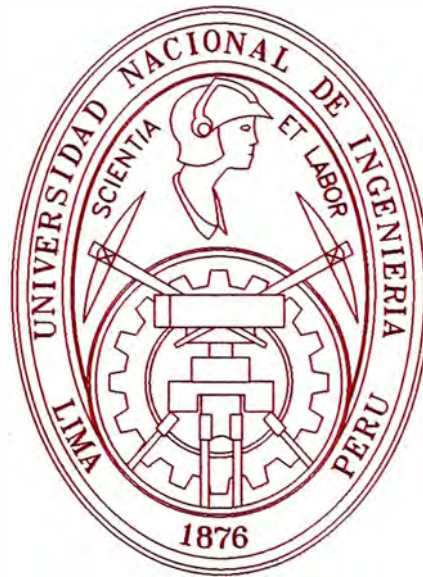


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD
APLICADO A ICOM METAL MECANICO SRLtda.”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

VLADIMIRO GARCIA RIVERA

PROMOCION 1998-I

LIMA-PERU

-2005-

A mis Padres Fernando y Julia, por su invalorable ejemplo de esfuerzo, honestidad, e inmenso amor; a mi esposa Sabina por su infinita paciencia y apoyo incondicional; a mis hijas Nataly y Sofía, por ser fuentes vivas de inspiración; a mis hermanos : Luz Isabel, Fernando Antonio, Ismael, Ruilce, Julia, Fernando y Benjamín que con su excelente vida profesional fueron mis guías permanentes; a la Srta. Ysela por su incansable apoyo en los tipeados; a los Ingenieros Rubén Gómez Sánchez y Jorge Cuadros por su excelente docencia y preclaros conocimientos en la materia, temas que inspiraron el presente Informe.

TABLA DE CONTENIDO

▪ TITULO	
▪ PROLOGO	01
▪ CAPITULO I	
1.0 INTRODUCCION	03
1.1 Antecedentes	03
1.1.1 Descripción de la organización	03
1.1.2 Método de trabajo; Modelo Sistémico	13
1.1.3 Posición en el mercado	14
1.2 Objetivo	15
1.3 Alcances	17
1.4 Justificación técnica y de mercado para la implementación del sistema de gestión de calidad	19
▪ CAPITULO II	
2.0 ENFOQUE SISTÉMICO DE LA ORGANIZACIÓN	21
2.1 Principios y herramientas de la calidad	21
2.1.1 Marco de referencia: Teoría de sistemas	21
2.1.2 Marco conceptual de la calidad	24
2.1.3 Marco conceptual de Cultura Organizacional	25
2.1.4 Herramientas de la calidad	26
2.2 Análisis y síntesis de los factores de in competitividad	28
2.2.1 Tormenta de ideas	28
2.2.2 Diagramas de afinidad	29
2.3 Selección de problemas de calidad	31

2.3.1	Matriz de prioridades por grupo	31
2.3.2	Matriz de prioridades conjunto	33
2.3.3	Diagrama de Pareto: Selección de problemas	36
2.4	Investigación sistémica de las causas	37
2.4.1	Diagrama de causa efecto de los problemas	37
2.4.2	Análisis y síntesis de las causas raíz	44
2.5	Propuestas de solución	47
▪	CAPITULO III	
3.0	PROCEDIMIENTOS DE GESTION DE LA CALIDAD	55
3.1	Marco conceptual de gestión de la calidad	55
3.1.1	Norma Internacional ISO 9000: 2000	55
3.1.2	Términos y definiciones de Gestión de la calidad	56
3.2	Estableciendo modelo de gestión de la calidad de ICOM	62
3.3	Esbozo de un plan de Aseguramiento de calidad	67
3.3.1	Definiciones.	67
3.3.2	Importancia del Aseguramiento de la calidad para ICOM	68
3.3.3	Aplicación de un Plan de Aseguramiento de la Calidad	69
3.4	Beneficios para la empresa	71
▪	CAPITULO IV	
4.0	PROCESOS DE SOLDADURA	72
4.1	Introducción	72
4.1.1	Determinación de las especificaciones típicas de soldadura	73
4.1.2	Clasificación de los procesos de soldadura	77
4.2	Especificaciones sobre procesos de soldadura	80
4.2.1	Proceso de soldadura por arco de metal protegido (SMAW)	80
4.2.2	Proceso de soldadura por arco de tungsteno y gas (GTAW)	98
4.2.3	Proceso de soldadura por arco de gas y metal (MGAW)	121

