

1 1985
REPUBLICA ARGENTINA

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Dependiente de la Presidencia de la Nación

DIRECCION DE CENTRALES NUCLEARES

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

III. Implantación de Garantía de Calidad en los
Programas Nucleoeléctricos

3.3.4. Garantía de Calidad en la Fabricación de
Vainas de Zry-4

Ing. Luis FERNANDEZ

CNEA - PROYECTO F.A.E.

*Curso Interregional
de Capacitación sobre
Garantía de Calidad*

2 DE SETIEMBRE - 4 DE OCTUBRE DE 1985

CURRICULUM

Nombre y Apellido: Luis FERNANDEZ

Lugar de trabajo: CNEA-Fábrica de Aleaciones Especiales (FAE)
Centro Atómico Ezeiza.

Antecedentes en la investigación:

Institución: CNEA - Fecha: 1970-76: Tareas en la investigación básica.

Fecha 1976-1979: Institución: CASE Institute of Technology (EEUU)
Trabajos sobre Deformación y Fractura en materiales de interés nuclear.

Fecha 1980-Presente: Institución CNEA: Implementación y Puesta en Marcha del Sistema de Garantía de Calidad del F.A.E. (CAE).

RESUMEN

Descripción de las distintas etapas de implementación y puesta en marcha de un Sistema de Garantía de Calidad desde el período de desarrollo de tecnología hasta el inicio de la actividad industrial para la fabricación de vainas de elementos combustibles.

334. GARANTIA DE CALIDAD EN LA FABRICACION DE VAINAS DE ZRY-4

1.- Breve descripción del desarrollo de una tecnología de fabricación de tubos

El proyecto de desarrollo de tecnología de fabricación de semiterminados en base a circonio fue iniciado en la entonces Gerencia de Tecnología, de CNEA, por un grupo de profesionales capacitados en técnicas específicas. Desde su inicio se enfocó el problema en forma global, atendiendo tanto a los aspectos de desarrollo de procesos de fabricación como al de la comprensión de los fenómenos relacionados con el material y el producto.

También se incluyó en este esquema el objetivo de establecer durante el período de desarrollo de tecnología un sistema de Garantía de Calidad que garantiza desde el inicio de la actividad industrial la calidad de los productos.

2.- Descripción del proceso de fabricación TREX - tubo final

Figura N°1

3.- Requerimientos de Diseño y Garantía de Calidad

El factor más importante a considerar al determinar el alcance de las actividades de Garantía de Calidad en la fabricación de elementos combustibles para Centrales Nucleares es el efecto que el mal funcionamiento o fallas de los mismos pudiera tener sobre la seguridad de las Centrales Nucleares.

- 3.1. En base a esto es necesario implementar un sistema de Garantía de Calidad que se base y cumpla con Requerimientos Generales tales como:

Guía de Seguridad (Nº50-SG-QAB) sobre Garantía de Calidad en la fabricación de equipos para C.N. publicada por la O.I.E.A.;

Lineamientos de la Dirección de C.N. para un Programa de Garantía de Calidad en Instalaciones Nucleares;

Requerimientos de Diseño, por ej; Especificación E.O.15018 y Plano 3.0.15.105 Atucha I.

- 3.2. Programa de Garantía de Calidad para Combustibles Nucleares.

- 3.3. Requerimientos Técnicos.

Especificaciones Técnicas para elementos combustibles y sus componentes: Vainas-Trex-Lingote y Esponja. Según ASTM B349; 350 y 351.

- 4.- Descripción de los antecedentes que llevan a implementar el Sistema de Garantía de Calidad.

- 4.1. Elección de los procesos de fabricación que incluye las tareas de selección del tipo de proceso de laminación y de tratamiento térmico y de los procesos de acondicionamiento superficial del tubo terminado.

Aquí se llevaron a cabo inspecciones aisladas que consisten en tareas de reconocimiento y definición, de las características de calidad o parámetros que se deben controlar durante los procesos de fabricación, a fin de poder satisfacer los requerimientos de diseño y técnicos. (Ver Tabla 1).

