

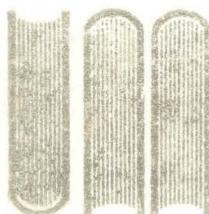
DICNE
\$500.=

1 AGO. 1984

Francesco

UNIVERSIDAD DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS



UNIVERSIDAD
DE MONTERREY

Clasif.
040.62
6633t
1984
C.1

Título:
TEORIA Y APLICACION DE
TABLAS DE CONTINGENCIA

folio: 900297

REPORTE DEL PROGRAMA DE EVALUACION FINAL

QUE PRESENTA

Autor:
JOSE ENRIQUE GOMEZ CABALLERO

EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

MONTERREY, N. L.,

MAYO DE 1984

A MI FAMILIA

Agradezco a las siguientes personas su valiosa cooperación
para la realización del presente estudio.

Ing. Francisco Moreno.

C. P. Gerardo Vázquez.

Ing. Leopoldo Pecina.

Sr. Elías Muñiz Sierra.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS :

Pablo Vera Zorrilla

David Eduardo Hurtado

Salvador Jaramillo

Javier de Silva

Ramiro Duarte

Felix Mollo

Claudia Treviño

Ma. Guadalupe Tinajero

Romelia Orozco

Gracias por su apoyo y amistad, y por hacer de esta etapa,-
una de las mas hermosas de mi vida.

AL

Sr. Ing. Francisco Vera Escoto

Gracias por su valiosa ayuda y comprensión, ya que todos -
los conocimientos que de usted aprendí, hicieron posible llevar a -
feliz término este trabajo.

A MIS PADRES :

José A. Gómez González

Irma Caballero de Gómez

Gracias por ser tan buenos padres, por hacerme sentir que - siempre los tengo a mi lado, por sus consejos, su apoyo, por la educación que me han brindado, por todo esto y mas que de ustedes he recibido una vez mas gracias.

A MIS HERMANOS :

Carlos Eduardo

Raúl Oscar

Jorge Adrian

Gracias por su apoyo, su cariño y su amistad.

A MI ABUELITA :

Ma. de la Luz González Vda. de Gómez

Gracias por todo el apoyo y cariño que me has brindado y -- por estar siempre a mi lado.

A MIS ABUELITOS :

Godofredo Caballero Urrutia

Julia Meléndez de Caballero

Por todo el cariño y afecto que siempre me han tenido, Gracias.

A MI TIA :

Beatriz González Rodríguez

Gracias por todo su cariño y la ayuda que nos has brindado- para salir adelante.

INDICE

PARTE TEORICA

INTRODUCCION.....2

CAPITULO I

OBJETIVOS.....5

LIMITACIONES.....6

METODO DE ATAQUE.....7

CAPITULO II

METODOLOGIA DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA.....10

DESCRIPCION DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA.....10

EXPLICACION DE LA METODOLOGIA DE LAS T. DE CONTINGENCIA...12

DIAGRAMA DE FLUJO PARA RESOLVER TABLAS DE CONTINGENCIA....16

CAPITULO III

CONCLUSIONES (PARTE TEORICA).....18

RESUMEN.....21

PARTE PRACTICA

INTRODUCCION.....24

CAPITULO IV

ANTECEDENTES DE TUBACERO.....	27
INTRODUCCION.....	27
PLANTA DE PRODUCCION.....	28
PRODUCTOS.....	29

C A P I T U L O V

DESCRIPCION DEL PROCESO.....	32
PROCESO DE PRODUCCION.....	33
PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO.....	35

C A P I T U L O VI

ANALISIS.....	39
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	39
FACTIBILIDAD DE APLICACION.....	41
ANALISIS DE FACTIBILIDAD.....	42

C A P I T U L O VII

APLICACION EXPERIMENTAL DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA.....	46
FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO.....	47
DISEÑO DE LA PRUEBA.....	48
APLICACION DE LA PRUEBA.....	51

C A P I T U L O VIII

CONCLUSIONES (PARTE PRACTICA).....	61
--------------------------------------	----

APENDICES

TABLA DE χ^2

DIAGRAMA DEL PROCESO

DIAGRAMA DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO

DIAGRAMAS DE DEFECTOS

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIAS

RESUMEN DE LA INFORMACION

BIBLIOGRAFIA

PARTE TEORICA

INTRODUCCION

Actualmente México vive una situación difícil, la recesión económica ha afectado a todos los medios productivos y de servicios, ya sean gubernamentales o particulares. Ante esta situación la responsabilidad de las nuevas generaciones para con el país ha crecido, de tal forma que de sus aportaciones y buen desempeño, en cualquier rama o area de trabajo, depende el futuro de México.

Las empresas conforman la parte medular de toda actividad económica de un país, pues de ellas depende la creación de bienes y servicios de consumo, además de proporcionar fuentes de trabajo para la población.

Para lograr sobrevivir ante esta crisis, las empresas han tenido que restringir sus presupuestos, reduciendo costos, optimizando sus operaciones, para aprovechar mejor sus recursos.

La calidad de sus productos es vitalmente importante en esta o en cualquier otra situación, pues de ella depende la aceptación en el mercado de los productos que se fabrican, entendiendo que para mejorar la calidad de un producto no necesariamente se requiere de una mayor inversión, sino al contrario lograr obtener un mayor control sobre la producción mediante técnicas de Control de Calidad, para detectar oportunamente fallas en los elementos que intervienen en el proceso o fallas en el producto, para así lograr una mejor calidad a un menor costo.

El presente Programa de Evaluación final, contempla una herramienta que se utiliza en el Control de Calidad. El nombre de esta técnica se denomina "TABLAS DE CONTINGENCIA", analizando su metodología así como su aplicación.

CAPITULO I

OBJETIVOS GENERAL Y PARTICULAR

Objetivo General : Analizar la Teoría de las Tablas de Contingencia para aplicarlas a problemas - de la Industria relacionados con la ca- lidad de sus productos.

Objetivos Particulares: Definir claramente la metodología de esta técnica y comprobar practicamente su facilidad de manejo, así como su utilidad en la Empresa actual.

Diseñar un sistema mediante el uso de - la computadora para agilizar los cálcu-

los necesarios del método.

Aplicar las tablas de contingencia a un problema de un proceso industrial para obtener conclusiones de utilidad para la empresa, de tal manera que ayuden a mejorar la calidad del producto.

LIMITACIONES

- 1- El objetivo de este estudio se basa en la aplicación de las tablas de contingencia y sus ventajas para mejorar la calidad del producto, por lo tanto la demostración matemática de esta técnica no será expuesta en el desarrollo del presente programa de evaluación final.
- 2- La bibliografía se limitó a las publicaciones y libros a los que se tuvo acceso, investigando principalmente en Technometrics, Quality Control and Industrial Statistics, etc. además de otros textos relacionados con el tema.
- 3- Considerando que el presente estudio tiene que realizarse en un corto período de tiempo (cuatro meses), la aplicación práctica de las tablas de contingencia se llevará a cabo solo en uno o dos procesos de una empresa de transformación (TUBACERO, S.A.).

METODO DE ATAQUE

Para la realización del presente programa de evaluación - final, se tratarán los siguientes puntos:

- 1- Conocer a fondo la metodología de las tablas de contingencia y todas las consideraciones importantes para su aplicación en un proceso industrial.
- 2- Crear uno o varios programas en la computadora, para facilitar el manejo de los datos.
- 3- Lograr el acceso a una empresa de la localidad y escoger un - proceso en el cual haya problemas relacionados con la calidad - del producto.
- 4- Analizar el proceso para determinar la factibilidad de aplicación de las tablas de contingencia.
- 5- Realizar entrevistas con el personal de la empresa, para identificar los factores que pudieran afectar la buena calidad del - producto.
- 6- Definir una metodología para la aplicación de las tablas de con- tingencia.

7- Aplicar las tablas de contingencia en un proceso industrial y -
obtener conclusiones.

CAPITULO II

METODOLOGIA DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

Las Tablas de Contingencia son una herramienta útil en el Control de Calidad. El objetivo al aplicar estas tablas, es determinar si existe o no independencia entre los factores del proceso - que se está analizando.

DESCRIPCION DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

Las tablas de contingencia conforman una matriz de " r " - filas por " c " columnas.

El número de filas y columnas varía dependiendo del diseño

de la tabla.

De la formación de la matriz se generan " r " × " c ." número de celdas, dichas celdas contendrán las frecuencias observadas, de la aparición conjunta, de los factores R_i y C_j .

A las frecuencias observadas se les denomina " f_{ij} ", donde " i " y " j " se refieren al número de la fila y la columna, respectivamente, a las cuales corresponden estas frecuencias dentro de la matriz.

Tomando en cuenta lo anterior, una tabla de contingencia - se representa de la siguiente forma:

	C_1	C_2	C_3	...	C_C
R_1	f_{11}	f_{12}	f_{13}	...	f_{1C}
R_2	f_{21}	f_{22}	f_{23}	...	f_{2C}
R_3	f_{31}	f_{32}	f_{33}	...	f_{3C}
:	:	:	:		:
R_r	f_{r1}	f_{r2}	f_{r3}	...	f_{rC}

EXPLICACION DE LA METODOLOGIA DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

El primer paso para resolver una tabla de contingencia, es obtener las frecuencias observadas para formar la tabla. Ninguna de las celdas podrá contener menos de cinco frecuencias.

Habiendo formado la tabla, el siguiente paso es calcular -- los totales de las frecuencias por fila y por columna.

Para esto se define :

$$F_{i \cdot} = \sum_{j=1}^c f_{ij}$$

Como la sumatoria desde uno hasta " c " de las frecuencias observadas f_{ij} .
(totales por filas)

$$F_{\cdot j} = \sum_{i=1}^r f_{ij}$$

Como la sumatoria desde uno hasta " r " de las frecuencias observadas f_{ij} .
(totales por columnas)

El paso que sigue es calcular las frecuencias esperadas por celda. Para esto, se define el siguiente teorema:

TEOREMA. Sean A y B dos sucesos independientes, entonces:

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B)$$

Tomando como base el teorema anterior, se define a la frecuencia esperada en el renglón " i " y a la columna " j " como :

$$E_{ij} = (F_{i.}) \cdot (F_{.j}) / (F_{..})$$

Esta frecuencia estadísticamente representa el valor que se esperaba tuviera la frecuencia observada en la celda (i, j).

Por último se obtiene el valor estadístico de " χ^2 " con la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{ (f_{ij} - E_{ij})^2 }{ E_{ij} }$$

Cuando se tiene una tabla de contingencia de dos por dos, se aplica el factor de corrección de YATES a la ecuación anterior. Este factor es igual a 0.50, se le resta al valor absoluto de la diferencia entre la frecuencia observada y la frecuencia esperada, entonces la ecuación modificada de " χ^2 " queda como sigue:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{ (|f_{ij} - E_{ij}| - 0.50)^2 }{ E_{ij} }$$

El Criterio de Decisión para determinar si existe o no independencia es aceptar o rechazar la hipótesis nula H_0 , en la cual se indica:

H_0 : Existe una relación de independencia entre los --
factores que se analizan.

H_1 : No existe una relación de independencia entre los
factores.

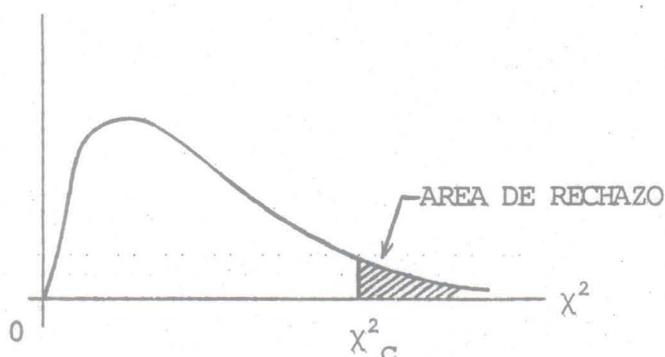
Para concluir en la aceptación o en el rechazo de hipóte-
sis nula H_0 , se compara χ^2_{real} contra $\chi^2_{\text{crítica}}$.