4.2.4	Proceso de soldadura por arco sumergido(SAW)	139
4.3	Calificación de procedimientos de soldadura (CPS)	152
4.4	Calificación de soldadores y operadores de soldadura (CSOS)	155
4.5	Pruebas y ensayos no destructivos de la soldadura (END)	155
4.6	Beneficios para la empresa	156
▪	CAPITULO V	
5.0	PROCESOS DE MECANIZADO, CORTE Y CONFORMADO EN FRIO	159
5.1	Introducción.	159
5.2	Principales procesos de mecanizado.	160
5.2.1	Torneado	160
5.2.2	Fresado	167
5.3	Una revisión a las tolerancias.	174
5.4	Calidades superficiales: Dureza y Rugosidad.	177
5.5	Corte y conformado en frío: Cizalla, Plegadora y Roladora,	181
5.6	Metrología	188
5.7	Beneficios para la empresa.	194
▪	CAPITULO VI	
6.0	OTROS PROCESOS DE TALLER	195
6.1	Introducción.	195
6.2	Control de tratamientos térmicos	195
6.3	Arenado y Pintura	201
6.4	Reseña del Montaje Electromecánico	209
6.5	Corte con oxígeno	216
6.6	Gestión del Mantenimiento Electromecánico	225
6.7	Beneficios para la empresa	228
▪	CAPITULO VII	

7.0	GESTION INTEGRAL DE LA CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD	229
7.1	Bases conceptuales y modelo de gestión integral de calidad para ICOM	229
7.1.1	Indicadores de gestión	229
7.1.2	Análisis FODA	324
7.1.3	Cultura organizacional	238
7.1.4	El Ciclo PHVA	241
7.2	Determinación de indicadores de gestión clave para ICOM.	243
7.3	Establecimiento de Políticas y objetivos	245
7.3.1	Análisis FODA aplicada a ICOM.	245
7.3.2	Políticas	250
7.3.3	Objetivos	252
7.4	Acciones para el mejoramiento de los recursos seleccionados	252
7.4.1	Del recurso humano	252
7.4.2	Círculos de calidad y Programa 5 S.	266
7.4.3	Del recurso logístico	275
7.4.4	Del recurso técnico , de procedimientos y control de calidad	277
7.5	Modelo de Planeamiento estratégico para alta gerencia	281
7.6	Beneficios para la empresa.	292
•	Conclusiones	294
•	Bibliografía	297
•	Planos	
•	Apéndice	

PROLOGO

Cuando asistí al curso de titulación: “Gestión integral de la calidad”, dictada el presente año en ésta Facultad, creí firmemente haberme embarcado en la nave precisa y oportuna, que me diera la viabilidad de alcanzar muchos puertos que de antaño ansiaba con fervor y ser una luz de solución a los agravantes problemas de calidad en mi empresa, por el cual entregué 5 años de mi vida profesional, desde el mismo día de su fundación.

Es por ello que elegí este tema, que aborda el problema de calidad de la empresa en mención, bajo un “Sistema de gestión de calidad”. además satisface los viejos conceptos y procedimientos que vine madurando desde los años universitarios de los ochentas, cuando creía esbozar un “sistema de gestión personal” aplicado al problema del estudio, al problema socio-económico de entonces, años en que aún no se oía en nuestro medio sobre los nuevos conceptos de gestión de calidad, ni globalización, más bien marcados entonces por el enfrentamiento este-oeste de las superpotencias cual sistemas ideológicos dominantes.

El objetivo del presente trabajo es dar viabilidad de solución a los problemas de la calidad en la empresa “ICOM METAL MECANICO”, mediante un sistema de gestión de la calidad.

Los aspectos tratados en el presente informe se resumen en 4 bloques: El primero, responde las siguientes preguntas ¿Cómo es la empresa? ¿Cuáles son sus problemas? y ¿Se justifica la implementación de un sistema de gestión de calidad?

El segundo, es el enfoque sistémico de la organización y la investigación sistémica de las causas.

El tercero, abarca los procedimientos de Gestión de calidad y los procesos principales de la empresa en el cual se requiere mejorar: procesos de soldadura, procesos de mecanizado, corte y conformado en frío y otros procesos de importancia.

El cuarto y último bloque trata de la gestión integral de la calidad y control de calidad aplicable a la empresa, en el cual se definen los elementos de medición a saber: indicadores de gestión y otros.

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES.

1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.

La empresa ICOM METAL MECANICO S.R.Ltda. se fundó el año de 1996 con gran expectativa y como mejor alternativa sobre los Talleres y Maestranzas existentes en la zona de Chimbote, las cuales abundan, tienen poca visión de futuro, y reducido espacio físico como para absorber proyectos metal mecánicos de mediana y gran envergadura.

La visión de futuro original de ICOM (así se denominará en adelante a nuestra empresa) es convertirlo en el líder de la industria metal mecánico de Chimbote (que ostenta orgulloso “Capital de la Pesca y el Acero”) y del norte del país. Este ambicioso proyecto tuvo su impulso inicial, cuando los dueños con capital privado, adquirieron con anterioridad un amplio terreno de 4,400 m², luego 5 máquinas pesadas y se realizó el techado de una nave industrial de 600 m² como parte de la I Etapa, listas para absorber reparaciones y

fabricaciones mayores , tanto para atender a las Pesqueras, a Siderperú, y Centrales hidráulicas de la región.

Es necesario resaltar un hecho histórico que precisamente impulsó a los dueños a fundar ICOM, fue que en el terreno actual ya se realizaban trabajos de gran magnitud como extensión de la primera empresa en operación la cual tiene un local muy limitado. Las buenas relaciones comerciales tuvo como resultado ganar cotizaciones de reparaciones de Ruedas Pelton de 10,000 a 30,000 Kw pertenecientes a la C.H. de Huallanca, consistentes en relleno con soldadura especial Citochrom 134 y rectificado con esmeriladoras, asimismo los demás accesorios de turbinas Pelton, como agujas y toberas de inyección, etc. Trabajos éstos que anualmente ya se realizaban con éxito y buena rentabilidad desde hace 4 años antes de la fundación de ICOM.