- 4.2. Determinación de la ruta de fabricación.

Aquí se incluye la fijación de las tolerancias dimensionales y calidad superficial intermedia que permitan satisfa-

cer las exigencias del producto final. Aquí se realiza la documentación de la información. Aparecen las primeras Cartas de Control para la recolección sistemática de los datos de proceso y de laboratorio y se redactan los procedimientos e instrucciones de laboratorio y fabricación.

- 4.3. Fabricación bajo condiciones de operación industrial. Aquí se califican los procedimientos de fabricación y la tecnología en base al grado de ajuste de las características de calidad con el rango de tolerancias permitido de cada una de las características de las vainas. (Ver Tabla 2) Aquí se opera con toda la Documentación requerida por Garantía de Calidad y se tiene definida una Ruta de Fabricación con puntos de inspección. Figuras 2 y 3.

5.- Regulación de las actividades de Inspección durante el proceso, Inspección final y Evaluación de datos.

5.1. Sistema de Garantía de Calidad.

Grupos que lo forman y sus funciones.

A estos efectos se puede implementar un sistema de Garantía de Calidad formado por tres grupos fundamentales y un grupo de apoyo, y con las siguientes funciones: (Fig.4).

(INSP) INSPECCION: Controlar las operaciones de fabricación desde los puntos de control de manera de detectar pequeñas discrepancias en los parámetros para poder ajustarlos en las tapas primarias de fabricación.

(LAB) LABORATORIO: Verificar la calidad mediante ensayos y detectar no-conformidades entre las especificaciones de diseño para ensayos de vainas y el producto terminado.

(IC) INGENIERIA DE CALIDAD: Evaluar estadísticamente los datos que generan los sectores INSP. y LAB.

(CAL) CALIBRACION: Asegurar el correcto funcionamiento, la precisión requerida y la exactitud de las mediciones de los medios de medición.

- 5.2. Evolución de la Documentación en las distintas etapas de un Proyecto de desarrollo de tecnología de producto.

Como puede apreciarse en la Tabla 3 la evolución de la Documentación desde la Partida Experimental hasta la Partida en Producción indica una enorme diferencia en cuanto a las necesidades de Documentación relacionadas con pequeñas cantidades de tubos (Partida experimental) que deben ajustarse a especificaciones de algunas decenas de metros y grandes cantidades de tubos (Partida en producción) formado por miles o decenas de miles de metros.

- 5.3. Ejemplos de Documentos del Sistema de Garantía de Calidad.

- Cartas de Control de INSP. Fig. 5 a y 5 b
- Cartas de Control de LAB. Fig. 6 a y 6 b

6.- Personal - Calificación

- 6.1. Todas las actividades vinculadas a producción, inspección y ensayos se llevan a cabo por operarios calificados. La calificación de operarios se realiza sobre la base de educación general, experiencia y eficiencia. Todos los requisitos para las calificaciones deberán especificarse y hacerse constar en documentos y se acreditará la Calificación mediante un Certificado de Calificación. A su vez se registrará el Nivel de Calificación de cada operario.

Con el fin de mejorar el nivel de Calificación se proponen programas de entrenamiento.

Se debe presentar prueba documentada de la capacidad adquirida.

- 6.2. Para los no-operarios la calificación y entrenamiento será implementada en forma similar a la descripta en 6.1.

CONCLUSIONES

Un Sistema de Garantía de Calidad no es un fin en si mismo, es básicamente una herramienta en apoyo de la tecnología y como toda herramienta no debe perder el sentido de su uso, o sea, el cumplimiento de una función específica: "Asegurar una razonable confianza en la performance del producto".

BIBLIOGRAFIA

- 1) Desarrollo de una Tecnología de Fabricación de Tubos de Zircaloy en la CNEA- J.C.Almagro, L.Fernández, L.Iurman, J.Kittl, A.Banchik, O.Lanzos y R.Volpi.
- 2) Manual de Garantía de Calidad del Proyecto F.A.E.

