieza fundida y aumenta su resistencia y dureza. Si el contenido de aluminio es demasiado alto, la resistencia al impacto de la aleación es afectada seriamente.

El cobre tiene la finalidad de aumentar la resistencia y la dureza de la aleación además de que mejora su resistencia a la corrosión aunque reduce la estabilidad en las medidas y propiedades;

consecuentemente, un menor contenido de cobre a pesar de que hace la aleación más estable en medidas y propiedades, disminuye la resistencia a la corrosión, tracción y dureza.

Magnesio.- La adición de un pequeño porcentaje de magnesio aumenta la estabilidad de las piezas fundidas; unos pocos centésimos por ciento mejoran la resistencia a la corrosión intercrystalina, neutralizando los efectos nocivos del cadmio y plomo; además, el magnesio aumenta la dureza.

## 2.2 PRUEBAS DE CORROSION

Las series galvánicas indican las posiciones relativas de metales y aleaciones en diversidad de medios.

Cuando dos metales o aleaciones de la serie se ponen directamente en contacto o por medio de un electrólito; el material que ocupa la posición de más arriba actúa como ánodo, es decir, sufrirá corrosión, mientras que el material de más abajo actúa como cátodo y recibe algo de protección.

Los dos elementos principales que se emplean para



obtener el ILZRO son anódicos con respecto al hierro pero no hay información disponible acerca del comportamiento del ILZRO, con respecto a ningún otro material, de manera que existe la posibilidad de que en caso de que los accesorios de ZA-27 sean puestos en el mercado, éstos al ser instalados estarían en contacto directo con las tuberías que son de hierro galvanizado.

Si los accesorios se instalaran con tuberías nuevas, habría el acople ZA 27-Zn y por la característica anódica de la que se mencionó anteriormente, la corrosión que podría ocurrir sería bastante lenta.

Pero si los accesorios se instalaran con tubería desgastada se presentaría el acople Fe-ZA 27 y existe la interrogante de cómo actuaría el ZA 27 con respecto al hierro. Es por esto que se decidió someter a prueba un acople galvánico Fe-ZA 27 en una solución corrosiva.

El objetivo de esta prueba es determinar la velocidad de corrosión siguiendo el método gravimétrico que es ampliamente usado para la valoración cuantitativa de la corrosión por las facilidades que este proporciona, pues los aparatos necesarios son

disponibles en la mayoría de los laboratorios.

Este método consiste básicamente en la medición de pesos antes y después de la prueba al cabo de un tiempo determinado.

A continuación se detallan los materiales y equipos utilizados en las pruebas así como también el procedimiento a seguir:

#### MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

- 13 planchas de acero naval con 8,8 dm<sup>2</sup> de área.
- 12 muestras de ZA 27 de 14,4 gr.
- Cloruro de sodio (sal común).
- HCl.
- Agua destilada.
- Desengrasante.
- Hexametilene tetramine (urotropina).
- Alcohol.
- Balanza analítica.
- Cubas plásticas.

#### PROCEDIMIENTO

- Llenar las cubas plásticas con una solución de

cloruro sódico al 3 % (30 gr. de NaCl por cada litro de solución).

- Eliminar la contaminación por grasa o sólidos grasos en las planchas aplicándoles un desengrasante y cepillando.
- Eliminar presencia de óxidos sumergiendo las planchas en una solución decapante: 50 % HCl y 50 % de agua destilada.
- Enjuague de las planchas con agua destilada y eliminación del agua con alcohol.
- Limpieza de las muestras de ILZRO.
- Medir los pesos iniciales de las planchas, unir las con las muestras de ILZRO y sumergirlas en la solución electrolítica.
- Al retirar las planchas de la solución salina separar el producto de corrosión frotando el metal con un cepillo, y lo que no pueda retirarse eliminarlo sumergiendo la plancha en la siguiente solución:

\* 500 ml de HCl

\* 3,5 gr. de Hexametilene tetramine

\* 500 ml de agua destilada

- Medir los pesos finales de las planchas.

En las figuras 2.1 a 2.5 se puede ver la apariencia de las planchas de acero naval, luego de ser

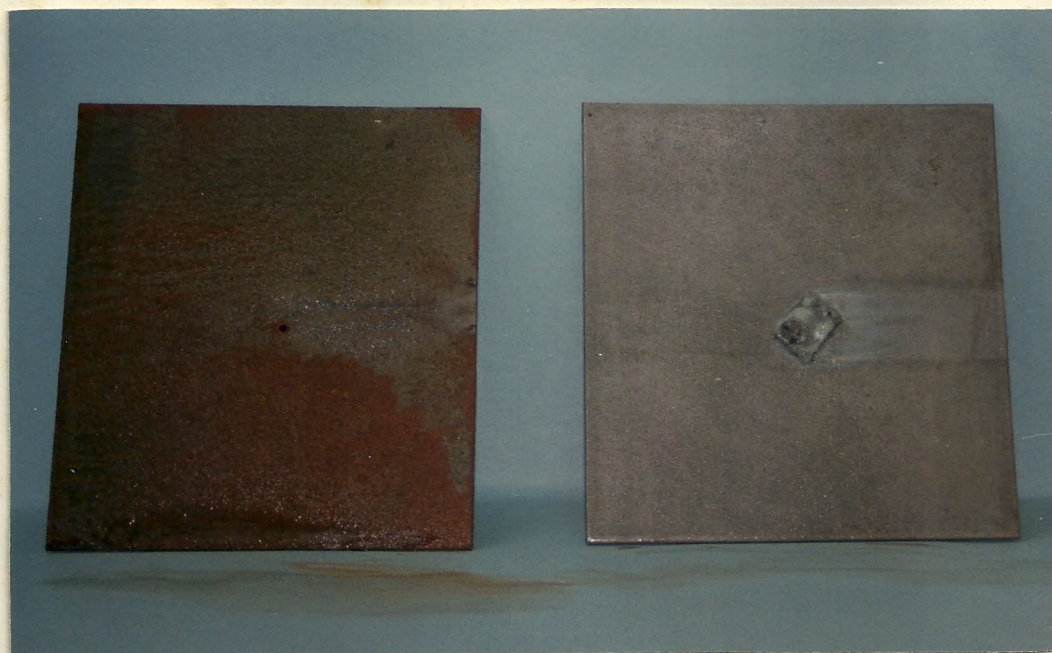


Fig. 2.1 Planchas de acero naval.(20 dias de exposicion)  
Izq.: sin acople ; der.: con acople de ZA-27