Sin embargo, ésta es la segunda y nueva empresa creada por sus dueños, quienes con 15 años habían ganado una cartera de clientes importantes con su primer Taller pequeño, adquiriendo cierta notoriedad en la calidad de mecanizado con Tornos, Cepilladora Y Fresadora en un local muy reducido. Era imperativo un local más amplio para la creciente demanda de servicios.

Hacia el tercer año de fundación(1998) ICOM había alcanzado el liderazgo en el corte y doblado en frío, mecanizado de piezas grandes, tanto en la Mandrinadora y Torno Vertical.(que antes solo era exclusivo en las Grandes maestranzas de SIMA Chimbote y de SIDERPERU, o tenían que llevarlo a Trujillo o Lima. Además

mediante proyectos propios se ha construido una prensa Hidráulica de 300 Ton. Para conformados en frío, una Roladora eléctrica potente de 3 mts de rodillos, se ha continuado las adquisiciones de varias máquinas y equipos, entre ellos una Soldadora automática MIG-MAG de 600 Amp. Un Taladro Radial de 3 mts. de bandera entre otros. Por entonces aun no estaba organizada una oficina de proyectos, Departamento de Ingeniería y Mantenimiento ni mucho menos un Departamento de control de calidad. Todas las decisiones de la empresa emanaban sabiamente del dueño- Gerente General, quien asumía responsablemente todas las funciones importantes, incluyendo las Ventas, Marketing y Publicidad.

En la tercera fase de crecimiento vertiginoso (año 2000) la empresa había crecido, las ventas por servicios aumentaron, la variedad de servicios tanto de reparaciones y fabricaciones había cubierto un radio de acción en el mercado de las Azucareras, Mineras, Navales, ingresando en proyectos y Licitaciones nacionales tipo CHAVIMOCHIC, CHINECAS, CHIRA-PIURA, MESSER GASES, etc. El Dueño gerente ya no pudo atender toda la organización, necesitaba de profesionales y más técnicos calificados, por ello convocó una y otra vez , no conforme con su forma de ser, los iba cambiando constantemente.

Por aquellos años (2000-2001) se introdujo por vez primera Charlas Técnicas y educativas donde se habló de los nuevos conceptos de calidad y del mundo globalizado, se concluyó que antes que nada es la calidad humana la que determinará el éxito de la empresa, éstas charlas poco pudieron cambiar la organización, debido a una fuerte

inercia, hacía falta un cambio de cultura de los trabajadores, el mando medio y la Gerencia. Por entonces la política gerencial tenía una administración vertical, basada en amenazas de despido, descuentos de jornales por fallas incurridas y luego reuniones de reconciliación, puesto que ya era notorio la falta de calidad de los servicios prestados, repeticiones de trabajos, falla constante de las máquinas, rechazo y reclamos de los clientes, no cumplimiento de los tiempos programados, reclamos de sueldos y salarios, entre otros; sin embargo el mercado laboral estaba plagada de gente desocupada, despedidos de otras empresas, producto de la grave crisis económica, las condiciones externas sí habían influido en la política gerencial, en la competitividad empresarial, estaban surgiendo nuevas empresas, ofertando servicios a menor costo, las empresas regionales y las expansionistas de la capital, habían llegado a la región a competir en todas las cotizaciones y licitaciones, caso SIDERPERU quienes están modernizando y optimizando su vieja Planta, para ello pone a disposición el servicio de terceros , para reparaciones, fabricaciones, montajes, mantenimiento y suministro de repuestos. ICOM contando con soporte de equipos y máquinas herramientas, absorbió fácilmente el mercado de SIDERPERU, compitiendo con empresas de la capital a precios más bajos y cierta calidad. Para trabajos masivos tipo “parada del alto horno”se requerían gran cantidad de mano de obra no calificada, por ello se perdía el sentido de calidad exigiéndose sí seguridad industrial como nueva cultura, trabajos como: cambio de vías férreas, cambio y pintado de estructuras, cambio de techos de las naves altas, mantenimiento de líneas de vapor, cambio de circuito de tuberías de agua y vapor.

Las exigencias del mercado de trabajo dictaban el acopio y adquisición de nuevos equipos, una sofisticación de servicios: durómetros para determinar dureza superficial luego del tratamiento térmico y superficies lisas para rozamiento, Lámparas de luz ultravioleta para detectar suciedad en tuberías para oxígeno, tizas térmicas para control de procesos de soldadura de aceros especiales, exigencia de calidad de aceros y muchos otros materiales como aceros refractarios para hornos, la unión de tuberías para gases exige soldadura proceso TIG, las estructuras masivas con vigas prefabricadas requieren soldadura proceso MIG-MAG, así como en recuperación de ejes de los Trapiches, también para la fabricación de recipientes a presión requerían conocimientos de las Normas ASME; un rol particular a cumplido el SENATI de Chimbote como semillero de muchos técnicos calificados, y es así que por ICOM pasaron muchos practicantes de Calderería, soldadores, torneros y fresadores.