Para determinar la $\chi^2_{\text{crítica}}$, se define el nivel de signi-
ficancia deseado para la prueba y sus grados de libertad.

El nivel de significancia corresponde al grado de confian-
za con el cual se desea inferir en los resultados, los grados de li-
bertad se obtienen de la siguiente forma :

$$v = (r - 1) (c - 1)$$

Al tener ya definidas tanto la χ^2_{real} como la $\chi^2_{\text{crítica}}$ se
comparan estas dos como sigue :



Si $\chi^2_{\text{real}} \leq \chi^2_{\text{crítica}}$ entonces se acepta H_0

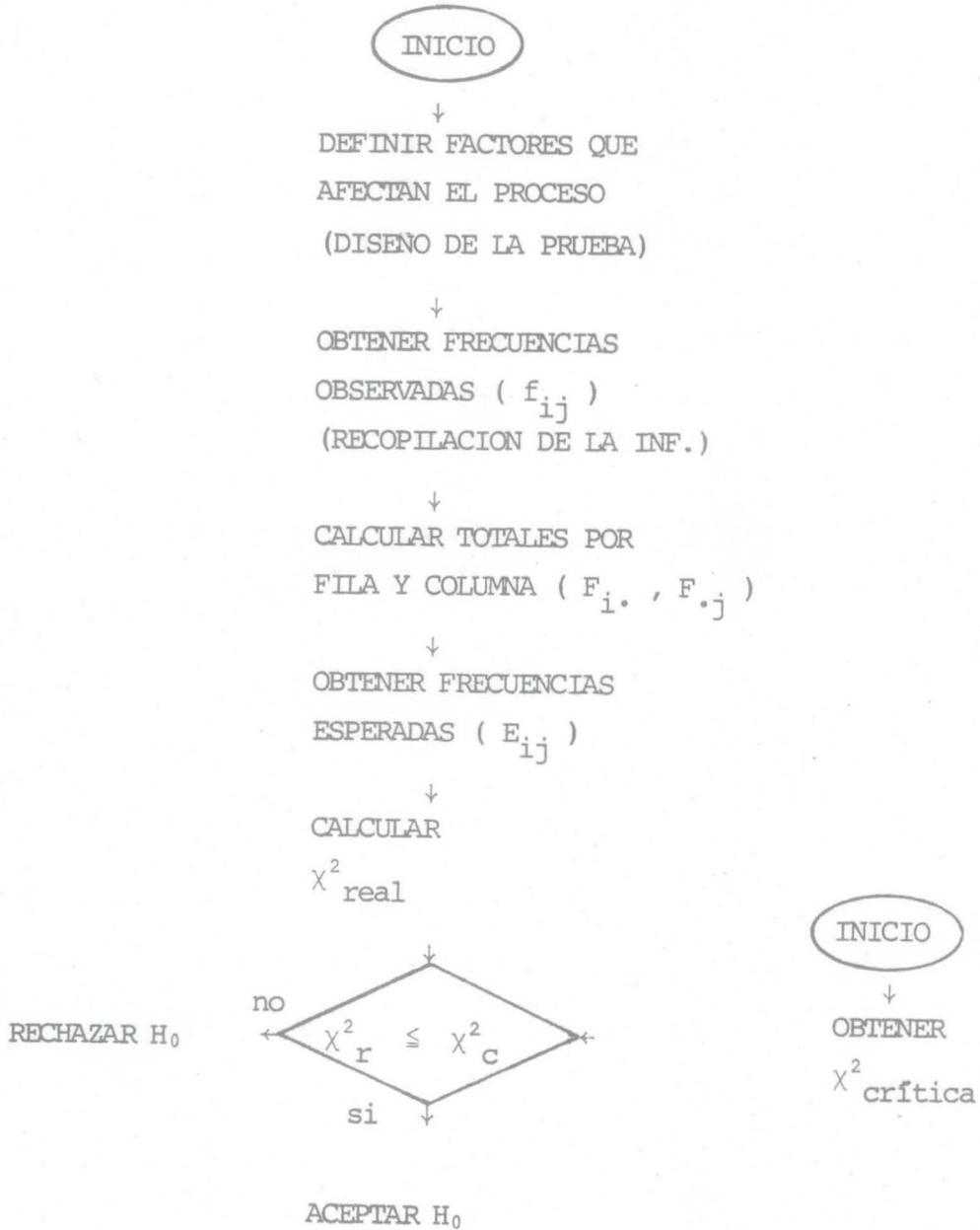
Si $\chi^2_{\text{real}} > \chi^2_{\text{crítica}}$ entonces se rechaza H_0

Interpretando lo anterior :

1- En el primer caso, dado que se acepta H_0 , se concluye - que existe una relación de independencia entre los factores que se analizan, esto es, que de la aparición de - un factor, no depende la aparición del otro factor co - rrespondiente.

2- En el segundo caso, se concluye que no existe una rela - ción de independencia entre los factores, aquí sucede - lo contrario que en el caso anterior, pues depende la a parición de un factor, de la aparición del otro.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA RESOLVER
TABLAS DE CONTINGENCIA.



CAPITULO III

CONCLUSIONES

PARTE TEORICA

Las tablas de contingencia son una herramienta de gran --
utilidad en la industria actual.

Proporcionan un gran número de ventajas, desde su facilidad de manejo y aplicación, hasta la información que de ellas se genera, de gran utilidad para una buena toma de decisiones y una acción rápida.

Una particularidad de esta técnica es que se aplica a procesos en los cuales se midan atributos. Esto se debe a que su metodología se basa en obtener las frecuencias observadas de algún --
suceso presente en el proceso que se está analizando.

El diseño de la prueba va acorde a las necesidades y requerimiento de la persona que la está llevando a cabo, por lo tanto los resultados que se obtienen son de gran importancia, pues reflejan las interrogantes que el diseñador desea conocer acerca del proceso.

Un buen diseño de una tabla de contingencia depende de la visión y conocimiento que tenga la persona encargada de realizar la prueba; acerca del proceso, de que factores lo afectan y que es lo que se desea determinar con su aplicación.

Los cálculos necesarios para resolver una tabla de contingencia, no requieren de grandes conocimientos matemáticos, pues con una adecuada capacitación cualquier persona es capaz de llevar a cabo la técnica de tablas de contingencia.

Los resultados que genera una tabla de contingencia son fácilmente interpretados. Estos indican si existe o no Independencia entre los factores que se analizan.

Así como existen muchas ventajas sobre la aplicación de tablas de contingencia, también hay que tomar en cuenta algunas consideraciones de importancia para su aplicación.

Una consideración que hay que tomar en cuenta es que al recopilar la información referente a las frecuencias observadas de

algún suceso, el tamaño mínimo de frecuencias por celda es de cinco.

Otra consideración de importancia que hay que tomar para resolver una tabla de contingencia, es que se debe de suponer que los datos guardan una relación de independencia entre sí.

Una desventaja al aplicar las tablas de contingencia es - que al obtener los resultados, estos sólo indican si existe o no - independencia entre los factores, en caso de rechazar la hipótesis nula H_0 y determinar que no existe independencia, los resultados - no muestran tal o cual factor es el que propicia las fallas en la producción, para lograr esto hay que determinarlo por otros medios como Histogramas, Gráficas de Frecuencias, etc. y a partir de aquí obtener las conclusiones.

En resumen, comparando lo que ofrecen contra sus desventajas, las tablas de contingencia resultan de una gran valía para - las personas que las saben aplicar correctamente e interpretar sus resultados.

RESUMEN

- VENTAJAS :
- 1- El diseño de una tabla de contingencia no sigue un patrón definido, sino al contrario se ajusta a los requerimientos y necesidades de la persona encargada de llevar a cabo la prueba.
 - 2- Los datos utilizados en una tabla de contingencia son concretos y completamente entendibles. Muestran una relación de aparición de un suceso (frecuencia), para obtenerlos solo basta contestar a la siguiente pregunta:
¿ Cuántas veces apareció este suceso en el proceso ?
 - 3- Su facilidad de manejo y aplicación son características propias de las tablas de contingencia.
 - 4- Los resultados proporcionan suficiente información para inferir en la relación que existe entre los factores que se analizan, Estos indican si existe o no independencia entre dichos factores.

DESVENTAJAS : 1- Ninguna celda podrá contener menos de cinco frecuencias.

2- En caso de determinar que no existe independencia al resolver una tabla de contingencia, estas no muestran en que factor es tuvo la falla, para obtenerlo hay que recurrir a otros medios.

PARTE PRACTICA

INTRODUCCION

Una parte muy importante del presente programa de evaluación, es el de comprobar la utilidad que se obtiene de la aplicación de las tablas de contingencia a problemas relacionados con la calidad del producto.

Para lograr este objetivo se realizó la práctica experimental sobre las tablas de contingencia en la empresa TUBACERO, S. A.

La práctica se realizó bajo la supervisión de la Gerencia de Operaciones, y con el apoyo de la Gerencia de Ingeniería Industrial de esa misma empresa.

Toda la información requerida para aplicar las tablas de -
contingencia, son datos reales de la producción de TUBACERO, por -
lo cual los resultados que se obtengan podrán ser tomados para con
sideraciones futuras.

CAPITULO IV

ANTECEDENTES DE TUBACERO

INTRODUCCION

TUBACERO, S. A. empresa perteneciente al grupo SIDERMEX, - de una gran trayectoria industrial en nuestro país, se ha destacado por su capacidad productiva, su continuo crecimiento y sus aportaciones a obras de vital importancia para México.

Su principal objetivo, que ha logrado a través de los años es el de fabricar tubería de acero de la mas alta calidad bajo las especificaciones mas rigurosas nacionales e internacionales, por - esto ha logrado que sus productos sean competitivos a nivel mun -

dial.

Para lograr su objetivo cuenta con las técnicas, procesos y sistemas de fabricación mas avanzados en su rama.

TUBACERO, S. A. nació en el año de 1943, coincidiendo esta fecha con el inicio de la fabricación de ACEROS PLANOS en nuestro país, motivo por el cual desde sus inicios ha brindado un producto netamente mexicano, desde su materia prima hasta su mano de obra.

En sus inicios la planta solo contaba con 4,000 metros -- cuadrados, fabricando tubos de acero por medio de roladores y soldadura manual. En 1974, gracias a una importante inversión se logró ampliar sus instalaciones y se adquirió un nuevo molino capaz de producir tubería de 48" de diámetro. Con este logro se le reconoció a TUBACERO como la segunda planta en América con capacidad -- para producir tubería de acero de ese diámetro, soldado por el proceso de doble arco sumergido y soldadura longitudinal.

PLANTA DE PRODUCCION

En la actualidad sus edificios ocupan un área de 100,000 -- metros cuadrados y sus procesos de fabricación fueron sustituidos -- por los de formado a través de prensas hidráulicas y soldadura automática por arco sumergido.

Se encuentra dividida en tres unidades de producción de tu bos y otra unidad para la fabricación de piezas especiales como :- postes, coples, cedazos, tubulares, etc.

La primera planta está equipada para producir tubos de diá metros menores de 6 5/8" hasta 16". La segunda para grandes diá metros desde 18" hasta 36" y la tercera para tubos de 18" hasta - 48" de diámetro.