Fig. 2.2 Planchas de acero naval.(30 dias de exposicion)  
Izq.: sin acople; der.: con acople de ZA-27



Fig. 2.3 Planchas de acero naval.(40 dias de exposicion)  
Izq.: sin acople; der.: con acople de ZA-27



Fig. 2.4 Planchas de acero naval.(60 dias de exposicion)  
Izq.:sin acople; der.: con acople de ZA-27.

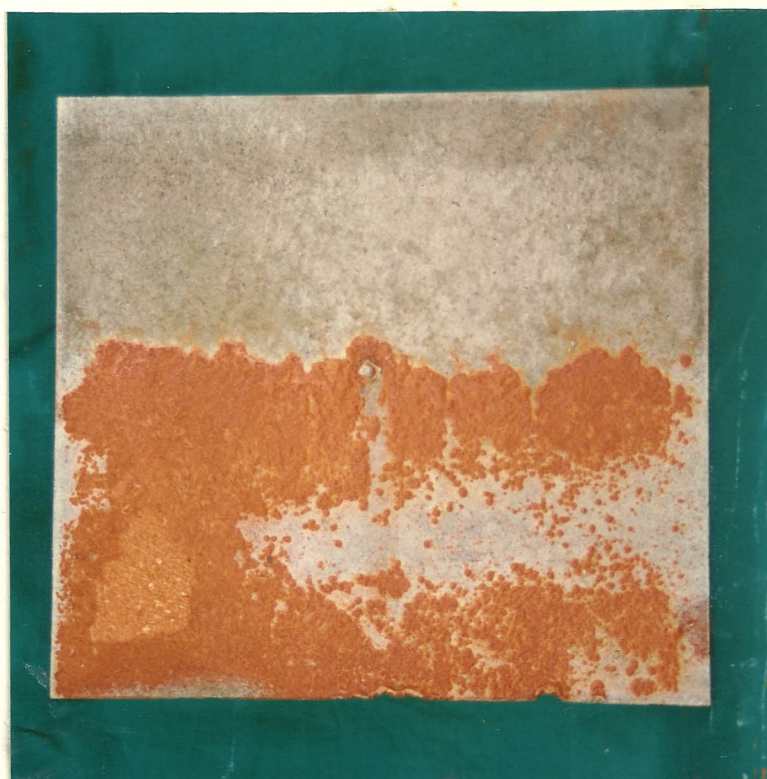


Fig. 2.5 Plancha de acero naval con acople de Zn puro.  
(60 días de exposición).

retiradas de la solución salina.

En la tabla V se registran los resultados de las pruebas de velocidad de corrosión de las planchas.

### 2.3 CALIBRACION DE ROSCAS SEGUN NORMAS INEN

La norma INEN 117 " Roscas ASA para tuberías y accesorios. Especificaciones" , establece las

MUESTRA	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (10 d)	PESO FINAL (20 d)	PESO FINAL (30 d)	PESO FINAL (40 d)	PESO FINAL (50 d)	PESO FINAL (60 d)	mdd. (10 d)	mdd. (20 d)	mdd. (30 d)	mdd. (40 d)	mdd. (50 d)	mdd. (60 d)
1-1	1070,90	1070,7	---	---	---	---	---	2,27	---	---	---	---	---
1-2	1329,40	---	1329,3	---	---	---	---	---	0,57	---	---	---	---
1-3	1044,30	---	---	1044,3	---	---	---	---	---	0,00	---	---	---
1-4	1308,40	---	---	---	1308,3	---	---	---	---	---	0,28	---	---
1-5	1001,80	---	---	---	---	1001,7	---	---	---	---	---	0,23	---
1-6	1070,60	---	---	---	---	---	1070,1	---	---	---	---	---	0,90
R-1	999,40	998,0	---	---	---	---	---	15,91	---	---	---	---	---
R-2	1034,50	---	1032,5	---	---	---	---	---	11,36	---	---	---	---
R-3	1034,50	---	---	1031,6	---	---	---	---	---	11,98	---	---	---
R-4	1008,20	---	---	---	1004,7	---	---	---	---	---	9,94	---	---
R-5	934,90	---	---	---	---	930,2	---	---	---	---	---	10,68	---
R-6	997,00	---	---	---	---	---	990,1	---	---	---	---	---	13,07
PATRON	987,00	---	---	---	---	---	986,9	---	---	---	---	---	0,95

Tabla V. Velocidad de corrosión de planchas de acero naval con y sin protección catódica

dimensiones y tolerancias de las roscas ASA utilizadas en las tuberías y accesorios.

La rosca usada en los accesorios de ZA-27 es la rosca tipo NPT. Las roscas tipo NPT (cónicas interna o externa), son utilizadas para formar juntas estancas, pudiendo usar sellador o lubricante.