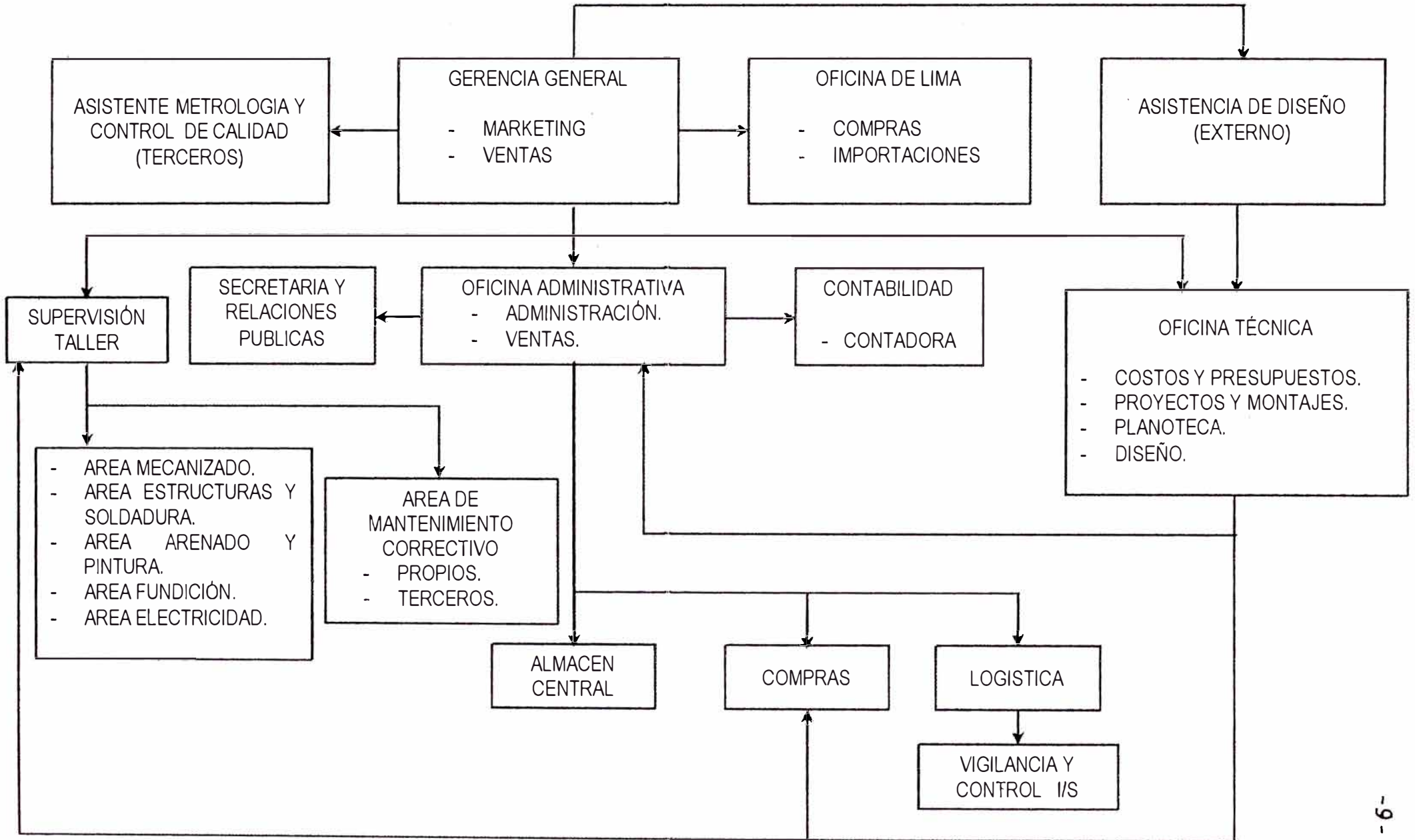
Actualmente el ORGANIGRAMA de ICOM, enfocada sistémicamente se muestra en la **FIGURA 1.1**, titulada “Diagrama sistémico actual ICOM Metal Mecánica S.R.L.” en razón a que demuestra cada uno de los elementos de la estructura organizacional y funcional de la empresa mediante el enfoque de sistemas, con líneas indicadoras de sus relaciones genéricas, asociativas y partitivas. En ésta figura se puede observar algunas características importantes en lo referente a la calidad: La Asistencia de metrología y la Asistencia de diseño que dependen directamente de la gerencia, mediante una relación de contrato a tiempo parcial, es decir se los requiere solamente en forma temporal a criterio del Gerente. No

producción, no realizan ningún seguimiento. Esta política de contrato surgió a raíz de los constantes reclamos de los Clientes en cuanto a la calidad del servicio.