En las tres plantas se utiliza el sistema de formado conti nuo y soldadura por resistencia eléctrica de alta frecuencia, y - para diámetros de 18" hasta 48" se utiliza el proceso de arco su mergido.

PRODUCTOS

Los productos que se fabrican en TUBACERO, son destinados para la conducción de fluidos, sólidos y semi-sólidos, sin embargo además de este tipo de productos cuenta con una amplia gama de pro ducción que incluye :

- 1- Postes para la conducción de energía eléctrica y alumbrado.
- 2- Tubos roscados, coples y protectores de roscas para ademe de pozos petroleros y para columna de bomba de agua.

- 3- Cedazos tubulares para ademe de pozo profundo.
- 4- Tubos para pilotes, estructuras, uso mecánico y conduit para protección de cables de alta tensión.
- 5- Manufacturas especiales para usos diversos, que se fabrican en sus talleres mecánicos especializados.

CAPITULO V

DESCRIPCION DEL PROCESO

En el proceso de producción que sigue TUBACERO, se emplea la mas moderna maquinaria y los procesos mas avanzados de fabricación, además de contar con elementos lo suficientemente capacitados para lograr una producción de la mas alta calidad.

El presente estudio se centró en el proceso de soldadura de tubos por arco sumergido, sin embargo para tener una mayor visión primero se expondrá el proceso total de producción de tubos, para posteriormente explicar con mas detalle el proceso de soldadura por arco sumergido.

PROCESO DE PRODUCCION

La materia prima que se utiliza para la fabricación de tubos es el acero en placa o en rollo.

El proceso se inicia introduciendo la materia prima por unas tijeras circulares (ver diagrama del proceso), cuya función es la de cortar las orillas de la lámina, para obtener una unión perfecta de los tubos al formarlos.

El paso siguiente es el formado del tubo en frío, la lámina pasa por una serie de rodillos, los cuales la van doblando hasta obtener una forma cilíndrica.

Una vez formado el tubo, se aplica corriente eléctrica con una potencia de 600 Kw. para soldar la unión del tubo, a fin de obtener la más alta calidad con el máximo de uniformidad y seguridad. Cuando el diámetro del tubo es mayor de 18" y menor de 48" el proceso utilizado para soldar el tubo es el de arco sumergido.

Como consecuencia del proceso de soldadura, se ven alteradas las propiedades de ductilidad del tubo, para restituir las mismas y asegurarse de la calidad de la unión, se aplica un tratamiento térmico a una temperatura mínima de 870 °C.

El tubo ya soldado, se introduce en un conjunto de rodillos con el propósito de rectificar su diámetro.

Por último, el tubo es expandido en frío para elevar la resistencia del acero.

A lo largo de todo el proceso, existen diferentes puntos - de inspección para ir comprobando las especificaciones requeridas - de los tubos que se están fabricando.

Entre las pruebas a las cuales se someten los tubos se -- cuentan las siguientes :

- a) Inspección ultrasónica
- b) Prueba de aplastamiento
- c) Prueba hidrostática
- d) Prueba de rayos x
- e) Inspecciones visuales

PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO

La soldadura por arco sumergido es un proceso en donde un arco eléctrico es sumergido bajo un material granular. El arco eléctrico provee el calor necesario para derretir y fundir el metal. El material granular llamado FLUX, rodea completamente el arco eléctrico, de esta manera protege al arco y al metal de la atmósfera. Un alambre metálico es alimentado dentro de la zona de soldadura bajo el flux. Como no es visible la abertura del arco el proceso es llamado "Soldadura por Arco Sumergido".

Dado que el proceso de soldadura esta completamente protegido por el flux, el humo y las chispas son reducidas durante la soldadura.

ESPESOR DEL METAL

Metales de muy bajo espesor pueden ser soldados por el proceso de arco sumergido. Para soldaduras sencillas o de pasos múltiples es posible soldar material desde 18 calibres a varias pulgadas o mas de espesor. Dado que el alambre de soldadura es capaz de resistir una corriente alta, se pueden obtener velocidades de soldadura rápidas. Velocidades de aproximadamente 200" por minuto se pueden obtener en materiales de ligero calibre.

SISTEMA DE SOLDADURA SIMPLIFICADA

Una soldadura rápida y segura puede ser obtenida controlando los factores que la afectan. El metal y el alambre de soldadura son los ingredientes necesarios para una soldadura, previendo que puedan ser controlados apropiadamente. Suponiendo que el metal para soldar esta preparado, es necesario manejar el alambre de soldar dentro de la zona de soldadura en el tiempo y lugar apropiado. El electrodo para soldar es alimentado de una bobina de alambre por medio de un sistema automático y simplificado de alimentación. La forma mas simple es manejando el alambre de soldadura mediante rodillos alimentadores de alambre, los cuales pueden ser impulsados por un motor de velocidad ajustable.

Una vez que las condiciones de soldadura estan establecidas, este sistema alimentará automáticamente el alambre de soldadura a una razón predeterminada y constante.

VOLTAJE CONSTANTE

Para proveer el calor apropiado para fundir el metal, es necesario tener la apropiada corriente y voltaje en la zona de soldadura. El arco mantendrá condiciones de soldadura excelentes cuando es gobernado por un voltaje constante y una corriente para soldar automáticamente seleccionada.

Cuando un voltaje de soldadura constante es utilizado, la co rriente de soldadura es automáticamente seleccionada para determi - nar el alambre de alimentación. La razón de alambre de alimenta -- ción gobierna el amperaje.

FLUX PARA ARCO SUMERGIDO

Durante el proceso de alimentación automática del alambre -- soldable dentro de la zona de soldadura, el arco esta protegido por el flux. El flux es alimentado a una razón predeterminada de flujo desde una tolva y un tubo de alimentación.

La porción del flux que no es fundida después de la solidifi ca ción, puede ser regresada a la tolva y usada nuevamente.

RECORRIDO CONTROLADO

Mientras que el electrodo de soldadura es automáticamente -- alimentado dentro de la zona de soldadura, es necesario mover la - base del metal bajo la cabeza de soldadura, o recorrer la cabeza de soldadura sobre la base del metal. De nuevo, la velocidad del reco rr ido de la soldadura puede ser controlada automáticamente. Es pre fe rible mover la cabeza de soldadura en lugar de la base de metal.

De esta forma, los elementos esenciales necesarios para un - sistema de soldadura automática de arco sumergido, puede ser contro l ado simple y facilmente.

CAPITULO VI

ANALISIS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los productos que se fabrican en TUBACERO, S. A., son revisados al 100% para ofrecer la mas alta calidad. Se utilizan estos en oleoductos, acueductos, transportación de sólidos o semi-sólidos, - etc., estando en ocasiones bajo tierra o agua, según sea el caso. - Por esto la importancia de certificar un nivel óptimo de calidad, - pues una falla repercutiría en la pérdida del material transportado en la ecología, en el ambiente y en los costos que implicaría su reparación.

La aplicación experimental de las tablas de contingencia, se realizaran en el proceso de soldadura por arco sumergido, este proceso influye de una manera muy notable en la calidad del producto, - pues de él depende la buena unión de la costura del tubo.

Al llevarse a cabo este proceso, en ocasiones se presentan - algunos defectos en los tubos producidos. Estos defectos se encuentran clasificados dependiendo de sus efectos en los tubos.

El nombre de cada defecto define su efecto en el tubo, por - ejemplo :

CORDON ALTO; indica que la linea de soldadura que se le aplica al tubo, quedó sobre la altura mínima requerida.

En un mismo tubo es posible que aparezca mas de un defecto a la vez.

Debido a que la inversión en la producción de cada tubo implica; el material utilizado, el tiempo de maquinaria necesario para su fabricación, la mano de obra requerida, etc., no es posible - desechar los tubos como productos defectuosos, sino que habrá que - recuperárseles volviéndolos a pasar por los procesos necesarios para que al final cuenten con una calidad óptima de fabricación.

Los defectos que ocurren en el proceso de arco sumergido, se

encuentran clasificados en diez tipos, nueve de los cuales son clasificaciones individuales, y el décimo comprende a todos los defectos menores que no impliquen algunos de los nueve anteriores.

Analizando lo anterior, es posible establecer que el problema a resolver es :

"La aparición de los defectos en los tubos producidos, depende de la presencia de algún factor que afecte el proceso de soldadura por arco sumergido".

FACTIBILIDAD DE APLICACION

Este es un punto muy importante, pues del resultado de este análisis dependerá si es factible o no aplicar tablas de contingencia en el proceso de soldadura por arco sumergido.

Como primer punto habrá que definir que consideraciones tomar en cuenta para determinar la factibilidad de aplicación. Dado que la aplicación de las tablas de contingencia comprende dos áreas muy importantes, entonces se define :

- a) Factibilidad Teórica
- b) Factibilidad práctica

como las áreas en las cuales se probará la factibilidad para aplicar las tablas de contingencia.

FACTIBILIDAD TEORICA

El único requisito teórico para aplicar tablas de contingencia al proceso de soldadura por arco sumergido es que ninguna celda podrá contener menos de cinco frecuencias (esto dependerá del diseño de la prueba).

FACTIBILIDAD PRACTICA

El primer punto para determinar si practicamente es posible aplicar tablas de contingencia, es determinar si existe una fuente de información para obtener los datos requeridos para la prueba.

Otra consideración de importancia es que no intervenga Ruido en la información, esto es que en el período de tiempo del cual se obtenga la información no hayan influido factores externos al proceso, tales como: reajustes de personal, huelgas, etc.

ANALISIS DE FACTIBILIDAD

Habiendo definido todas las consideraciones importantes para determinar la factibilidad de aplicación, el punto a tratar es comparar estas contra la situación del proceso con respecto al análisis.

Dado que el problema que se detectó en el proceso de soldadu

ra por arco sumergido es la aparición de algunos defectos en los tubos, la variable a medir son las frecuencias con que estos defectos aparecen en los tubos.

En TUBACERO existe un sistema, basado en una red de terminales de computadora, para llevar un registro de la producción. Es alimentado directamente por las plantas de producción, y diariamente se obtiene un reporte sobre la producción realizada el día anterior. Estos reportes muestran una relación del número de defectos, clasificados según el tipo de estos. Por lo tanto de este sistema se obtendrá la información necesaria para aplicar las tablas de contingencia.

Dado que este sistema va almacenando la información de la producción en discos magnéticos, se puede obtener suficiente información para cumplir con el requisito de tener por lo menos cinco frecuencias por celda. En caso de no tener la información almacenada en los discos, existen los reportes diarios de producción, los cuales contienen la misma información.

La información se obtuvo de un intervalo constante de tiempo, en el cual se llevo a cabo la producción sin que intervinieran factores externos que pudieran afectar la prueba.

Como conclusión de este análisis de factibilidad, se puede deducir que es completamente factible aplicar tablas de contingencia.

cia al proceso de soldadura por arco sumergido.

CAPITULO VII

APLICACION EXPERIMENTAL DE LAS TABLAS DE CONTINGENCIA

La aplicación experimental de las tablas de contingencia, se llevó a cabo en el proceso de soldadura por arco sumergido.

El proceso se realiza en dos líneas de producción, una — para soldar los interiores del tubo y otra para los exteriores. - Cada línea de producción está compuesta por cuatro máquinas, cada una de ellas son manejadas por distintos operarios. La producción se realiza dentro de tres turnos de trabajo.

Al llevarse a cabo el proceso, en ocasiones los tubos presentan algunos defectos de fabricación, estos defectos se clasifi-

can dependiendo del efecto causado en el tubo. Algunos de estos defectos causan mas problemas que otros, por lo cual el tiempo destinado para la recuperación de los tubos que fueron rechazados aumenta.