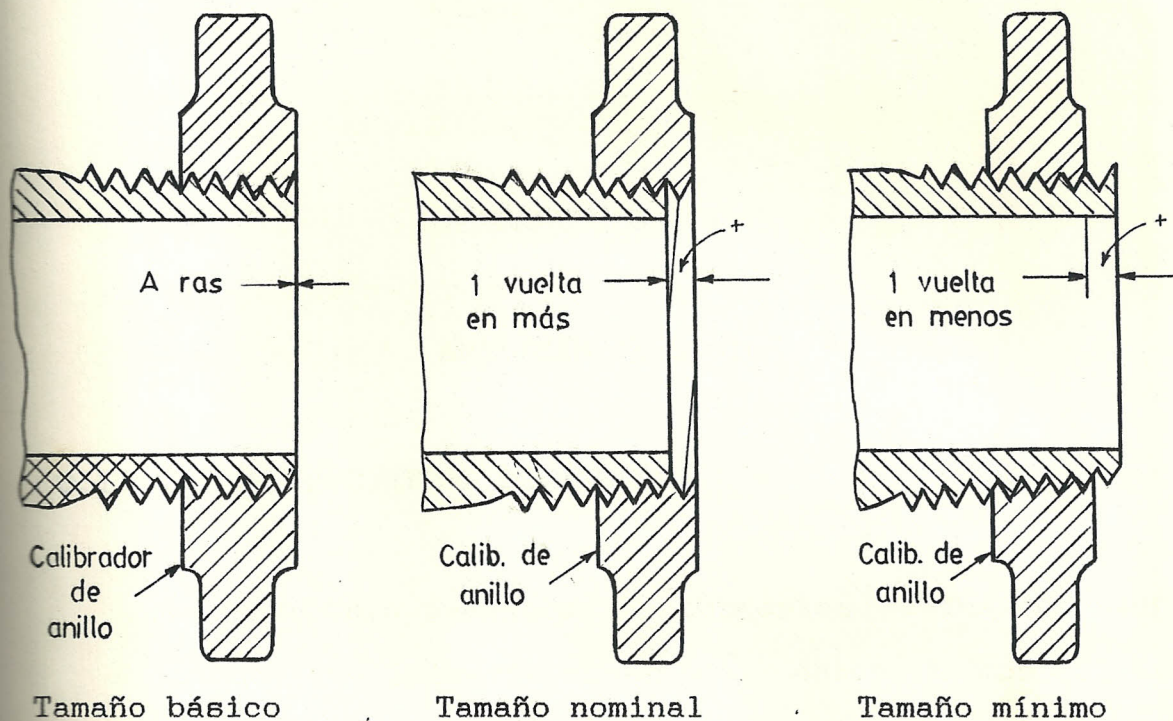
Para efectos de recepción las roscas aceptarán las siguientes variaciones:

TIPO NPT : +- 1 vuelta de calibrador

La designación de las roscas será de la siguiente manera:

- Tamaño nominal de la rosca
- Número de hilos en 25,4 mm.
- Tipo de rosca.
- Rosca interna (I), rosca externa (E).





Calibración de rosca cónica con calibrador de anillo

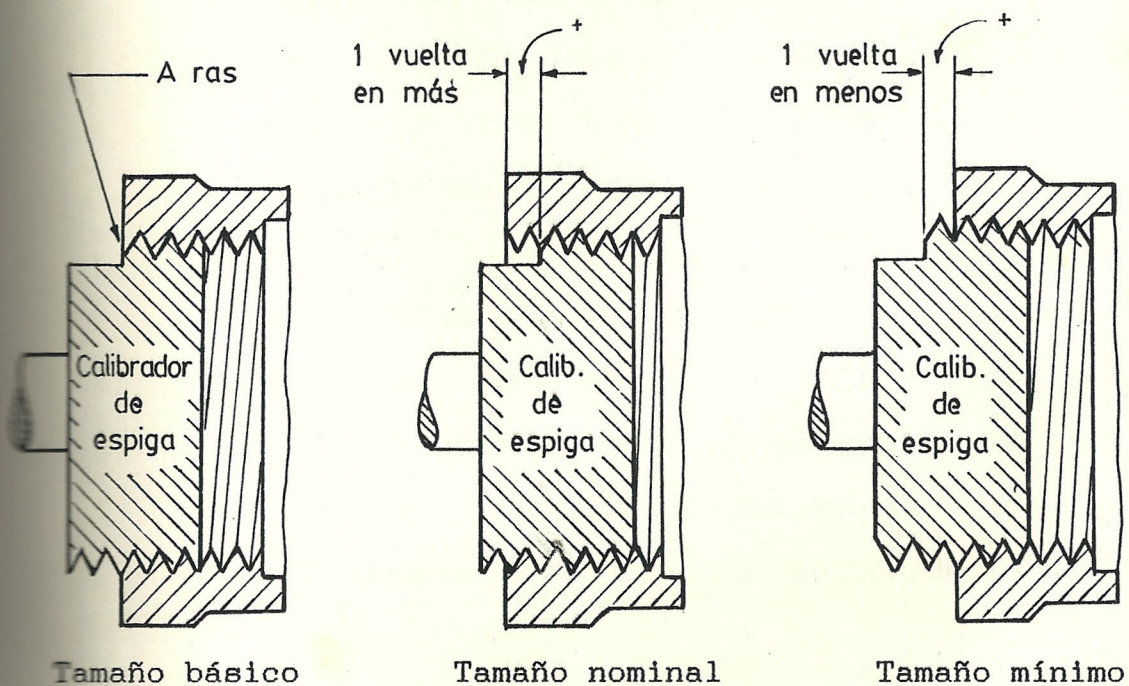


Fig. 2.6 Calibración de roscas cónicas internas

## CAPITULO III

### ANALISIS DE COSTOS

#### 3.1 COSTOS DE CONTROL DE CALIDAD

Este capítulo presenta los conceptos e instrumentos básicos que intervienen en los costos de control de calidad de un producto.