Vamos a presentar en el **CUADRO N° 1.1** : Perfil organizacional de la empresa en su estado actual (al momento de su análisis) y el perfil esperado. Del cuadro en referencia se puede apreciar como punto crítico del nivel más bajo de cultura organizacional a: Identidad y recompensa al desempeño, en otras palabras, el personal de ICOM no se identifica con su empresa y a cambio de su esfuerzo no recibe mayores beneficios.

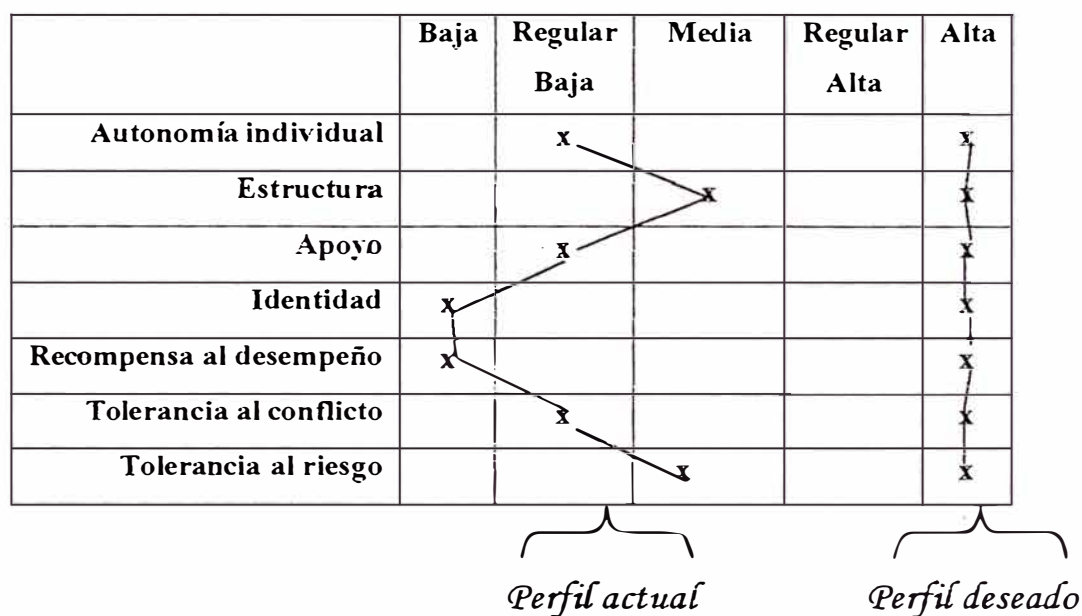
**DIAGRAMA SISTÉMICO ACTUAL
ICOM METAL MECANICA S.R.L.**

FIGURA 1.1.



PERFIL DE CULTURA ORGANIZACIONAL DE ICOM

CUADRO 1.1



A continuación se muestra resumido el **PERFIL TÉCNICO ECONOMICO Y LABORAL** (Ver Cuadro 1.2) de la empresa, elaborada en base a los datos de Julio del 2002.

CUADRO 1.2

ITEM	DESCRIPCION
<p>RAZON SOCIAL RUBRO UBICACIÓN ANTIGÜEDAD AREA TERRENO AREA TECHADA N° TRABAJADORES N° EMPLEADOS SOPORTE PRINCIPAL DE MAQUINAS Y EQUIPOS PROYECTOS DE FABRICACIONES DE EQUIPOS Y DISPOSITIVOS PARA TALLER</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ICOM METAL MECANICOS S. R. L. - Metal Mecánico. - Distrito de Nuevo Chimbote (Planta) - Chimbote (Oficina de la Gerencia) - 6 años. - 4,500 m². - 1,600 m². - (10) Estables(12) Contratados(XX) terceros (según el tamaño de los trabajos). - (08) Ingeniero de planta y proyectos, Jefe de Taller, Ingeniero Obras, Administradora, Secretaria, Jefe de Compras, Almacenero y Contadora. - 01 Cizalla Eléctrica Neumática. L_c= 4 m. - 01 Dobladora Eléctrica Neumática 150Ton.. - 01 Roladora Eléctrica 3 mt. 30 HP. - 01 Prensa Hidráulica 250 Ton. - 01 Torno Vertical 01.80mt. H_v= 1.2 - 01 Mandrinadora H_v=1.8. L_c=1.5 - 04 Tornos Horizontales. - 01 Taladro Radial 3 mt. de bandera. - 01 Fresadora Universal - 01 Cepilladora 1.5 m - 10 Máquinas soldar Arco manual. - 01 Máquina semiautomática Mig-Mag 600 A. - 03 Máquinas soldar MIG-MAG 400 A. - 02 Máquinas soldar proceso TIG. - 02 Máquinas soldar de Arco Sumergido - 02 Taladros de pedestal - 02 Compresoras 400 PSI - 03 Equipos oxicorte automáticos. - 02 Equipos de corte con PLASMA. - 01 Grupo electrógeno de 130 KW. - 02 Montacargas de 1.5 y 4 Ton. - 01 Equipo de arenar. - 02 Winches eléctricos de 10 Ton. - 01 Prensa hidráulica de 300 Ton. - 01 Dobladora tubos hidráulico. - 01 Grúa Puente de 15mt.de luz. - 01 Horno para secado y tratamientos térmicos. - 01 Mesa giratoria de 05 mt. para torneados.