TABLA 1

PARAMETROS			INCREMENTO EN LA REDUCCION EN TRABAJO EN FRIO	AUMENTO DE TEMPERATURA DE RECO CIDO	INCREMENTO EN EL CONTENIDO DE OXIGENO
PROPIEDADES					
MECANICAS	UNIAXIAL TEST	Resistencia a la tracción	o	•	o
		Elongación	•	o	•
	MULTI-AXIAL TEST	Resistencia a la tracción	o	•	o
		Elongación	•	o	•
	Otras				

Notación: o mejora

• se deteriora

- no afecta

TABLA 2

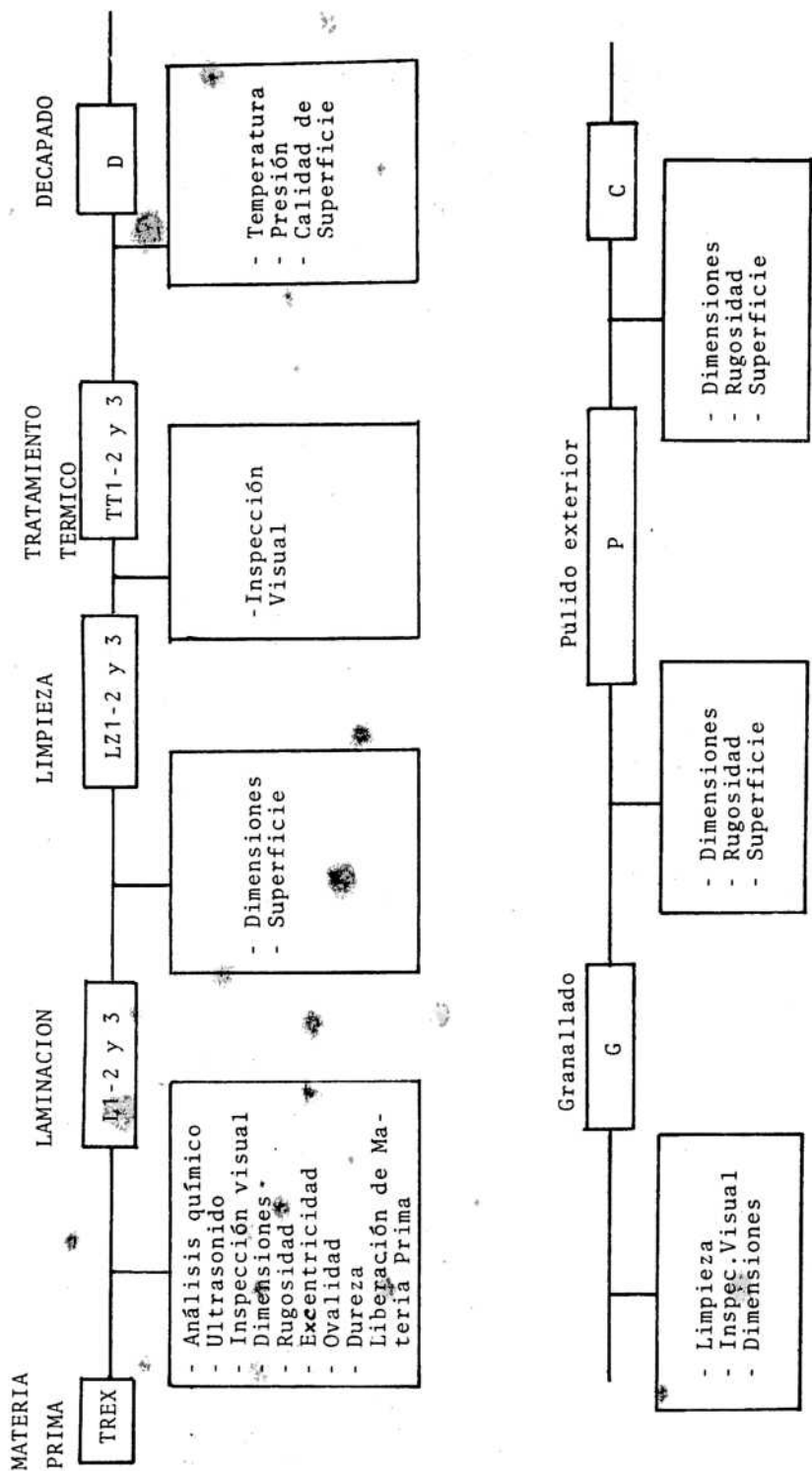
CARACTERISTICAS DE CALIDAD	PARAMETROS
Dimensiones	Longitud Diámetro exterior Diámetro interior Espesor de pared Excentricidad Ovalidad Rectilineidad
Condición Superficial	Rugosidad superficial en diámetro exterior. Rugosidad superficial en diámetro interior. Imperfecciones de superficie Limpieza
Análisis Químico	O; H y N
Condiciones del Material	Relevado de tensiones
Tamaño de Grano	6 ASTM
Propiedades Mecánicas	Límite de resistencia a la tracción Límite convencional de fluencia Alargamiento en la ruptura Deformación en fluencia Deformación uniforme en explosión
Defectos	Longitudinales externos Longitudinales internos Transversales externos Transversales internos
Corrosión	Incremento en peso