Los defectos mas comunes se encuentran clasificados en -- diez tipos diferentes (ver diagramas de defectos), estos son :

- | | |
|--------------------|----------------|
| a) Poro | f) Cordón Alto |
| b) Socavado | g) Cordón Bajo |
| c) Perforado | h) Grieta |
| d) Cordón Angosto | i) Fractura |
| e) Fuera de Centro | j) Otros |

Como ya se mencionó en el análisis de factibilidad, la variable a medir en este proceso, es la frecuencia con la cual aparecen cada uno de los diez tipos de defectos.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO

Entre los factores mas relevantes, que con su presencia pueden propiciar la aparición de algunos de los defectos, se mencionan los siguientes :

MAQUINARIA. Es la que afecta mas directamente el proceso, pues de su buen estado depende la calidad de la soldadura del tubo.

OPERARIOS. Son los encargados de manejar la maquinaria, -- por esto en ellos recae una gran responsabilidad para el logro de una óptima calidad.

LINEAS DE PRODUCCION. En ellas se agrupan a las cuatro -- máquinas de cada uno de los dos procesos de soldadura (interiores y exteriores).

TURNOS. Representan los tres horarios de trabajo.

DISEÑO DE LA PRUEBA

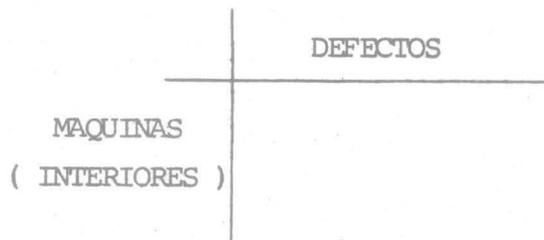
Esta es la parte mas importante en la aplicación de las tablas de contingencia, pues con el diseño de la prueba se define que interrogantes se tienen acerca del proceso y como se van a resolver .

Para lograr un buen diseño, no solo basta con conocer los factores que intervienen en el proceso, sino hay que ir mas allá para tratar de encontrar relaciones entre estos factores con otras variables del proceso, por ejemplo; determinar si el tiempo de recuperación de los tubos rechazados, tiene alguna relación con la maqui- naria en la cual fueron procesados.

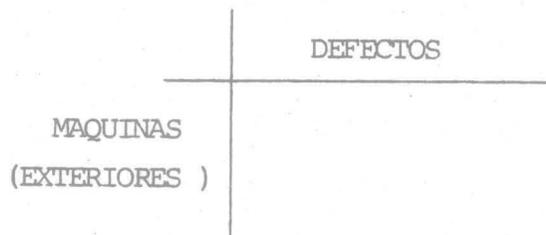
Dado que en el proceso de soldadura por arco sumergido -- existen varios factores que intervienen en la producción, se diseña

rán varias pruebas con la finalidad de lograr obtener la mayor información acerca del proceso.

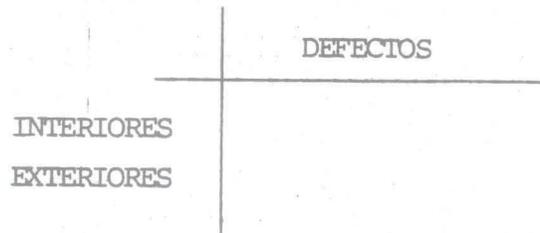
DISEÑO 1-A : Defectos v.s. Máquinas (línea de producción de interiores).



DISEÑO 1-B : Defectos v.s. Máquinas (línea de producción de exteriores).



DISEÑO 2 : Defectos v.s. Lineas de Producción (interiores y exteriores).



DISEÑO 3-A : Máquinas (interiores) v.s. Tipo de Recuperación (rápido o lento).

	MAQUINAS (INTERIORES)
REC. RAPIDA	
REC. LENTA	

DISEÑO 3-B : Máquinas (exteriores) v.s. Tipo de recuperación (rápido o lento).

	MAQUINAS (EXTERIORES)
REC. RAPIDA	
REC. LENTA	

DISEÑO 4-A : Máquinas (interiores) v.s. Turnos (A, B, C).

	MAQUINAS (INTERIORES)
A	
(TURNOS) B	
C	

DISEÑO 4-B : Máquinas (exteriores) v.s. Turnos (A, B, C).

	MAQUINAS (EXTERIORES)
A	
(TURNOS) B	
C	

El diseño 4-A y 4-B muestran una relación interesante, pues no solo se mide el rendimiento de la maquinaria para los tres turnos sino que implícitamente se obtiene si los obreros guardan un patrón de comportamiento entre los turnos.

APLICACION DE LA PRUEBA

Para facilitar el manejo de la información, fueron sustituidos los nombres de los defectos por la siguiente relación numérica:

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1- POROS | 6- CORDON ALTO |
| 2- SOCAVADO | 7- CORDON BAJO |
| 3- PERFORADO | 8- GRIETA |
| 4- CORDON ANGOSTO | 9- FRACTURA |
| 5- FUERA DE CENTRO | 10- OTROS |

Además se omitieron los nombres de los operarios quedando identificados unos de otros por una numeración que va del número 1- al 24. Los primeros cuatro números corresponden a los operarios de la línea de producción de interiores, los segundos cuatro a los operarios de exteriores (ambos del turno uno), siguiendo esta relación para cada uno de los turnos.

Los operarios conforman tres grupos de trabajo (A, B, C) - ya que estos grupos actúan cada uno distribuidos en los tres turnos de trabajo.

En algunas pruebas será necesario agrupar celdas, debido a no cumplir con el requisito de tener por lo menos cinco frecuencias por celda. Los defectos agrupados se les nombrará por el número cero, y se les incluirea en la clasificación de " otros ".

PRUEBA 1-A : INTERIORES

		DEFECTOS						
		1	2	3	5	6	0	Σ
MAQ.	1	205	115	31	45	82	26	504
	2	115	78	41	73	104	66	477
	3	110	36	23	33	98	22	322
	4	118	59	34	32	97	45	385
	Σ	548	288	129	183	381	159	1688

$$\chi^2_R = 97.198$$

con $\nu = 15$ y $\alpha = 0.05$ $\chi^2_C = 25.000$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

Habiéndose rechazado H_0 , se concluye que existe una relación de interdependencia entre la maquinaria (interiores) y los defectos. Esto indica que algunos defectos son mas frecuentes o menos frecuentes en alguna máquina. Sin embargo la forma exacta de saber que fué lo que influyó para rechazar H_0 , es determinando la celda que mas contribuyó para incrementar el valor de χ^2_R . En este caso la máquina número 1 intersectándose con el defecto de poros, fué la celda que mas contribuyó para concluir el rechazo de H_0 .

PRUEBA 1-B : EXTERIORES

		DEFECTOS						
		1	2	3	5	6	0	Σ
MAQ.	1	101	45	22	34	82	34	318
	2	30	59	21	11	69	29	219
	3	134	179	10	23	100	29	475
	4	54	388	18	33	111	32	636
	Σ	319	671	71	101	362	124	1648

$$\chi^2_R = 296.401$$

con $v = 15$ y $\alpha = 0.05$ $\chi^2_C = 25.000$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

De esta prueba, dado que se rechazó H_0 , se concluye que -- existe una relación de interdependencia entre las máquinas (exteriores) y los defectos. Esta relación es mas notable que en la prueba anterior, debido a que el valor de χ^2_R se incrementó grandemente, - por lo cual quedó mucho mas lejos del área de aceptación. En esta- ocasión la máquina número 4 en intersección con el defecto de soca- vado, fué la que mas influyó para rechazar H_0 .

PRUEBA 2

	DEFECTOS								Σ
	1	2	3	4	5	6	7	0	
INT.	548	288	129	59	183	381	30	70	1688
EXT.	319	671	71	21	101	362	39	64	1648
Σ	867	959	200	80	284	743	69	134	3336

$$\chi^2_R = 273.480$$

con $v = 7$ y $\alpha = 0.05$ $\chi^2_C = 14.100$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

Dado el rechazo de H_0 , se deduce que la aparición de algunos defectos están relacionados con una u otra línea de producción (soldadura de interiores o exteriores). Para esta prueba, el proceso de soldadura de exteriores en conjunción con el defecto de socavado, fué el que mas influyó para rechazar H_0 , por lo cual se concluye que este proceso está afectando la producción.

PRUEBA 3-A : INTERIORES

	MAQUINAS				Σ
	1	2	3	4	
REC RAP	425	392	285	332	1439
REC LEN	79	80	37	53	249
Σ	504	477	322	385	1688

$$\chi^2_R = 4.909$$

con $\nu = 3$ y $\alpha = 0.05$

$$\chi^2_C = 7.820$$

como $\chi^2_R < \chi^2_C$ entonces se acepta H_0

CONCLUSION

En esta prueba se aceptó H_0 , por lo cual se concluye que - existe una relación de independencia entre el tipo de recuperación - y las máquinas (interiores), esto es, que los tipos de recuperación (rápido o lento), no están determinados por la máquina en la cual - se produjeron los tubos.

PRUEBA 3-B : EXTERIORES

	MAQUINAS				Σ
	1	2	3	4	
REC RAP	272	205	432	294	1203
REC LEN	46	14	43	342	445
Σ	318	219	475	636	1648

$$\chi^2_R = 381.440$$

con $\nu = 3$ y $\alpha = 0.05$ $\chi^2_C = 7.820$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

A diferencia de la prueba anterior, las máquinas si influyen en el tipo de recuperación, específicamente la máquina número 4 es la que mas afectó la producción, debido a que tuvo un elevado -- número de recuperaciones lentas, además de ser la que mas aportó al valor de χ^2_R para concluir el rechazo de H_0 .

PRUEBA 4-A : INTERIORES

		MAQUINAS				
		1	2	3	4	Σ
TURNOS	A	104	80	40	49	273
	B	180	194	111	169	654
	C	220	203	171	167	761
	Σ	504	477	322	385	1688

$$\chi^2_R = 23.490$$

$$\text{con } v = 6 \text{ y } \alpha = 0.05 \quad \chi^2_C = 12.600$$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

Habiéndose rechazado H_0 , se concluye que el comportamiento de las máquinas (interiores) se ve afectado por los turnos de trabajo. Sin embargo el verdadero factor que afecta el proceso en esta prueba son los operarios, pues es el único factor que cambia para cada uno de los tres turnos. En este análisis el operador número 1 (máquina número 1, turno A), es el que mas contribuye al valor de χ^2_R para concluir el rechazo de H_0 .

PRUEBA 4-B : EXTERIORES

		MAQUINAS				
		1	2	3	4	Σ
TURNOS	A	60	55	113	43	271
	B	108	47	149	123	427
	C	150	117	213	470	950
	Σ	318	219	475	636	1648

$$\chi^2_R = 138.071$$

con $v = 6$ y $\alpha = 0.05$

$$\chi^2_C = 12.600$$

como $\chi^2_R > \chi^2_C$ entonces se rechaza H_0

CONCLUSION

En esta prueba, es mas notable la relación de interdependencia entre las máquinas (exteriores) y los turnos, que en la anterior debido a que el valor de χ^2_R sobrepasa por mucho el valor de χ^2_C . - El operador número 24 (Máquina número 4, turno C), fué el que contribuyó mas para concluir el rechazo de H_0 .

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

PARTE PRACTICA

Mediante la aplicación experimental, se comprobó que las tablas de contingencia aportan valiosos resultados para una acertada toma de decisiones.