En general la investigación del mercado, el desarrollo, diseño fabricación y comercialización de un producto acarrea costos para la empresa y ésta debe soportarlos.

Además de estos costos, hay otros que surgen en la empresa y que dependen de la eficacia con que se realizan las labores relacionadas con la calidad del producto para lograr conformidad con las especificaciones y se denominan costos de la calidad.

Los costos de calidad se dividen en 4 categorías y sus definiciones usuales son las siguientes:

Costo por fallos internos.- Son defectos detectados por el fabricante. Incluye los costos de los productos, piezas y materiales que no satisfacen los requisitos de calidad. Entre estos se encuentran:

- Desechos
- Reelaboración
- Reinspección
- Tiempo de paro
- Pérdidas de rendimiento
- Gastos de disposición

Costo por fallos externos.- Abarca los costos por defectos detectados después de la expedición al cliente. Incluyen:

- Reclamaciones
- Material devuelto
- Reparación de material devuelto
- Garantías
- Concesiones

Costos de evaluación.- Son los costos necesarios para descubrir la condición de los productos, piezas y materiales. Incluyen:

- Verificación de entrada
- Inspección y ensayo
- Material y equipos de ensayo

- Mantenimiento de equipo de ensayos
- Evaluación de existencias

Costos de prevención.- Son ocasionados para mantener los costos de fallo y valoración en un mínimo. Entre ellos figuran:

- Planificación de la calidad
- Preproducción
- Adiestramiento
- Análisis de fabricación
- Planificación de inspección
- Obtención y análisis de datos de calidad
- Informes de calidad
- Programas de mejora

Para cada elemento de costo puede haber diferentes tipos de costos: salarios, materiales, equipos de inspección, herramientas, etc., pero no es necesario obtener información de todos los elementos posibles así que se recomienda prestar más atención a aquellos donde se pueden hacer mayores ahorros.

Una forma de reunir datos sobre los costos de trabajos de inspección es estimar la cantidad de personal dedicado a esta tarea y multiplicar este valor por un costo salarial promedio. Es importante

mencionar que en los costos de la calidad solo debe incluirse el valor relacionado con la inspección.

Para la recolección de datos de costos por fallos internos y externos se pueden usar formularios. En el anexo 9, se muestra un tipo de formulario que permite hacer un cálculo del costo del defecto.

Cuando se desea hacer una evaluación de los costos de la calidad, no es suficiente con ver los informes de cifras totales valoradas, es necesario también relacionar estos costos con alguna base de comparación que sirva como un índice.

Generalmente se escogen 3 de las 4 siguientes bases: mano de obra (salarios), costos de producción, ventas y unidades de producto. Los aspectos que se incluyen en cada base son<sup>3</sup> :

a) Mano de obra :

- Mano de obra total
- Mano de obra de operación

b) Costos de Producción:

- Costo sobre lo producido en talleres (CPT)
- Costo sobre producto manufacturado (CPM)
- Costo sobre suministro a los talleres

c) Ventas:

- Ventas netas
- Valor contribuido (Ventas netas-material directo)

d) Unidades de producto:

- Producción referida a valor contribuido
- Producción relacionada a costos de calidad
- Costo de calidad por unidad de equivalentes referidos a la unidad de producción

Es importante para toda empresa recoger los datos de costos de la calidad, publicarlos y analizarlos.

En los anexos 14, 15 y 16 se dan ejemplos de la forma en que se reportan los costos de calidad aplicándolos a los 4 tipos principales.

Tomando en cuenta toda la información recopilada hasta el momento y considerando que la planta

diseñada en este proyecto no cuenta con un departamento de control de calidad, cada uno de los operarios tiene que hacer el control en sus respectivos puestos de trabajo.

Según el estudio de producción, la planta contaría con dos trabajadores calificados y seis no calificados, distribuidos de la siguiente forma:

**Fundidor.**- Un trabajador no calificado que realiza la selección y pesaje de la materia prima, prepara las cargas para el horno, realiza las operaciones de fusión y su control; una vez listo el metal, procede a llenar los moldes. Además, toma las muestras para el análisis del material.

**Moldeador.**- Un trabajador no calificado que prepara los moldes: coloca los machos en las placas, calienta los moldes controlando su temperatura y los cierra para el colado de metal.

**Machero.**- Dos trabajadores no calificados que elaboran y secan los machos, desmoldean las piezas y cortan los bebederos. Controlan el estado de las piezas fundidas: separan las piezas con falla y los bebederos (para reciclaje), de las piezas listas para

el maquinado.

**Tornero.**- Un trabajador calificado que realiza el maquinado de roscas en los accesorios.

**Auxiliar de tornero.**- Un trabajador no calificado entrenado para cumplir las mismas funciones que el tornero.

**Bodeguero.**- Trabajador no calificado que se encarga del transporte y almacenaje de la materia prima, del material para reciclaje, de las herramientas y de los productos terminados.

**Técnico.**- Trabajador calificado que supervisa todas las actividades de la planta.

Por lo explicado anteriormente, es evidente que no es necesario estimar costos por concepto de mano de obra de control de calidad.

Los costos por adquisición de los equipos necesarios para las operaciones de control se indican en la tabla VI.



ADQUISICION DE EQUIPOS	S/.
Balanza .....	1'000.000
Termocupla tipo K y termómetro digital .....	500.000
Calibrador pie de rey .....	100.000
Micrómetro .....	100.000
Calibradores y plantillas para calibración de roscas.....	250.000
TOTAL .....	1'950.000

Tabla VI. Informe de costos para adquisición de equipos

Fuente: Referencia 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Aunque generalmente al cliente le interesan más las propiedades mecánicas y físicas de un producto que las químicas, básicamente es la composición química la que caracteriza a un material de fundición.