ETAPA	APOYO BASICO Y DESARROLLO PROCESOS DE FABRICACION E INSPECCION	MAQUINAS Y EQUIPOS DE CONTROL	DOCUMENTACION
PARTIDA EXPERIMENTAL	- Elección procesos de fabricación. - Determinación de parámetros de fabricación y operación. - Inspecciones aisladas	- Selección, adquisición, puesta en operación de maquinaria y equipamiento. - Desarrollo de equipos específicos.	- Bibliografía - Especificaciones del producto final.
PARTIDA PILOTO	- Diseño y ajuste de ruta de fabricación. - Fijación de tolerancias y características de calidad para cada etapa de fabricación	- Operación rutinaria en facilidades industriales. - Integración de las operaciones de acabado superficial. - Horno industrial. - Equipos de lavado.	- Uso de cartas de control para inspección de proceso y Laboratorio. - Plan integral de fabricación y control (Ruta de Fabricación). - Procedimientos de Laboratorio y de fabricación.
PARTIDA DE CALIFICACION	- Calificación de procesos de fabricación y de la tecnología	- Equipamiento de control final de alta producción	- Manual de QA. - Manual de Fabricación - Certificación del producto

TABLA 3 a

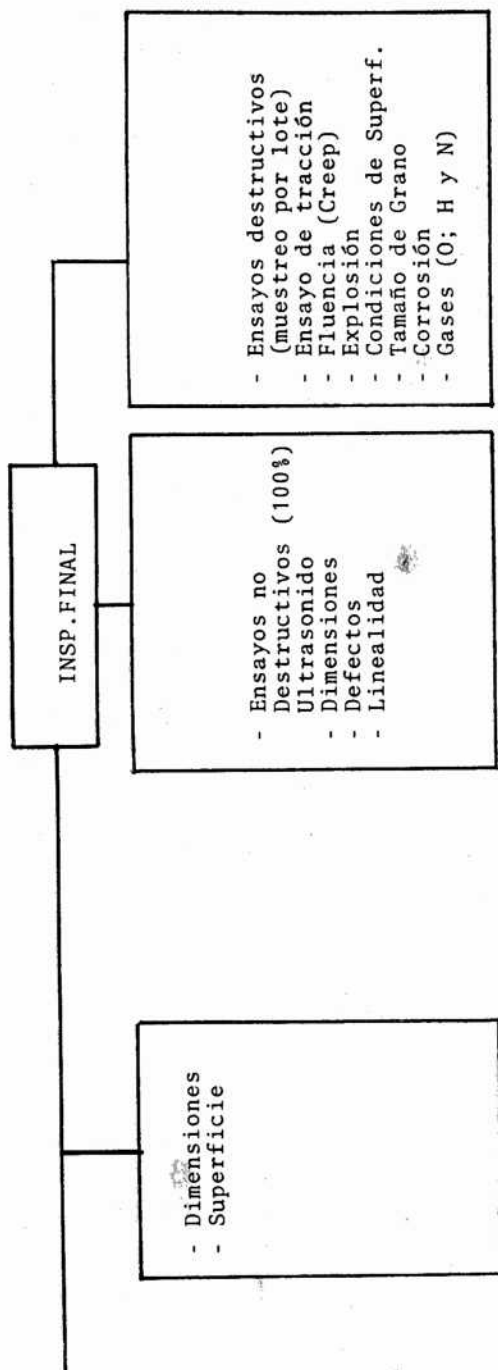
ETAPA	APOYO BASICO Y DESARROLLO PROCESOS DE FABRICACION E INSPECCION	MAQUINAS Y EQUIPOS DE CONTROL	DOCUMENTACION
PARTIDA EN PRODUCCION	- Procesos y tecnología calificados	- Máquinas y equipos comple- tos	- Manual de G. de Calidad - Manual de Fabricación - Manual de Mantenimiento - Manual de Procedimientos de LAB. - Manual de Procedimientos de INSP. - Manual de Procedimientos de CALIBRACION. - Instrucciones de LAB. - Instrucciones de INSP. - Instrucciones de CAL. - Planillas o Cartas de Control de LAB. - Planillas o Cartas de Control de INSP. - Planillas o Cartas de Control de CAL.