Al aplicar las tablas de contingencia, se determinó que -- factores afectan el proceso, además de obtener que tipos de defectos, en conjunción con estos factores, influyan mas en el buen desarrollo del proceso. Detectando esto oportunamente, se pueden aplicar medidas correctivas de tal forma que no se vea afectada la buena calidad del producto.

Sin embargo, también hubo un obstáculo que se tubo que superar, esto se dió por las condiciones del proceso, donde no todos los defectos tienen la misma frecuencia de aparición, por lo cual se tuvo que agrupar celdas para poder cumplir con el requisito de obtener por lo menos cinco frecuencias por celda.

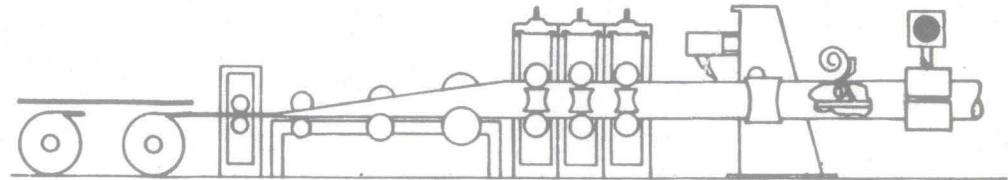
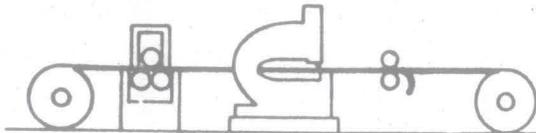
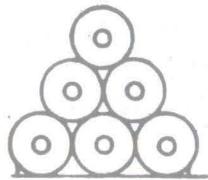
Ponderando la facilidad de manejo y aplicación y sus valiosos resultados contra sus restricciones para su aplicación, las tablas de contingencia obtienen la balanza a su favor. Esto quedó demostrado al plantear los resultados obtenidos a las personas interesadas en ellos (Gerencia de Operaciones de TUBACERO, S. A.), coincidiendo que las tablas de contingencia son de una gran valía a la industria actual, aportando información concreta para lograr obtener un mejor nivel de calidad.

APENDICES

ν/P	0.995	0.990	0.975	0.950	0.900	0.80	0.70	0.50	0.30	0.20	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005	0.001
1	0.0 ⁴ 393	0.0 ³ 157	0.0 ³ 982	0.00393	0.0158	0.0642	0.148	0.455	1.07	1.64	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88	10.8
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.103	0.211	0.446	0.713	1.39	2.41	3.22	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6	13.8
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	0.584	1.01	1.42	2.37	3.66	4.64	6.25	7.82	9.35	11.3	12.8	16.3
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.06	1.65	2.19	3.36	4.88	5.99	7.78	9.49	11.1	13.3	14.9	18.5
5	0.412	0.554	0.831	1.15	1.61	2.34	3.00	4.35	6.06	7.29	9.24	11.1	12.8	15.1	16.7	20.5
6	0.676	0.872	1.24	1.64	2.20	3.07	3.83	5.35	7.23	8.56	10.6	12.6	14.4	16.8	18.5	22.5
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	3.82	4.67	6.35	8.38	9.80	12.0	14.1	16.0	18.5	20.3	24.3
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	4.59	5.53	7.34	9.52	11.0	13.4	15.5	17.5	20.1	22.0	26.1
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.38	6.39	8.34	10.7	12.2	14.7	16.9	19.0	21.7	23.6	27.9
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	6.18	7.27	9.34	11.8	13.4	16.0	18.3	20.5	23.2	25.2	29.6
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	6.99	8.15	10.3	12.9	14.6	17.3	19.7	21.9	24.7	26.8	31.3
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	7.81	9.03	11.3	14.0	15.8	18.5	21.0	23.3	26.2	28.3	32.9
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	8.63	9.93	12.3	15.1	17.0	19.8	22.4	24.7	27.7	29.8	34.5
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	9.47	10.8	13.3	16.2	18.2	21.1	23.7	26.1	29.1	31.3	36.1
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	10.3	11.7	14.3	17.3	19.3	22.3	25.0	27.5	30.6	32.8	37.7
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.2	12.6	15.3	18.4	20.5	23.5	26.3	28.8	32.0	34.3	39.3
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.1	12.0	13.5	16.3	19.5	21.6	24.8	27.6	30.2	33.4	35.7	40.8
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.9	12.9	14.4	17.3	20.6	22.8	26.0	28.9	31.5	34.8	37.2	42.3
19	6.84	7.63	8.91	10.1	11.7	13.7	15.4	18.3	21.7	23.9	27.2	30.1	32.9	36.2	38.6	43.8
20	7.43	8.26	9.59	10.9	12.4	14.6	16.3	19.3	22.8	25.0	28.4	31.4	34.2	37.6	40.0	45.3
21	8.03	8.90	10.3	11.6	13.2	15.4	17.2	20.3	23.9	26.2	29.6	32.7	35.5	38.9	41.4	46.8
22	8.64	9.54	11.0	12.3	14.0	16.3	18.1	21.3	24.9	27.3	30.8	33.9	36.8	40.3	42.8	48.3
23	9.26	10.2	11.7	13.1	14.8	17.2	19.0	22.3	26.0	28.4	32.0	35.2	38.1	41.6	44.2	49.7
24	9.89	10.9	12.4	13.8	15.7	18.1	19.9	23.3	27.1	29.6	33.2	36.4	39.4	43.0	45.6	51.2
25	10.5	11.5	13.1	14.6	16.5	18.9	20.9	24.3	28.2	30.7	34.4	37.7	40.6	44.3	46.9	52.6
26	11.2	12.2	13.8	15.4	17.3	19.8	21.8	25.3	29.2	31.8	35.6	38.9	41.9	45.6	48.3	54.1
27	11.8	12.9	14.6	16.2	18.1	20.7	22.7	26.3	30.3	32.9	36.7	40.1	43.2	47.0	49.6	55.5
28	12.5	13.6	15.3	16.9	18.9	21.6	23.6	27.3	31.4	34.0	37.9	41.3	44.5	48.3	51.0	56.9
29	13.1	14.3	16.0	17.7	19.8	22.5	24.6	28.3	32.5	35.1	39.1	42.6	45.7	49.6	52.3	58.3
30	13.8	15.0	16.8	18.5	20.6	23.4	25.5	29.3	33.5	36.3	40.3	43.8	47.0	50.9	53.7	59.7

* Columns 0.995, 0.975, 0.025, and 0.005 are abridged with permission from Catherine M. Thompson, "Table of Percentage Points of the χ^2 Distribution," *Biometrika*, Vol. XXXII, Part II (1941), pp. 188-89. The remainder of the table is abridged with permission from Table IV of R. A. Fisher and F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research* (Edinburgh: Oliver & Boyd, Ltd., 1953). For a more comprehensive table, see H. Leon Harter, "A New Table of Percentage Points of the Chi-Square Distribution," *Biometrika*, Vol. 51 (1964), pp. 231-39.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION PRODUCTION PROCESS DIAGRAM



Almacén de Materia Prima

Niveladora

Guillotina

Tijera Circular

Enrolladora

Alimentador de Placas o Rollos

Rolado y moldeado de la lámina en frío

Soldadura eléctrica 600 Kw

Inspección visual y ultrasonido

Raw Material Warehouse

Leveler

Shear

Circular Shear

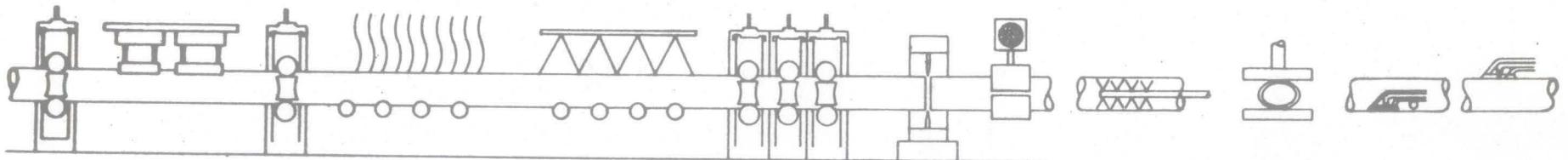
Up-coiler

Plate feeder or Coil feeder

Cold Forming

600 Kw Electric Welder

Visual Inspection and Ultrasonic Inspection



Rodillos de extracción

Tratamiento Térmico

Enfriamiento ambiental

Enfriadores de agua

Rodillos rectificadores de diámetro

Cortadora Móvil

Lavado a presión

Prueba de aplastamiento

Arco sumergido interior y exterior

Pull-Out Rolls

Induction heat treating

Cooling at ambient temperature

Water cooling

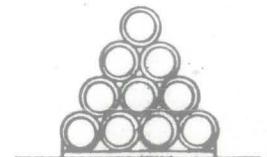
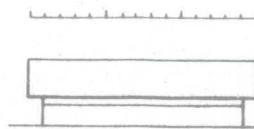
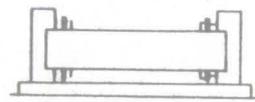
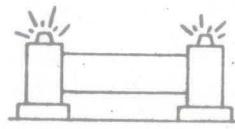
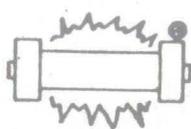
Sizing Rolls