POTENCIA INSTALADA	-350 KW
SUB-ESTACION ELECTRICA	- 400 KW. 13,200/440/220V
EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN	- 60 % (Estimado)
EFICIENCIA MECANICA	- 45 % (Estimado)
DEPENDENCIAS INTERNAS	<ul style="list-style-type: none"> - Gerencia Gral. - Ofic. Administrativa - Oficina Técnica - Jefatura de Taller. - Oficina de Compras - Oficina Lima Compras - Almacén Central - Sub-sección Control de calidad. - Sub-sección Transportes - Sub-sección Guardianía
CLIENTES IMPORTANTES	<ul style="list-style-type: none"> - SIDERPERU S. A. C. - SIPESA Chimbote - ANTAMINA PORT - PESQUERA HAYDUK - PESQUERA SAN FRANCISCO - MARCO PERUANA - MESSER GASES DEL PERU. - HIDRANDINA S.A. - C. H. VIRU - C. H. CAÑON DEL PATO - C. H. CAHUA S.A. - COMPAÑIA AZUCARERA SAN JACINTO - COOPERATIVA AZUCARERA CARTAVIO. - COMPAÑIA AZUCARERA LAREDO - FERREYROS Chimbote - C. N. ODEBRECHT.
COMPETENCIA IMPORTANTE	<ul style="list-style-type: none"> - SIMA METAL CH. - FIANSA - ITALMEC - IMECON S.A. - SUSEIN S. A. C. - TALLER JULCA - INDUSTRIA PESADA CALDAS S. R. L. - FACTORIA MARIATEGUI - TALLERES SIDERPERU.
VOLUMEN DE VENTAS ANUAL	- US \$ 600.000 a 800.000
PERDIDAS DE NO CALIDAD	- ESTIMADO ANUAL US \$ 80,000.

1.1.2 MÉTODO DE TRABAJO: MODELO SISTÉMICO.

Nuestra organización que hoy ha llegado a los albores del nuevo siglo, como toda organización requiere una nueva forma de conceptualizar el producto o servicio que producen en función del cliente. Para ello es necesario el enfoque de Sistemas para comprender desde afuera y por dentro sus problemas, cómo mejorarlo y ser más competitivo.

Todo el tema será abordado bajo el pensamiento sistémico, que es la actitud del ser humano que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar. Así, el enfoque sistémico contemporáneo aplicado al estudio de las organizaciones plantea una visión Inter, multi y transdisciplinaria que ayuda a analizar a nuestra empresa de manera integral permitiendo identificar y comprender con mayor claridad y profundidad los problemas organizacionales, sus múltiples causas y consecuencias.

¿Por qué el pensamiento sistémico? Para comprender el mundo, para resolver sus graves problemas. Para comprender el Sistema de nuestro país, nuestras instituciones; resolver sus problemas. Comprender qué es Desarrollo Sostenible y hallar la forma de hacerlo posible. Es decir para resolver problemas complejos. La Ciencia Mecanicista y Reduccionista con que nos han formado desde niños han tenido éxitos importantes-ha sabido resolver los problemas de los Sistemas simples, desagregables, lineales, deterministas, predictibles, pero este enfoque es insuficiente para el mundo globalizado y complejo actual.

Luego, a la luz de este Modelo Sistémico nuestra organización en estudio será beneficiada con los nuevos conceptos de la calidad, en un país incipiente y dependiente tecnológicamente como el nuestro y en nuestra región de Chimbote, hoy en grave recesión económica, falta de gobernabilidad, aumento del desempleo, aumento de la pobreza y su secuela de hambre y desnutrición, falta de cultura, bajos niveles de calidad, inseguridad en el puesto de trabajo, etc. Es en este entorno que abordaremos los graves problemas y plantearemos sus soluciones.

1.1.3 POSICIÓN EN EL MERCADO.

Nuestra organización dentro del mercado interno y categoría se encuentra entre los 4 mejor equipados con una potencia instalada superior a los 300 KW. y a nivel regional, (que comprende desde Huarney hasta Chiclayo, y en la sierra desde Huaráz hasta Cajamarca, normalmente es la zona de influencia comercial) se encuentra entre las 15 empresas más grandes del norte central del Perú.

Según el rubro de servicios prestados a los clientes, nuestra empresa absorbe con exclusividad los trabajos de corte y dobles en frío de planchas de acero en general. Además los servicios de “bombeado” con prensa hidráulica. En la Industria Pesquera se cuenta con una importante cartera de clientes en la reparación de Ejes de impulsión, hélices, sistemas de gobierno, Net Winch, Net Stacker, de las embarcaciones bolicheras. En la Industria Siderúrgica, se compete con proveedores y empresas grandes de la región de Lima, tanto en fabricaciones, reparaciones y montaje de repuestos, equipos y demás estructuras que Siderperú cotiza a terceros. Dentro de las Azucareras de

la región, se ha ganado una cuota importante como San Jacinto, Laredo y Cartavio en la reparación de Vírgenes, ruedas, ejes, etc. del trapiche y demás repuestos y estructuras. Se ha participado también en los proyectos de ampliación con fabricaciones y montaje de transportadores de azúcar, caña, bagazo y cenizas; Calderos de bagazo y tanques de almacenamiento de agua.