TABLA 3 b



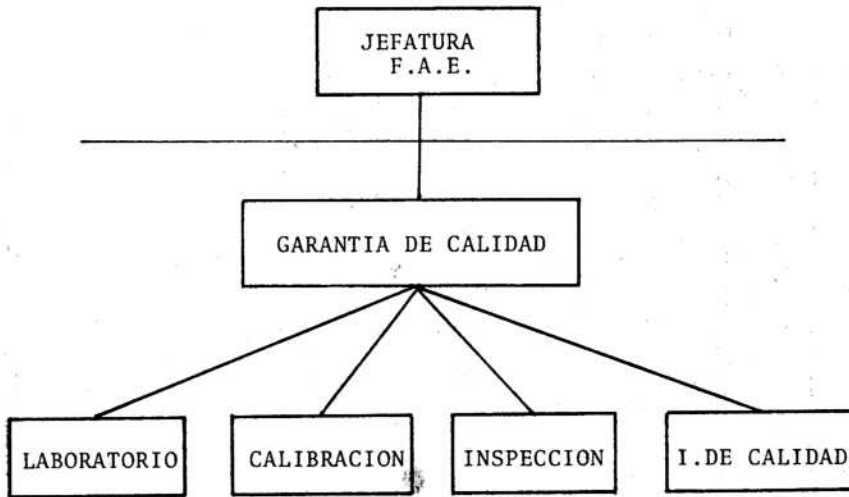
FABRICACION DE VAINAS DE ZRY Y PUNTOS DE INSPECCION

FIGURA 2



INSPECCION FINAL VAINAS ZRY