Flying Cut-Off

Water Flushing

Flattening Test

ID and OD submerged arc welding



Inspección visual y ultrasónica

Prueba hidrostática

Inspección visual ultrasónica rayos X

Biselado y roscado

Inspección Final

Limpieza Interior

Pintura Interior

Producto terminado

Visual and Ultrasonic Inspection

Hydrostatic Test

Visual, Ultrasonic and X-Ray Inspection

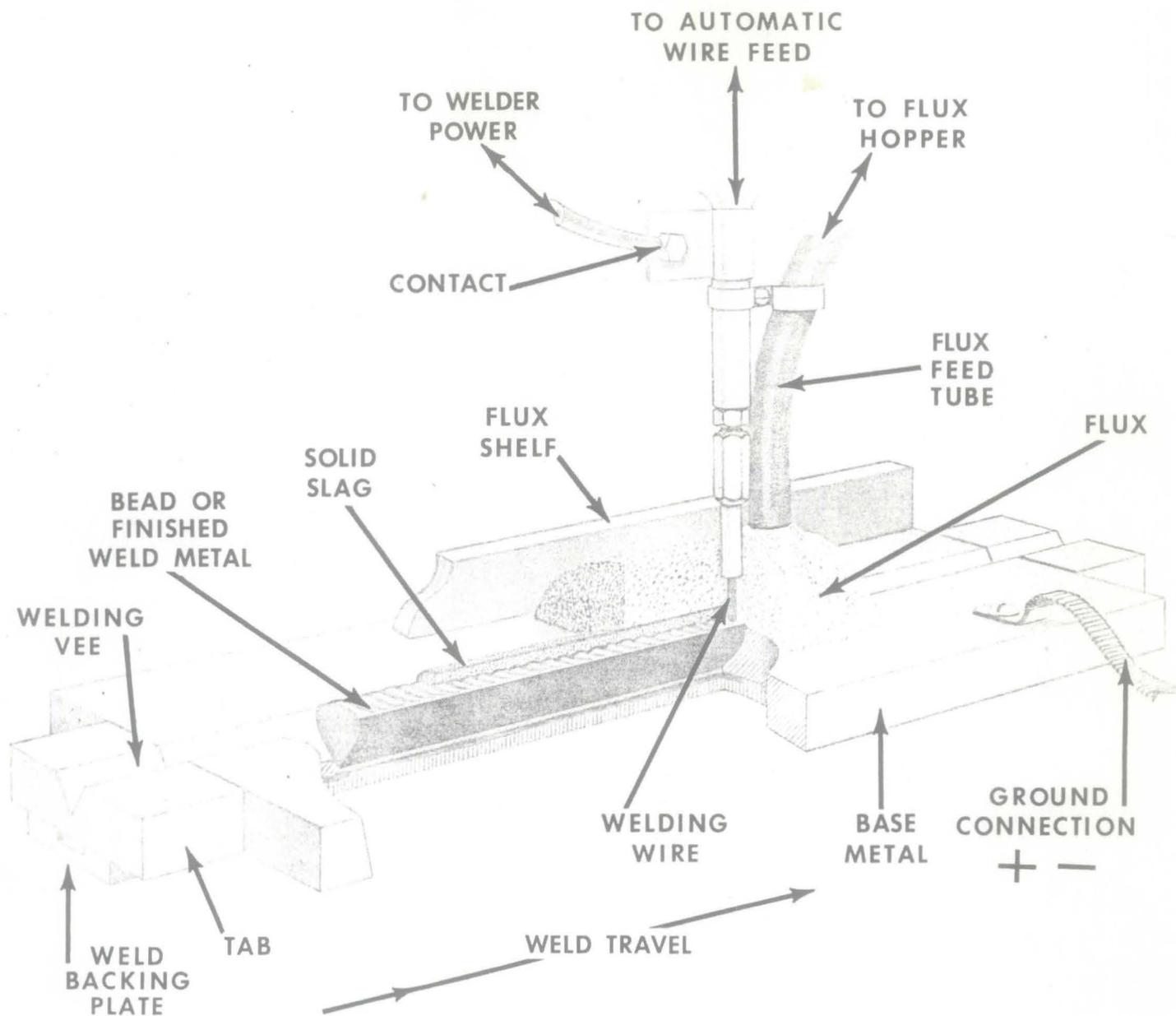
Beveling and Threading

Final Inspection

ID Cleaning

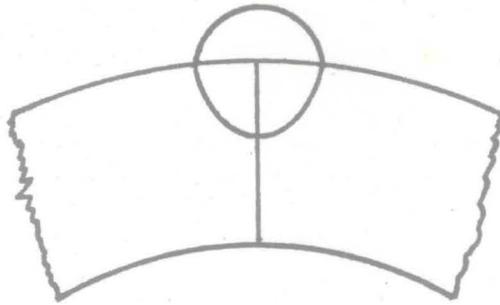
ID Paint

Finished Product



CUTAWAY VIEW OF BUTT WELD SHOWING COMPONENTS OF AUTOMATIC WELDING OPERATION

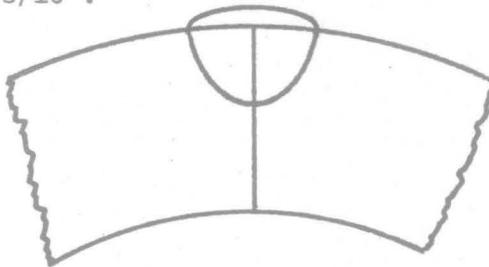
SOLDADURA POR ARCO SUMERGIDO



CORDON ALTO

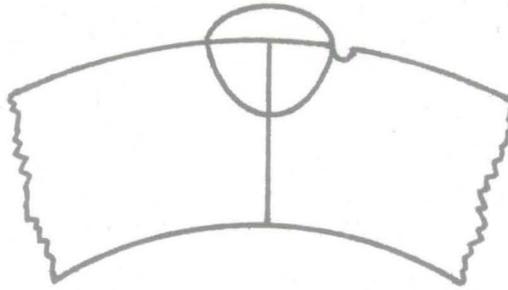
Se define como cordón de soldadura con altura fuera de las normas.

NORMAS : El cordón de soldadura exterior no excederá de $1/8''$ de altura en tubería de espesor hasta $1/2''$ y para espesores mayores de $1/2''$ la altura del cordón exterior no será mayor de $3/16''$.



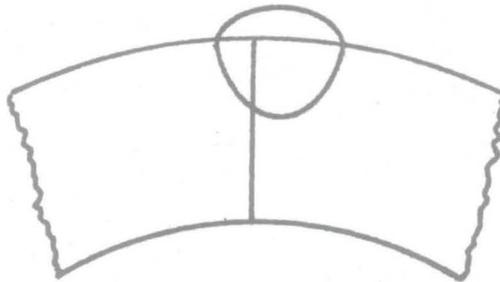
CORDON BAJO

Se define como cordón de soldadura con altura fuera de las normas.



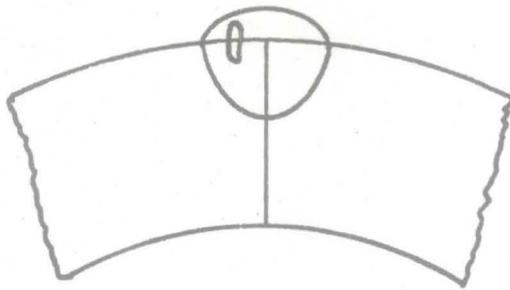
SOCAVADO

Es la imperfección que se detecta en los cordones de arco sumergido, la cual es una reducción de espesor en el area adyacente de la soldadura que esta fusionada a la superficie del tubo.



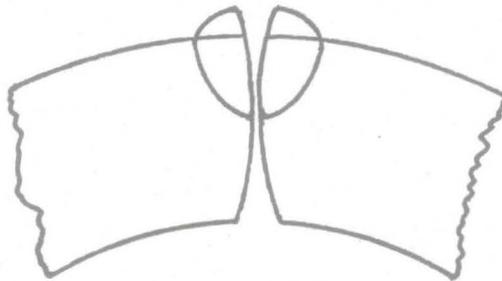
FUERA DE CENTRO

Son cordones de soldadura de arco sumergido que estan desalineados o fuera de la costura. Es una condición en la que los cordones de soldadura exterior y/o interior estan fuera de su alineamiento radial con las orillas colindantes de la junta.



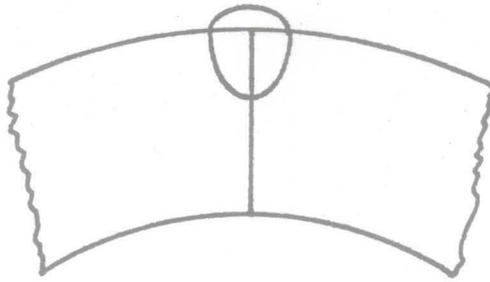
PORO

Son bolsas de gas o cavidades en la soldadura, causadas por gas atrapado durante el proceso de solidificación. La porosidad puede presentarse bajo superficie o como cavidades en la superficie.



PERFORADO

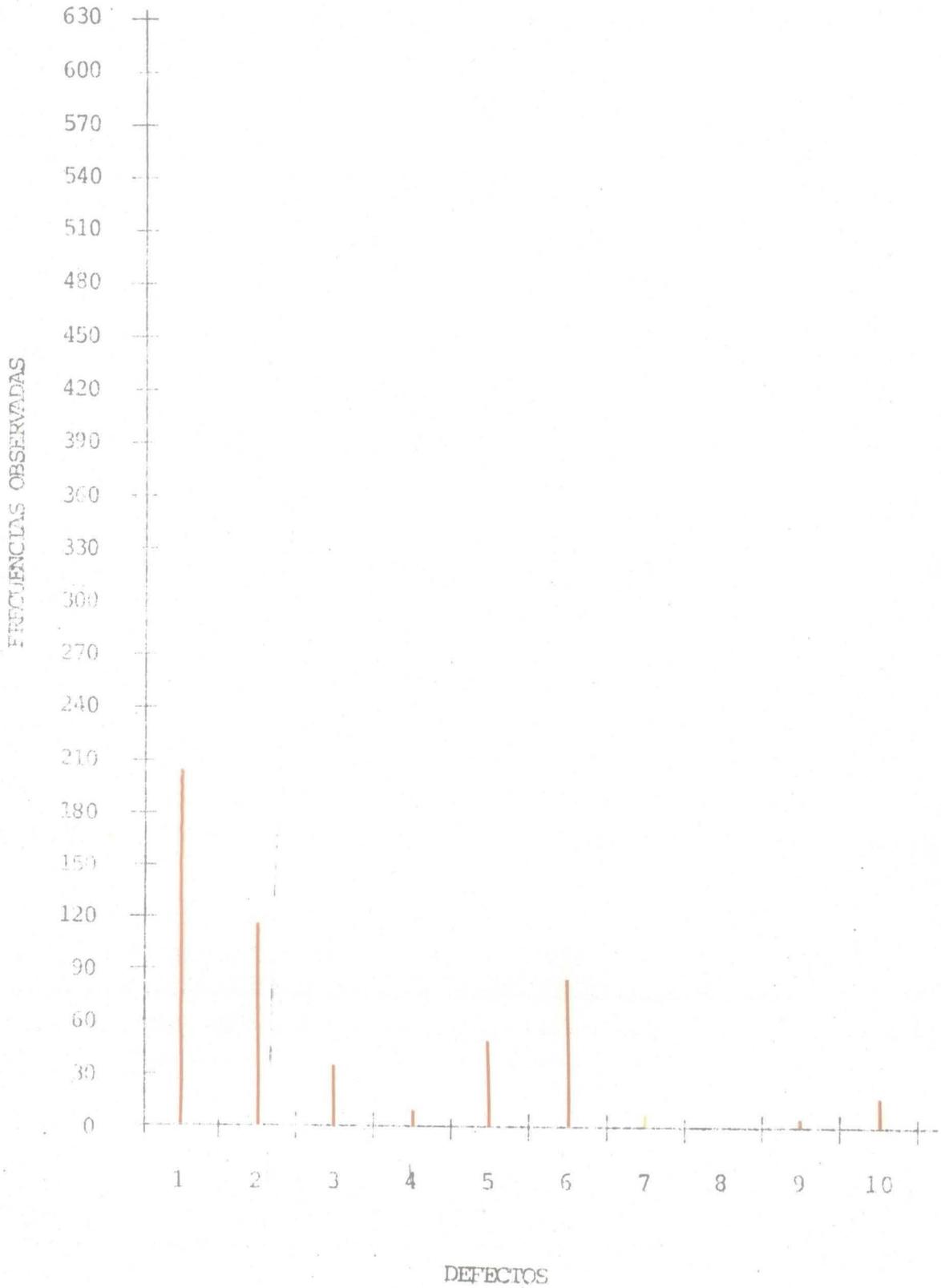
Es una hendidura que atravieza el cordón de soldadura y la junta del tubo.