Los materiales usados para la elaboración de los accesorios con ZA-27 deben tener una pureza elevada:

- \* El zinc empleado como metal base para estas aleaciones debe ser de una pureza de por lo menos 99,99%. Deben controlarse impurezas que suele contener el zinc como plomo, hierro y cadmio. Un contenido de más de 0,8 % de plomo o de más de 0,5 % de cadmio, ocasionan grietas en las piezas fundidas.
  
- \* El aluminio usado como metal aleante debe tener una pureza de 99 %.
  
- \* El cobre empleado para estas aleaciones debe ser electrolítico ( 99,9 % puro ).

- \* El magnesio debe ser 99,5 % puro.
- \* También es importante evitar la presencia de estaño en porcentajes elevados pues disminuye la resistencia y además provoca corrosión intercrystalina.
- \* El rango de composición de los elementos aleantes del ZA-27 se indica a continuación:

<u>Elemento</u>	<u>Porcentaje</u>
Aluminio	25 ~ 28
Cobre	2 ~ 2,5
Magnesio	0,01 ~ 0,02
Estaño	0,002
Zinc	resto

Según las pruebas realizadas, se recomienda fundir la aleación 4 sin tratamiento térmico (tabla II), con una temperatura de colado de 580 °C y una temperatura de molde de 230 ° C.

- Durante la fusión, esta aleación no reacciona con el hidrógeno así que no requiere de operaciones de desgasificado y puede ser fundida fácilmente con poca o ninguna porosidad.

- Los ensayos de dureza se pueden usar para controlar el nivel de calidad de las piezas coladas. Cuando se realicen pruebas de dureza, se recomienda usar una bola de 100 mm. y una carga de 500 Kg.
  
- Para el control de las roscas, verificar que se cumplan con los requisitos fijados en INEN 117.
  
- Con los datos obtenidos de la prueba de corrosión (prueba de acople galvánico), se puede concluir que el ZA-27 realmente es anódico con respecto al acero, es decir, que acoplado con éste tiende a protegerlo contra la corrosión.

Como puede verse en la tabla V, existe una diferencia considerable entre los valores de mdd. de las planchas con protección y sin protección de manera que, como se planteó anteriormente, si los accesorios de ZA-27 se acoplaran con la tubería sin la cubierta de galvanizado aquellos, actuarán como ánodo de sacrificio protégiendola.

Surge entonces la interrogante de qué duración tendrán los accesorios de presentarse éste caso?. Cabe indicar que se han realizado pruebas del mismo tipo pero usando zinc puro para el acople y los valores de mdd. para el

acero se acercan bastante a los de la tabla V, es decir, que si los accesorios fueran galvanizados tendrían aproximadamente la misma duración. Además es importante mencionar que los accesorios en general en nuestro medio son reemplazados debido a incrustaciones más que por fallas.

El ligero aumento en el valor de mdd (tabla V) al cabo de 60 días puede ser causado por la capa de color blanco (fig. 2.4) que presenta el ILZRO (así como también el zinc), que inhibe la salida de la corriente de protección.

En vista de que la aleación presenta propiedades de resistencia a la corrosión tan buenas como el zinc, no requiere de acabados tales como galvanizado. Además ésta aleación tiene un acabado atractivo.

- En las fundiciones en el Ecuador salvo unos pocos casos, no existe ningún control de calidad en la producción de piezas.

Debido a la inexistencia de equipo disponible, la arena y silicato utilizados, por ej., no es analizada, es decir, no se le hacen las pruebas básicas como composición química, granulometría, permeabilidad, etc.

Además, no existe un control riguroso de agua añadida, aglomerante, aglutinantes y aditivos; esto se lo hace sólo en base a la experiencia.

De igual manera la mayoría de las plantas de fundición no controlan las propiedades de las piezas obtenidas debido a que implementar un laboratorio para realizar las pruebas más elementales resulta un tanto costoso aparte de que el personal carece de los conocimientos técnicos para hacerlo.

A N E X O S

## ANEXO 1. Control durante la fusión

Plantas de Fundición de acuerdo a producc.	Ensayo de control recomendado	Equipo y/o laboratorio recomendado	Norma, probeta o referencia de ensayo	Frecuencia de ensayo
G M P	Medición de Temperatura*	Termocupla tipo K Material: aleación de Ni-NiCr Rango de temperatura: 0 - 1250°C	ASTM E230 (14)	Cada Colada
G	Composición química**	Espectrómetro	(12)	
M P		Laboratorios especializados ESPOL	(12) (13)	
G M P	Profundidad de endurecimiento	No se requiere	ASTM A367 (15)	

(\*) Se realiza también al término de la fusión; antes y después de cualquier tratamiento inmediatamente antes del colado.

(\*\*) Se realiza también al término de la fusión.

Fuente: Referencia 7.