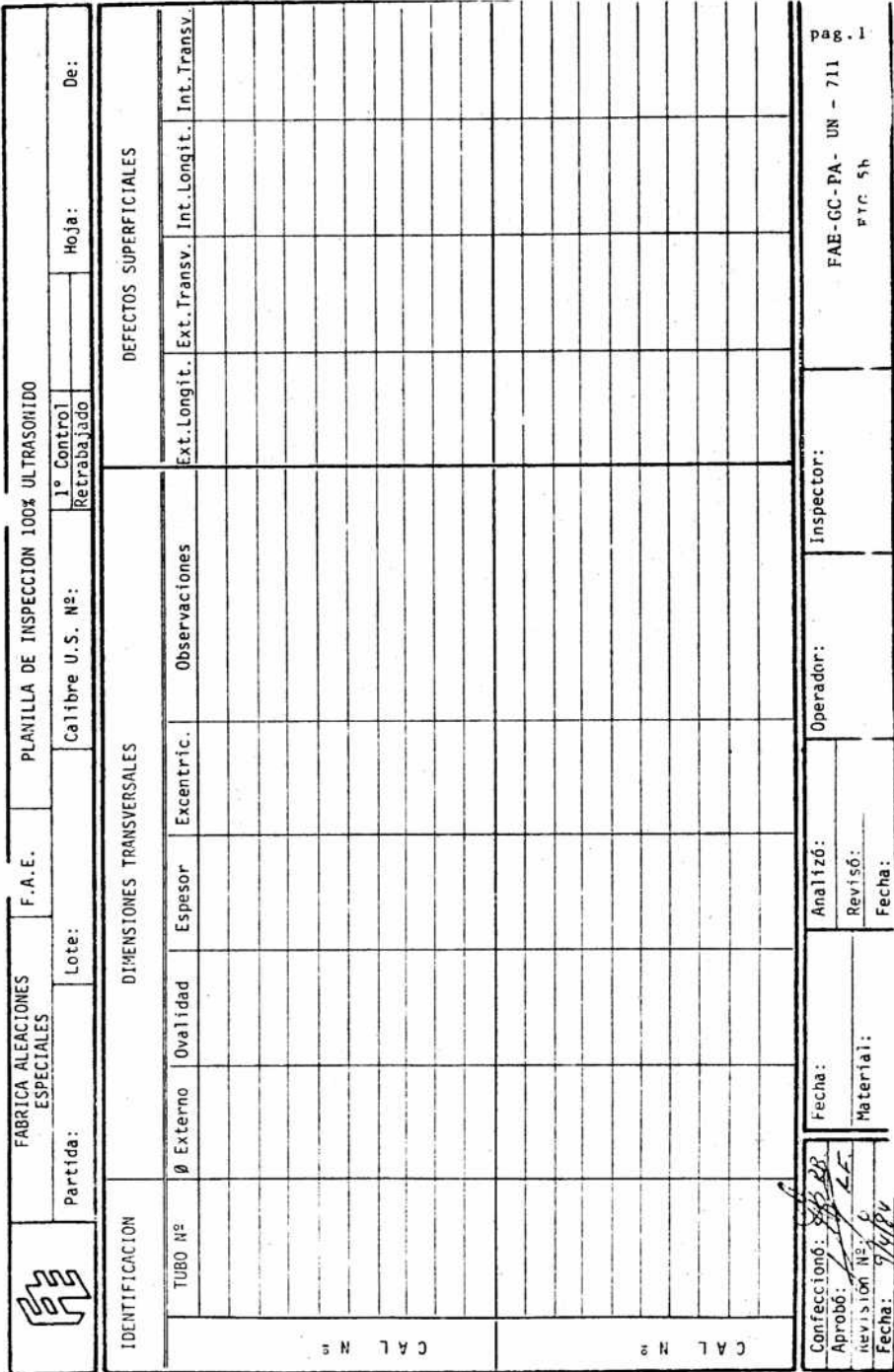
FIGURA 3



ORGANIGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD
F.A.E.