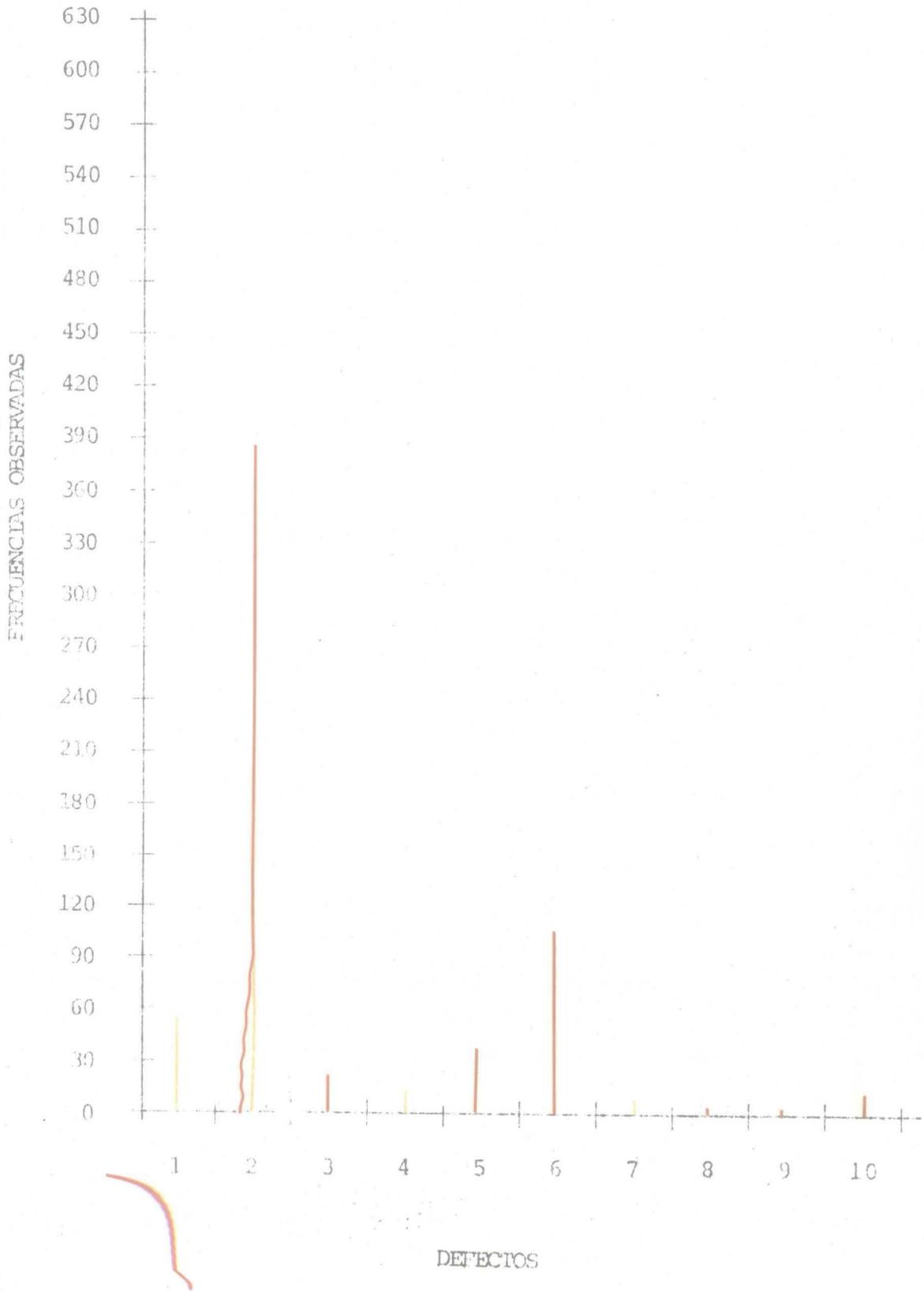
CORDON ANGOSTO

Se define como cordón de soldadura con ancho fuera de las normas.

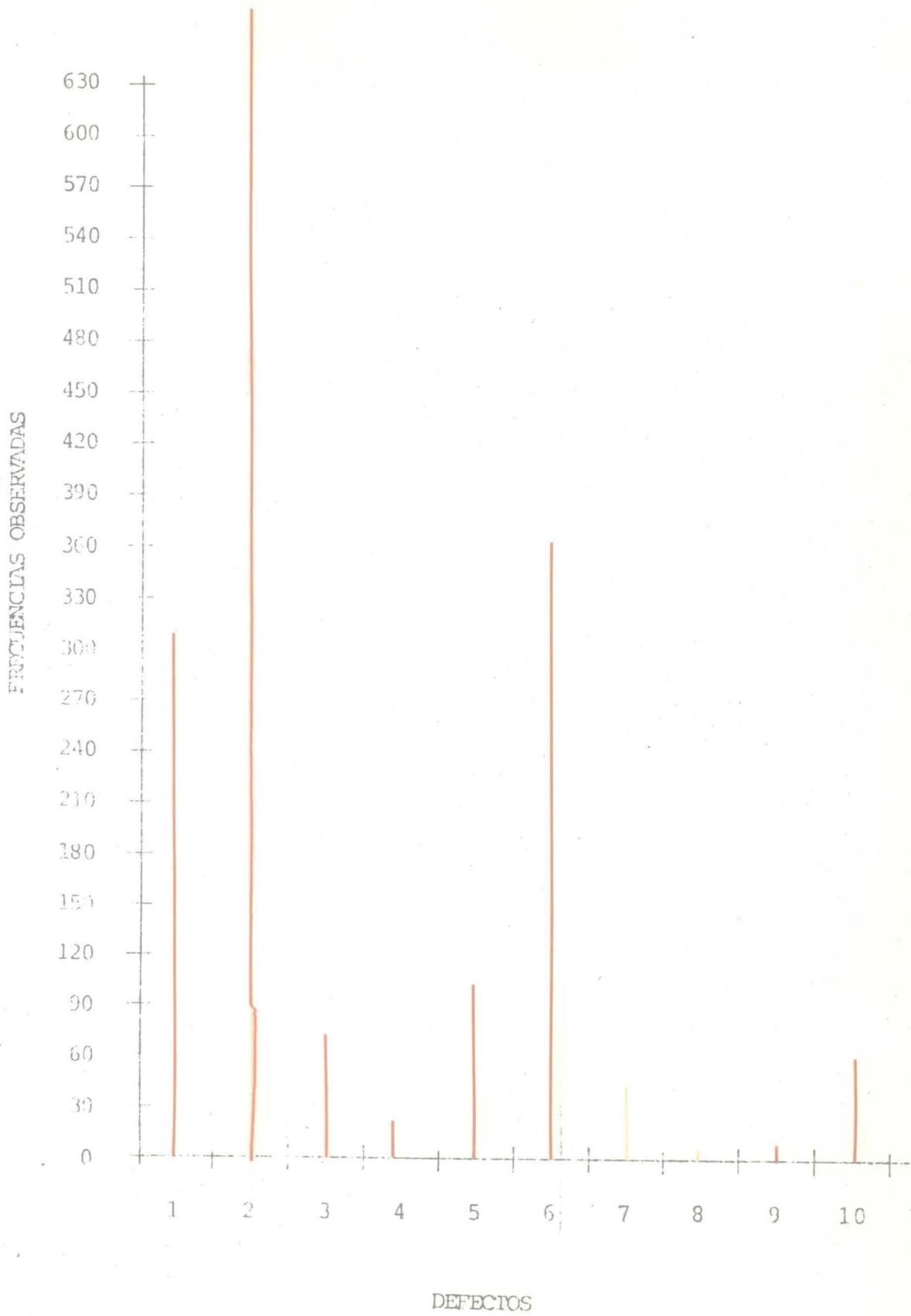
PRUEBA 1 - A : MAQUINA 1 (INTERIORES)



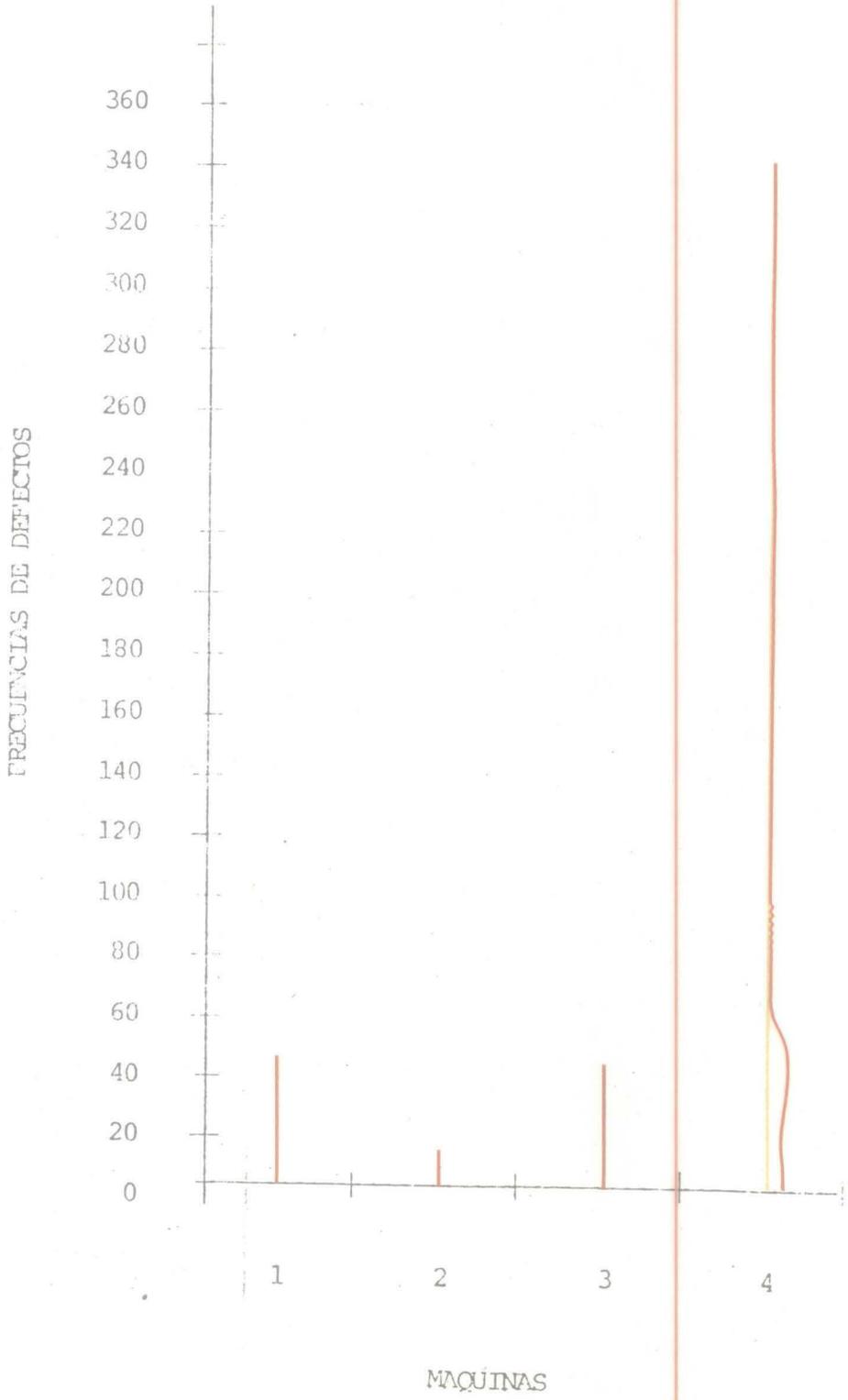
PRUEBA 1 - B : MAQUINA 4 (EXTERIORES)