## ANEXO 2

## ENSAYOS DESTRUCTIVOS EN PIEZAS COLADAS (PARA PLANTAS DE FUNDICION FERROSA Y NO FERROSA).

Plantas de Fundición de acuerdo a producc.	Ensayo de control recomendado	Equipo y/o laboratorio recomendado	Norma, probeta o referencia de ensayo	Frecuencia de ensayo*			
G	Metalografía***	Equipo de pulido Microscopio metalográfico Aumento: 120X, 500X	(16)				
M P		Laboratorio de materiales Ingeniería en Mecánica ESPOL					
G	Resistencia a la tracción	Máquina universal de ensayos Capacidad: 54545,5 Kgf (120000 lbf) Sensibilidad: 1,13 Kgf (2,5 lbf)	(17)				
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL					
G	Resistencia a la fatiga	Máquina de Moore			Se puede realizar por: - pieza - lote - periodo		
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL					
G	Resistencia al impacto	Máquina de péndulo Charpy Capacidad: 36,5 Kgf-m (264 lbf-pie) Sensibilidad: 0,27 Kgf-m (2 lbf-pie)				Se recomienda consultar a personal especializado.	
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL					
G	Resistencia a la flexión	Máquina universal de ensayos Capacidad: 54545,5 Kgf (120000 lbf) Sensibilidad: 1,13 Kgf (2,5 lbf)					
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL					

## ANEXO 2

## ENSAYOS DESTRUCTIVOS EN PIEZAS COLADAS (PARA PLANTAS DE FUNDICION FERROSA Y NO FERROSA).

(CONTINUACION)

Plantas de Fundición de acuerdo a producc.	Ensayo de control recomendado	Equipo y/o laboratorio recomendado	Norma, probeta o referencia de ensayo	Frecuencia de ensayo*
G	Resistencia a la compresión	Máquina universal de ensayos Capacidad: 54545,5 Kgf (120000 lbf) Sensibilidad: 1,13 Kgf (2,5 lbf)	(17)	Se puede realizar por: - pieza - lote - periodo  Se recomienda consultar a personal especializado.
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica		
G	Dureza	Durómetros: Brinell, Rockwell y Vickers	(12)	
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica		
G	Composición química	Espectrómetro	(12)	
M P		Laboratorios especializados ESPOL	(12) (13)	
G M P	Resistencia a la corrosión	Laboratorios especializados ESPOL	(18)	

(\*) Depende del número de piezas, proceso de elaboración, etc.

(\*\*) Sirve también para observar la eficacia de la inoculación en piezas coladas no ferrosas y la forma, tamaño de grafito en piezas ferrosas.

Fuente: Referencia 7.

## ANEXO 3

Ensayos no destructivos en piezas coladas (Para plantas de fundición ferrosa y no ferrosa).

Plantas de Fundición de acuerdo a producc.	Ensayo de control recomendado	Equipo y/o laboratorio recomendado	Norma, probeta o referencia de ensayo	Frecuencia de ensayo*		
G M P	Dimensional	Micrómetro Apreciación: 0,01 mm Calibrador pie de rey Capacidad: 200 mm Apreciación: 0,05 mm Reglas graduadas Apreciación: 1mm	(19)	Se puede realizar por: - pieza - lote - período		
G	De la forma de las superficies	Plantillas y galgas coloreadas				
M P		Plantillas y galgas para ensayos a contraluz				
G	Rugosidad	Rugosímetro eléctrico Capacidad: 15 m Sensibilidad: 0,01 m				
M		Rugosímetro mecánico Capacidad: 15 m Sensibilidad: 0,01 m				
P		Laboratorios especializados				
G	Rayos	Equipo radiográfico de 1000 Kv			(16)	Se recomienda consultar a personal especializado.
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL				
G	Rayos	Equipo de Cobalto - 60				
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL				
G	Tintas penetrantes	Equipo completo de tintas penetrantes Lámparas de luz negra				
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica				

## ANEXO 3

## ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN PIEZAS COLADAS (PARA PLANTAS DE FUNDICION FERROSA Y NO FERROSA).

(CONTINUACION)

Plantas de Fundición de acuerdo a producc.	Ensayo de control recomendado	Equipo y/o laboratorio recomendado	Norma, probeta o referencia de ensayo	Frecuencia de ensayo*
G	Verificación de superficies planas	Aparato colimador Planos patrón	(19)	Se puede realizar por: - pieza - lote - periodo  Se recomienda consultar a personal especializado.
M P		Laboratorios especializados		
G	Partículas magnéticas**	Equipo de magnetización por puntas Yugo magnético	(16)	
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica ESPOL		
G	Ultrasonido***	Equipo de amplificación de 120 decibeles	(16)	
M P		Laboratorio de Ingeniería en Mecánica		

(\*) Depende del número de piezas, proceso de elaboración, etc.

(\*\*) Para piezas con tratamiento de homogeneización (grano refinado).

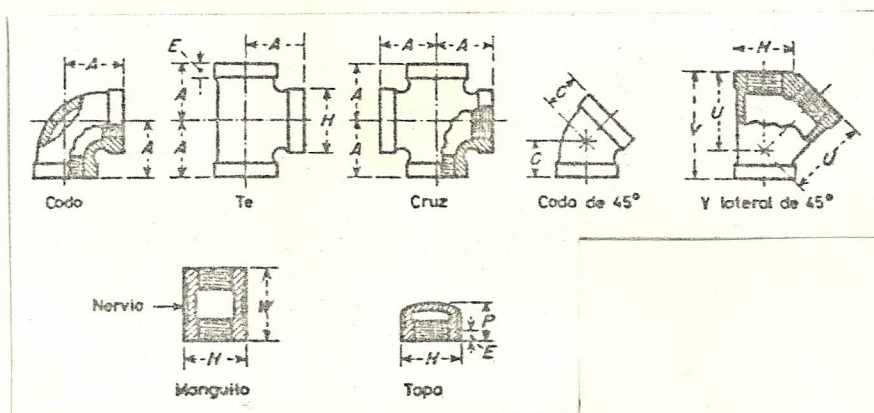
(\*\*\*) Sólo para piezas coladas ferromagnéticas.

Fuente: Referencia 7.