FIGURA 4

FABRICA ALEACIONES ESPECIALES		F.A.E.		PLANILLA RESUMEN DE INSPECCION DE RECEPCION DE TREX			
Fecha:		Partida No:		Lote FAE No:		Material:	
				Lote origen No:		Total tubos origen:	
				Hoja:		De:	
1) Composición Química ZRY-4				9) Inspección por Ultrasonido			
Certificado No:		Ling. Orig. Tubo No		Especificac. No ASTM 6		Cert. No	
Elem. ATUCHAI INTER g/g		Orig. Tubo No		Longitud.		Rango	
Sn 1,20-1,70 1,20-1,70				Transversal		0 1 2	
Fe 0,18-0,24 0,18-0,24						Diámetro 29,21 a 29,34 a 29,47 a	
Cr 0,07-0,13 0,07-0,13						29,34 29,47 29,61	
Fe+Cr ≥ 0,28 0,28-0,37						interno	
2) Corrosión Certif. No				6) Homogeneidad			
Elem. Esp. ppm INTER ppm		Ling. Orig. Tubo No		Certif. No		Excentric	
Al 75 65				Mat. Nivel		0 2,5% 5% 7%	
B 0,5 0,45				Long. 1		7,21 a 7,36+ a 7,49+ a	
C 270 250				2		7,36 7,49 7,62	
Ca 25 0,35				3			
Cd 0,5 0,35				Transv. 1			
Cl 20 20				2			
Co 20 20				3			
Cu 50 40				7) Superficie interna		Defectos 0-25% 25%-50% 50%-75%	
HF 100 100				Decapada si		internos	
Mg 20 15				no		Defectos 0-25% 25%-50% 50%-75%	
Mn 50 40						externos	
Mo 50 50						10) Inspección Visual:	
N 80 65						DATOS COMPLEMENTARIOS	
Ni 70 90						Tubos retrabajados:	
P 200 120						Netubos de largo menor a 3 m:	
Pb 130 120						Netubos de largo menor a 4 m:	
S 120 110							
Ta 200 180							
Ti 50 40							
U 3 3							
V 50 40							
W 100 80							
OBSERVACIONES: 1) Del total de tubos, se seleccionaron tubos para formar				8) Peso del lote en Kg:			
2) Se inspeccionaron tubos en total.				Indicado remito:			
(*) Repetición del ensayo por vía húmeda.				Controlado:			
				Diferencia:			
Confeccionó: [Firma]				Proveedor: O/C CNEA			
Aprobó: [Firma]				Certificado de recepción No:			
Revisión No: [Firma]				Lingote No:			
Fecha: [Firma]				Total tubos: [Firma]			
Sello Inspector: [Firma]				FAE-6C-PA-UN-032			
				pag. 1			



		FABRICA ALEACIONES		F.A.E.		PLANILLA DE ENSAYO DE TRACCION		DE:	
FECHA DE RECEPCION:		MATERIAL:		PARTIDA:		FECHA REALIZACION DEL ENSAYO:		HOJA:	
1		Z1		Z2		Z3		1	
VALORES INICIALES DE LA PROBETA									
PROBETA N°:									
De		0°	45°	90°	135°	PROMEDIO			
Di									
De									
Di									
De									
Di									
Δ De = ± 0,02		PROMEDIO		De					
Δ Di = ± 0,02		TOTAL		Di					
Tratamiento termico realizado al material.....				re					
				ri					
1: Lugar para identif. de la probeta.									
NOTA: Se debe respetar la forma de colocación del número de identificación.									
L=106 p/Alta Temp.									
L=140 p/Temp. Amb.									
RESULTADOS									
Sección inicial		So (mm2)							
Longitud inicial		Lo (mm)							
Carga del lfmite 0,2		P0,2 (kg)							
Carga máxima		Pmax (kg)							
Longitud final		Lf (mm)							
Tensión del lfmite 0,2		σ0,2 (Kg/mm2)							
Tensión máxima		σmax (Kg/mm2)							
Elongación porcentual		ε (%)							
Temperatura del ensayo		T (°C)							
Tiempo de calentamiento		t (hora min)							
ROTURA		Zona							
		Tipo							
FORMULAS EMPLEADAS									
$S_0 = \pi (r_e^2 - r_i^2)$									
$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{S_0}$									
$\epsilon = \frac{L_f - L_i}{L_i} \cdot 100$									
$\sigma_{max} = \frac{P_{max}}{S}$									
TEMPERATURA NOMINAL Temp. Amb. = 20°C									
Alta Temp. = 400±3°C									
TIEMPO NOMINAL 1 < t < 3									
Confeccionó:		Inspector:		Instrumento:		Analizó:		PA Cond. Exp. N°:	
Aprobó:		Revisó:				Revisó:		Ped. Trabajo N°:	
Fecha:		9/4/84				Fecha:		FAB-GC-PA-UN-651 FIG 6a	
								pag. 16	