En las industrias Minera e Hidroeléctrica de la región también se tiene una cuota no menos importante, tanto en reparaciones y fabricaciones de repuestos y estructuras mayores puesto que se cuenta con una Mandrinadora, un Torno Vertical y Taladro Radial para el mecanizado de piezas de gran tamaño. En resumen ICOM está bien afianzado en el mercado interno y regional, tiene crecimiento, y planes a mediano y largo plazo, pero convive con serios problemas de calidad que deben ser corregidos y que amenazan con traer abajo todo lo conquistado.

1.2 OBJETIVO.

El propósito del presente estudio es plantear y convencer a la Alta Gerencia de ICOM que mediante la aplicación de un Sistema de Gestión de la Calidad se resolverán los graves problemas de calidad de la empresa en su conjunto y tomar nuevo rumbo de un modo sostenible para liderar el cambio empresarial en la región por la que fue fundada.

Entonces el objetivo y tema central del presente informe es: Sistema de Gestión de la Calidad para ICOM y la estrategia de su desarrollo es la identificación de su entorno dentro de un marco sistémico que se extiende a través de los capítulos sucesivos. El diagrama lógico de su desarrollo parte con el Capítulo I, que abarca la descripción completa de la organización. En

el Capítulo II, se desarrolla en forma sucinta los marcos conceptuales sobre sistemas y la nueva cultura de la calidad, además las herramientas de la calidad, para afrontar sistemática y ordenadamente los problemas reales y más impactantes de la empresa. Seguidamente en el Capítulo III, se desarrollan los procedimientos de gestión de la calidad, mediante un marco de referencia de la Norma Internacional ISO 9000: 2000, aplicables a la empresa con establecimiento de un sistema de calidad y el esbozo de un Plan de aseguramiento de calidad. Éste plan contempla como requisito un mejoramiento de los aspectos técnicos que más problemas tiene la empresa que se tocará en los capítulos subsiguientes, como son los grandes temas como: procesos de soldadura (Capítulo IV), bases para el Manual de soldadura de ICOM; procesos de mecanización (Capítulo V), base para los Manuales de procedimientos de Taller y de la empresa; otros procesos de taller (Capítulo VI), base para los Manuales y especificaciones técnicas de los servicios ofertados. Por último, el Capítulo VII corona el horizonte de ICOM con la Gestión Integral de la calidad aplicables desde la alta gerencia, hasta el Planeamiento Estratégico.

Los problemas de calidad identificados son agravantes para el crecimiento de la empresa, puesto que reducen las utilidades, que en última instancia es el objetivo de nuestra organización. La falta de calidad crea malestar en los trabajadores al ser mermada sus ingresos por los constantes descuentos por pérdidas de producción, crea insatisfacción o rechazo por parte del cliente, que es el “combustible” principal que da movimiento a nuestra empresa; finalmente cuando la calidad se ve truncada por una gestión empresarial equivocada, vertical, tradicional, de mala política hacia el personal, arbitrario, soberbio e intolerable, cuando el trabajador es el último escalón en el trato, cuando no se le reconoce su esfuerzo y creatividad. Aún mas, cuando la

política de la empresa es trabajar bajo conceptos simplistas, pragmáticos, donde no se permite la libre participación profesional, y cuando no se aplican cabalmente las normas técnicas, no se aplica ingeniería por creer ahorrar medios y recursos, a la larga la suma de los errores y baja calidad tendrán un mayor costo y el impacto será negativo.

1.3 ALCANCES.

Para la realización del presente estudio se presentan los siguientes alcances:

- Dentro de un marco olístico, el diagnóstico técnico de los problemas de calidad se abordarán mediante las herramientas de calidad clásicas y administrativas, desde los procesos productivos o de servicio, el soporte de maquinaria, el personal hasta la política de la empresa y la alta gerencia.
- Se establecerá un árbol de soluciones para cada problema agravante.
- Se profundizará en el análisis y síntesis de los procesos principales de la empresa, implantando el concepto de mejora continua.
- Se recomendará un Sistema de gestión de la calidad basado en los 08 principios de gestión de la calidad, sustento de la familia de Normas ISO 9000; que podría ser utilizado por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.
- Se recomendará la implantación por etapas de una gestión de mantenimiento para las máquinas, algunas de las cuales ya están cerca de cumplir su vida útil.