## ANEXO 4

## DIMENSIONES DE ACCESORIOS ROSCADOS DE HIERRO MALEABLE, ESTANDARES

## AMERICANOS (TIPOS CORRIENTES)\*



Tamaño		A	H	E	C	V	U	W	P
Plg.	cm								
1/2"	1,27	2,84	3,040	0,632	2,23	5,89	4,34	3,40	2,21
3/4"	1,90	3,33	3,703	0,693	2,49	7,03	5,21	3,86	2,46
1"	2,54	3,81	4,498	0,767	2,84	8,33	6,17	4,24	2,94

\* El estándar completo (ASA B16.3, 1951) cubre también los coples, o manguitos, codos, tes y cruces de reducción y los codos y tes de servicio o calle.

Fuente: Referencia 21.

## ANEXO 5

## PLAN PARA FORMACION INTERNA EN EL AREA DE CALIDAD

T E M A	CATEGORIA												Duración en horas
	1	2	3	PRODUCCION			INSPECCION			10	11	12	
				4	5	6	7	8	9				
Control calidad I				X			X						4
Control calidad II	X	X	X		X	X		X	X	X	X	X	8
Ingeniería control calidad. I					(X)		X						20
Ingeniería control calidad. II		(X)				(X)		X	X				40
Fiabilidad	X								(X)				20
Metrología					(X)		X	X	X				16
Ensayo de materiales								X					12
Relaciones de proveedores			X										8
Economía de la calidad						X			X			X	8
<u>Otros</u>													
Productos					X		X	X					8
Materiales					(X)	(X)		X	X				12
Procesos		X		(X)	X	X	X	X	X				12
Dibujos				X			X						16
Tolerancias				X			X						16

- 1.- Desarrollo del producto  
 2.- Ingeniería de la fabricación  
 3.- Compras  
 4.- Operario  
 5.- Supervisor  
 6.- Ingeniero

- 7.- Inspector  
 8.- Supervisor  
 9.- Ingeniero  
 10.- Mercadeo  
 11.- Servicio  
 12.- Alta dirección

Fuente: Referencia 2.

## ANEXO 6

## ANÁLISIS DE NECESIDADES DE FORMACIÓN DE PERSONAL

	1	2	3	4	5	6	7	8
Control de calidad			X					
Especificaciones de la calidad							X	
Inspección y prueba						X		
Estadísticas básicas					X			
Muestreo para aceptación								X
Control del proceso								X
Metrología	X							
Prueba no destructiva	X							
Planificación de la inspección					X			
Procedimientos de inspección							X	
Registro de datos	X							

1.- Ser capaz de

2.- Darse cuenta

3.- Darse cuenta del valor de

4.- Tener en cuenta

5.- Tener una opinión de

6.- Saber

7.- Conocer

8.- Conocer el significado de

Fuente: Referencia 2.







**A N E X O 9**  
**REGISTRO DE DESECHOS**

<b>ESPOL</b>				<b>REGISTRO DE DESECHOS</b>	
NUMERO DE LA PIEZA		NOMBRE DE LA PIEZA			CODIGOS DE DEFECTOS 1 OPERARIO 2 MATERIAL 3 MAQUINA 4 HERRAMIENTA 5 MONTAJE 6 MANIPULACION 7 INSTRUCCION 8 DISEÑO 9 DESCONOCIDO
NUMERO DEL PRODUCTO	CODIGO DEL DEFECTO	NUMERO DEL PEDIDO	ULTIMA OPERACION		
CUENTA DEBITADA <b>33.47.</b>	DEPTO. RESPONSABLE	DEPARTAMENTO	OP. CAUSANTE DEL DEFECTO		
CUENTA ACREDITADA <b>63.42.</b>	FECHA	PREPARADA POR			
<b>23.10.</b>		APROBADA			
SEMANA No.		CANT. DESECHADA	COSTO POR CIENTO	COSTO TOTAL	
OBSERVACIONES					

Fuente: Referencia 2

ANEXO 10

REGISTRO DE QUEJAS DEL INSPECTOR SOBRE MATERIAL DEFECTIVO

QUEJA DEL INSPECTOR SOBRE MATERIAL DEFECTIVO

FECHA .....

PIEZA Núm..... DR. Núm.....

SE HAN RECIBIDO .....

	CANTIDAD	NOMBRE DEL ARTICULO
--	----------	---------------------

Y

SE INSPECCIONARON .....

	CANTIDAD	MUESTRA .....
		NOMBRE DEL ARTICULO

PARA .....

(Clase de máquina)	(Clase de material)
--------------------	---------------------

PARA .....

(Nombre del fabricante)	REQ'N .....
-------------------------	-------------

Y SE ENCONTRARON .....

.....

.....

.....

.....

DISPOSICION : .....

Cuándo se presentó queja similar al vendedor ? .....

FIRMADO .....

Fuente: Referencia 4

ANEXO 11

REGISTRO DE ANALISIS DE TOLERANCIAS

MOTIVO DE ESTE ANALISIS .....				
.....				
REFERENCIA	NOM	MAX	MIN	DIBUJO
Notas: .....				
.....				
Control de calidad REGISTRO DE ANALISIS DE TOLERANCIAS				
Elemento .....				
Prod. anual estimada:.....				
FIRMA.....				

## ANEXO 12

## LETRAS DE CODIGO PARA CADA TAMANO DE MUESTRA

Tamaño del lote			Niveles de Inspección especiales				Niveles de Inspecc. general.		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	a	8	A	A	A	A	A	A	B
9	a	15	A	A	A	A	A	B	C
16	a	25	A	A	B	B	B	C	D
26	a	50	A	B	B	C	C	D	E
51	a	90	B	B	C	C	C	E	F
91	a	150	B	B	C	D	D	F	G
151	a	280	B	C	D	E	E	G	H
281	a	500	B	C	D	E	F	H	J
501	a	1200	C	C	E	F	G	J	K
1201	a	3200	C	D	E	G	H	K	L
3201	a	10000	C	D	F	G	J	L	M
10001	a	35000	C	D	F	H	K	N	N
35001	a	150000	D	E	G	J	L	N	P
150001	a	500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001	a	más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Referencia 5.