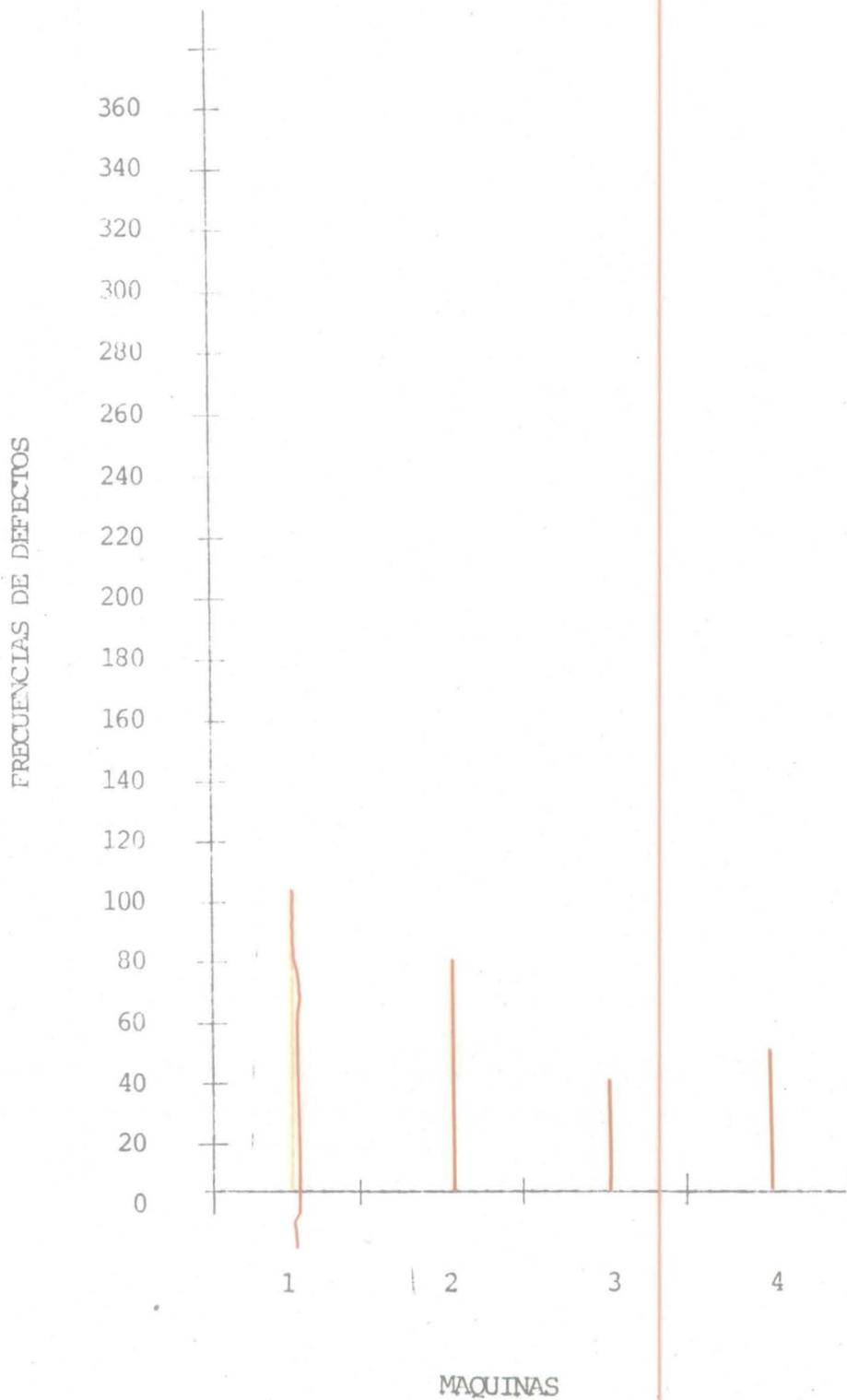
PRUEBA 2 : EXTERIORES



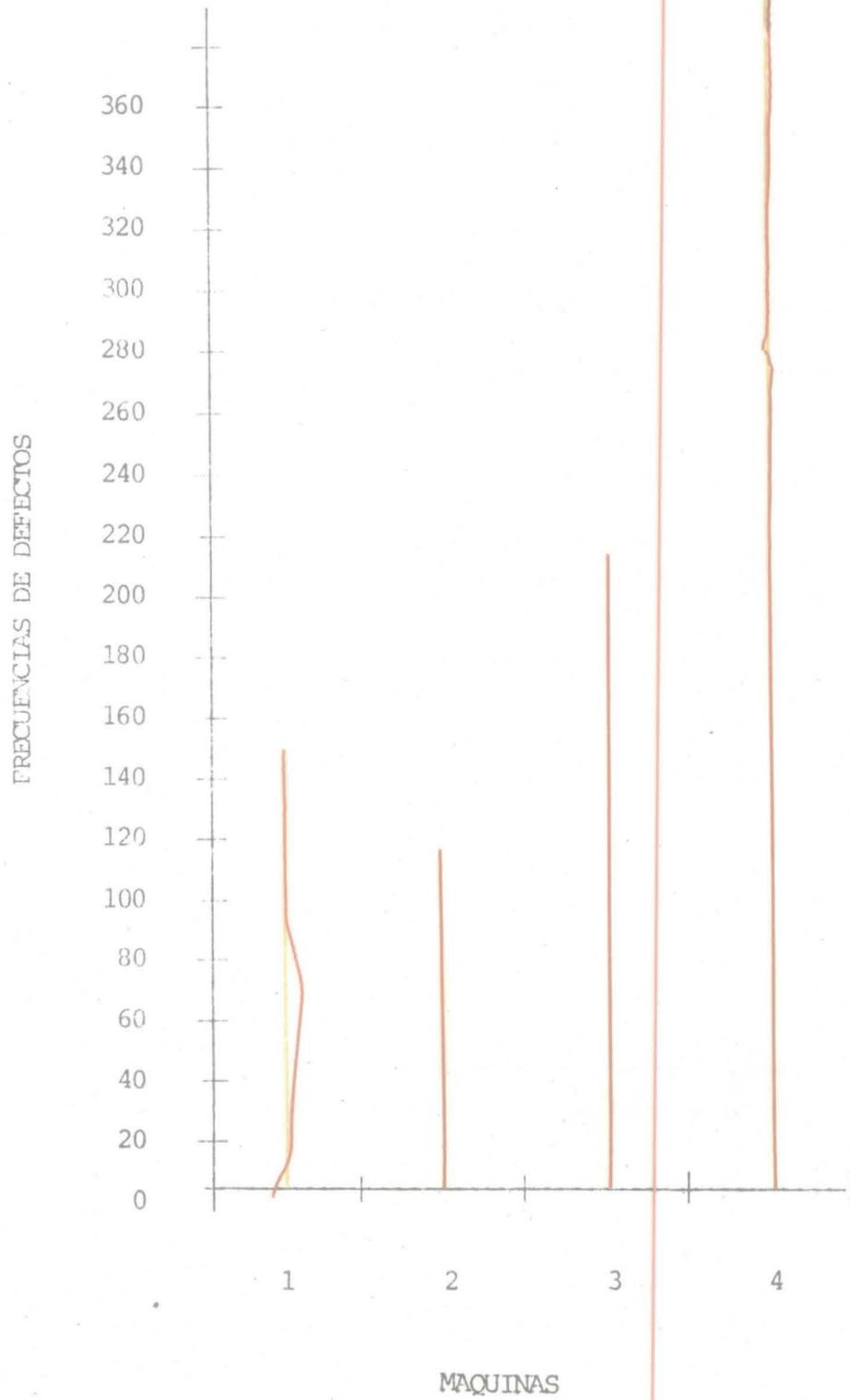
PRUEBA 3 - B : MAQUINAS (EXTERIORES) , REC. LENTA



PRUEBA 4 - A : MAQUINAS (INTERIORES), TURNO A



PRUEBA 4 - B : MAQUINAS (EXTERIORES), TURNO C



TUBACERO S. A.
ARCO SUMERGIDO

Resumen de Defectos en INTERIORES.

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: DEFECTOS EN INTERIORES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
250	124	76	22	117	140	18	0	1	60

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: MAQUINAS/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	113	67	21	2	33	28	4	0	0	12
2	46	22	22	18	38	35	7	0	0	14
3	32	15	16	0	26	34	1	0	0	17
4	59	20	17	2	20	43	6	0	1	17

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REC RAP	164	122	76	18	60	140	18	0	1	58
REC LEN	86	2	0	4	57	0	0	0	0	2

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/MAQUINAS

	1	2	3	4
REC RAP	224	163	120	150
REC LEN	56	39	21	35

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TURNOS/MAQUINAS

	1	2	3	4
A	104	63	35	47
B	86	81	50	69
C	90	58	56	69

TOTALES:

TUBOS REVISADOS: 2407
TUBOS ACEPTADOS: 3453
METROS REVISADOS: 30224.7

Resumen de Defectos en INTERIORES.

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: DEFECTOS EN INTERIORES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	298	164	53	37	66	241	12	2	2	5

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: MAQUINAS/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	92	48	10	5	12	54	1	0	1	1
2	69	56	19	20	35	69	4	0	1	2
3	78	21	7	3	7	64	0	1	0	0
4	59	39	17	9	12	54	7	1	0	2

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REC RAP	253	152	53	29	35	239	12	2	2	5
REC LEN	45	12	0	8	31	2	0	0	0	0

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/MAQUINAS

	1	2	3	4
REC RAP	201	234	165	182
REC LEN	23	41	16	18

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TURNOS/MAQUINAS

	1	2	3	4
A	0	17	5	2
B	94	113	61	100
C	130	145	115	98

TOTALES:

TUBOS REVISADOS: 3898
 TUBOS ACEPTADOS: 4845
 METROS REVISADOS: 51153.6

Resumen de Defectos en EXTERIORES.

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: DEFECTOS EN EXTERIORES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	152	515	31	10	48	157	23	0	1	53

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: MAQUINAS/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	53	27	12	3	15	40	9	0	0	14
2	14	28	7	3	5	31	6	0	1	8
3	61	118	5	2	16	48	5	0	0	19
4	24	342	7	2	12	38	3	0	0	12

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REC RAP	105	204	31	10	26	157	23	0	1	53
REC LEN	47	311	0	0	22	0	0	0	0	0

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/MAQUINAS

	1	2	3	4
REC RAP	151	96	245	118
REC LEN	22	7	29	322

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TURNOS/MAQUINAS

	1	2	3	4
A	56	36	109	38
B	47	23	86	41
C	70	44	79	361

TOTALES:

TUBOS REVISADOS:	2253
TUBOS ACEPTADOS:	1785
METROS REVISADOS:	30727.1

Resumen de Defectos en EXTERIORES.

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: DEFECTOS EN EXTERIORES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
167	156	40	11	53	205	16	2	2	6

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: MAQUINAS/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	48	18	10	2	19	42	6	0	0	0
2	16	31	14	0	6	38	5	0	0	6
3	73	61	5	1	7	52	2	0	0	0
4	30	46	11	8	21	73	3	2	2	0

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/DEFECTOS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
REC RAP	152	148	40	7	18	204	16	2	0	6
REC LEN	15	8	0	4	35	1	0	0	2	0

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TIEMPO DE RECUPERACION/MAQUINAS

	1	2	3	4
REC RAP	121	109	187	176
REC LEN	24	7	14	20

FRECUENCIAS OBSERVADAS DE: TURNOS/MAQUINAS

	1	2	3	4
A	4	19	4	5
B	61	24	63	82
C	80	73	134	109

TOTALES:

TUBOS REVISADOS: 3208
 TUBOS ACEPTADOS: 2711
 METROS REVISADOS: 44448.4

BIBLIOGRAFIA

- Duncan Acheson J., QUALITY CONTROL AND INDUSTRIAL STATISTICS, 4° --
Edición, Homewood Illinois, Richard D. Irwing, 1974.
- Hansen Bertrand L., Teoría y Práctica del Control de calidad, 2° --
Edición, Barcelona España, EDITORIAL HISPANO EUROPEA. 1980.
- Mode Echer B., Elements of Statistics, 2° Edición, Englewood Cliffs,
N. J., PRENTICE - HALL, 1941.
- Montgomery Douglas C., Design and Analysis of Experiments, 1° Edi-
ción, Atlanta Georgia, John Wiley and Sons, 1976.
- Miller Irwin, Freud John E., Probabilidad y Estadística para Inge--
nieros, 1° Edición, México, D. F., Reverté Mexicana, 1980.
- Oliva Ralph A., Applied Statistics, 1° Edición, U. S. A., Texas Ins-
truments, 1977.