ANEXO 13

TABLA MAESTRA DE MIL-STD-105D PARA LA INSPECCION NORMAL ( MUESTREO SIMPLE )

Letra de código según tamaño muestra	Tamaño de la muestra	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	200	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	315	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	500	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	800	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	1250	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	2000	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

- ↓ = Usar el primer plan de muestreo debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor al tamaño del lote o partida, realizar una inspección al 100%.
- ↑ = Usar el primer plan de muestreo encima de la flecha.
- Ac = Número de aceptación.
- Re = Número de rechazo.

FUENTE : REFERENCIA 5

## ANEXO 14

## INFORME DE COSTOS DE CALIDAD

MES .....	S/.	% del total
Costos de prevención .....		
Administración del control de la calidad .....		
Ingeniería del control de la calidad .....		
Valor de productos acabados a fecha .....		
Otros .....		
Total prevención		
Costos de verificación		
Inspección .....		
Ensayo .....		
Control de proveedores .....		
Control de material de medición .....		
Materiales consumidos .....		
Comprobación de la calidad del producto .....		
Total verificación .....		
Costos por fallos internos:		
Rechazos .....		
Reparaciones, trabajos de recuperación .....		
Pérdidas proveedores .....		
Análisis de fallos .....		
Total internos .....		
Costos por fallos externos:		
Fallos-fabricación .....		
Fallos-ingeniería .....		
Fallos-ventas .....		
Total externos .....		
TOTAL COSTOS DE LA CALIDAD .....		
Bases de comparación:		
Mano de obra directa .....		
Costos valor añadido .....		
Ventas .....		
Ratios:		
Costos internos/mano de obra directa .....		
Costos internos/costo valor añadido .....		
Total/ventas .....		

Fuente: Referencia 1

## ANEXO 15

## INFORME DE COSTOS DE CALIDAD

COSTOS OPERATIVOS DE LA CALIDAD				
COMPAÑIA .....				
DICIEMBRE				
	Primer Trimestre	Segundo Trimestre	Tercer Trimestre	Cuarto Trimestre
Gastos (en miles de dls):				
Prevención .....	\$	\$	\$	\$
Verificación .....				
Fallos internos .....				
Fallos externos .....				
Total .....	\$	\$	\$	\$
En porcentaje de ventas:				
Prevención.....				
Verificación .....				
Fallos internos .....				
Fallos externos .....				
Total .....				
En porcentaje de ventas - Categorías significativas*				
Planeación de la calidad .....				
Inspección .....				
Desperdicio y reproceso .....				
Quejas .....				
* Otras bases tales como valor de la producción en el taller, mano de obra total o valor contribuido, pueden ser usadas también.				

Fuente: Referencia 4.



## BIBLIOGRAFIA

- 1.- JURAN - BINGHAM Jr.; Manual del Control de la Calidad; 2da. Edic.; Editorial REVERTE S.A.
- 2.- VARIOS AUTORES ; Control total de la calidad en la empresa: un requisito para el éxito en la exportación de los países en desarrollo; Centro de comercio internacional UNCTAD/GATT; Ginebra; 1987.
- 3.- VITERI A.; Control de calidad en los productos industriales; ESPOL; Centro de difusión y publicaciones; Guayaquil;1987
- 4.- FEIGENBAUM A.; Control total de la calidad. Edit. CEGSA.
- 5.- JURAN - GRZYNA; Planificación y análisis de la calidad; 1era. Edic.; Edit. REVERTE S.A.; Barcelona; 1977.
- 6.- BIEDERMANN A.; Tratado moderno de fundición a presión de metales no ferreos; 2da. Edic.; Edit. José

- Montesó; Barcelona;1967.
- 7.- GARCIA L. - GORDON A.; Planificación de la calidad para las plantas de fundición locales; Tesis de Ingeniería Mecánica; EPN; Quito; 1990.
  - 8.- CHAMPON F. A.; Ensayos de corrosión; 1era. Edic.; URMO S. A. Ediciones.
  - 9.- AVNER S. H.; Introducción a la metalurgia física; 2da. Edic.; McGraw-Hill; México; 1974.
  - 10.- AMERICAN FOUNDRYMENS SOCIETY; Mold and cores test handbook; 1era. Edic.; Des Plaines - Illinois; AFS; 1978.
  - 11.- AGUIRRE I. - MURO A.; Arenas de moldes y machos; EPN; Quito; 1980.
  - 12.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars; Vol.03.06.; Philadelphia; ASTM; 1984.
  - 13.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars; Vol.03.05.; Philadelphia; ASTM; 1984.
  - 14.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars;

- Vol.14.01.; Philadelphia; ASTM; 1984.
- 15.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars;  
Vol.01.02.; Philadelphia; ASTM; 1985.
- 16.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars;  
Vol.03.03.; Philadelphia; ASTM; 1985.
- 17.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars;  
Vol.03.01.; Philadelphia; ASTM; 1985.
- 18.- VARIOS AUTORES; Annual book of ASTM Standars;  
Vol.03.02.; Philadelphia; ASTM; 1984.
- 19.- LUCCHESI D.; Verificación de piezas y máquinas  
herramientas; 1era. Edic.; Barcelona; Labor S.A.;  
1973.
- 20.- VELASCO L.; Control de calidad de tubos de acero  
galvanizado para conducción de agua; Tesis de  
Ingeniería Mecánica; ESPOL; Guayaquil; 1988.
- 21.- MARKS ; Manual del Ingeniero Mecánico; Sección 8:  
Elementos de Máquinas.