Dentro de las limitaciones podemos mencionar :

- Contamos de pocos datos y archivos documentados sobre producción y parte administrativa.
- Cuento con la experiencia de haber vivido todo el proceso de cambios desde su fundación hace 6 años continuos en la empresa, desde que fui practicante, supervisor hasta ingeniero de planta, pero sin contar con una oficina técnica organizada y documentada, salvo estos dos últimos años en la que se dotó de computadores y una oficina de cotizaciones, diseños y proyectos que falta su implementación completa.
- No se cuenta con indicadores de gestión, con documentos contables ni financieros a los cuales no se puede acceder por haber sido declarados de carácter confidencial.
- El Dueño-Gerente es el motor y eje principal de la organización, de él emanan todas las decisiones técnicas, económicas y financieras más importantes de la empresa, concentra casi toda la información y realiza todo el Marketing con mucho éxito, casi todos los clientes llegan gracias a su gestión. Es el ente innovador e “infalible” de las cuestiones técnicas, siendo su mayor bondad, el crear herramientas y dispositivos especiales a bajo costo, con un criterio simple y práctico para solucionar un determinado trabajo. Por ende no ha delegado funciones que permitan participación de sus subordinados.
- El sistema de sueldos y salarios se basa en la oferta y demanda de trabajo, estando muchas veces por debajo del promedio, creada por la abundancia de la mano de obra no calificada, resumida en una frase : “lo tomas o lo dejas”.
- El entorno donde se desenvuelve la empresa es el mercado de Chimbote, centro pesquero donde hay limitadas oportunidades de trabajo, solo durante la veda de pesca las maestranzas se ponen en actividad para reparar las embarcaciones, así como para los armadores de embarcaciones pesqueras que

dependen de los inversionistas y éstos de las ventas de la harina y conservas de pescado.

- Los servicios que brinda la empresa no solo es el sector pesca, donde la mayoría de talleres grandes y pequeños se dedican, muchas veces a precios bajos difíciles de competir, este mercado está colmado. Por ello los servicios se han diversificado hacia la Siderúrgica, transportes, minería, azucareras, centrales hidráulicas y otros.

1.4 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA Y DE MERCADO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.

Los puntos más importantes que justifican la implementación de un nuevo sistema de gestión de la calidad es, a saber :

- Se va presentando reducido margen de utilidades, por los factores de no calidad.
- Pérdida de utilidades por las fallas de producción, repetición de trabajos y pérdidas de material.
- No existe un programa de control de calidad efectiva, que pueda detectar a tiempo un error.
- No cumplimiento de plazos de entrega en la mayoría de los trabajos.
- Insatisfacción del cliente, surgen los reclamos y rechazos de los productos entregados. Se paga altos costos de no calidad.
- Pérdida del periodo de vida útil por fallas de las máquinas, no se cuenta con un plan de mantenimiento, en consecuencia pérdidas de producción y servicios tardíos.
- Al no existir una gestión efectiva desde la dirección, los responsables técnicos y los mandos medios no camina bien.

- Surge la pérdida del mercado, los clientes no vuelven, por lo que se reduce el margen de beneficio-costo, entonces se aceptan trabajos con presupuestos ajustados, para ganar la buena pro, de esta manera haciéndose dificultosa un manejo de materiales, el personal calificado, creándose fallas en las operaciones, alargándose los tiempos, etc.

CAPITULO II

2.0 ENFOQUE SISTÉMICO DE LA ORGANIZACIÓN

2.1. PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS DE CALIDAD

2.1.1. MARCO DE REFERENCIA:

Teoría de Sistemas.- Se ha definido el sistema como un todo unitario organizado, compuesto por dos o más partes, componentes o subsistemas interdependientes y delineados por los límites, identificables, de su ambiente

Necesidad de un modelo sistémico: El entorno en el cual operan las empresas es cada vez más complejo, dinámico y competitivo; con cambios muy rápidos en la tecnología, en la información, en los métodos y sistemas de trabajo, en los modelos de gestión y en las relaciones empresariales, etc, originados básicamente por la creciente internacionalización y globalización de los mercados y por la transición hacia economías de libre mercado, produciendo una serie de cambios en el escenario económico y empresarial.

En los últimos años , las empresas han tenido que enfrentarse a este entorno complejo, dinámico y competitivo, ya la mayoría de ellas no han sido capaces de hacerle frente. Son relativamente

conservadoras, todavía esperan que ocurra el cambio para adaptarse a él. No se percatan de que el cambio está encima de nosotros desde hace buen tiempo. Al respecto, Alvin Toffler, dice “El cambio cae como un alud sobre nuestras cabezas y la gente está grotescamente preparada para luchar contra él”. Sin embargo, todos los empresarios siempre están dispuestos a superar las dificultades que tiene sus empresas, pero una cosa es que lo manifiesten y otra, que se traduzcan en acciones coherentes (sinérgicas) y continuidades, hay cierta aversión al cambio. El comportamiento empresarial común es el de la improvisación frente a los cambios del entorno. Esta es la problemática de la gran mayoría de las empresas en el Perú, las cuales sufren la presión de un entorno muy dinámico, competitivo y de complejidad creciente y no puede dar respuesta adecuada, fundamentalmente, desde mi punto de vista, por una planeación estratégica deficiente.

¿Qué es enfoque de sistemas?: Es el estudio de las relaciones entre las partes de un ente integrado, abstracto o concreto, y de su comportamiento como un todo respecto a su entorno. El enfoque de sistemas consiste en analizar una organización de cualquier tipo con una visión de conjunto, incluyendo tanto los elementos que lo integran, como el entorno que se ubica. Esta forma de ver las cosas permite analizar sistemas complejos de manera objetiva y sistemática, sin ideas preconcebidas.

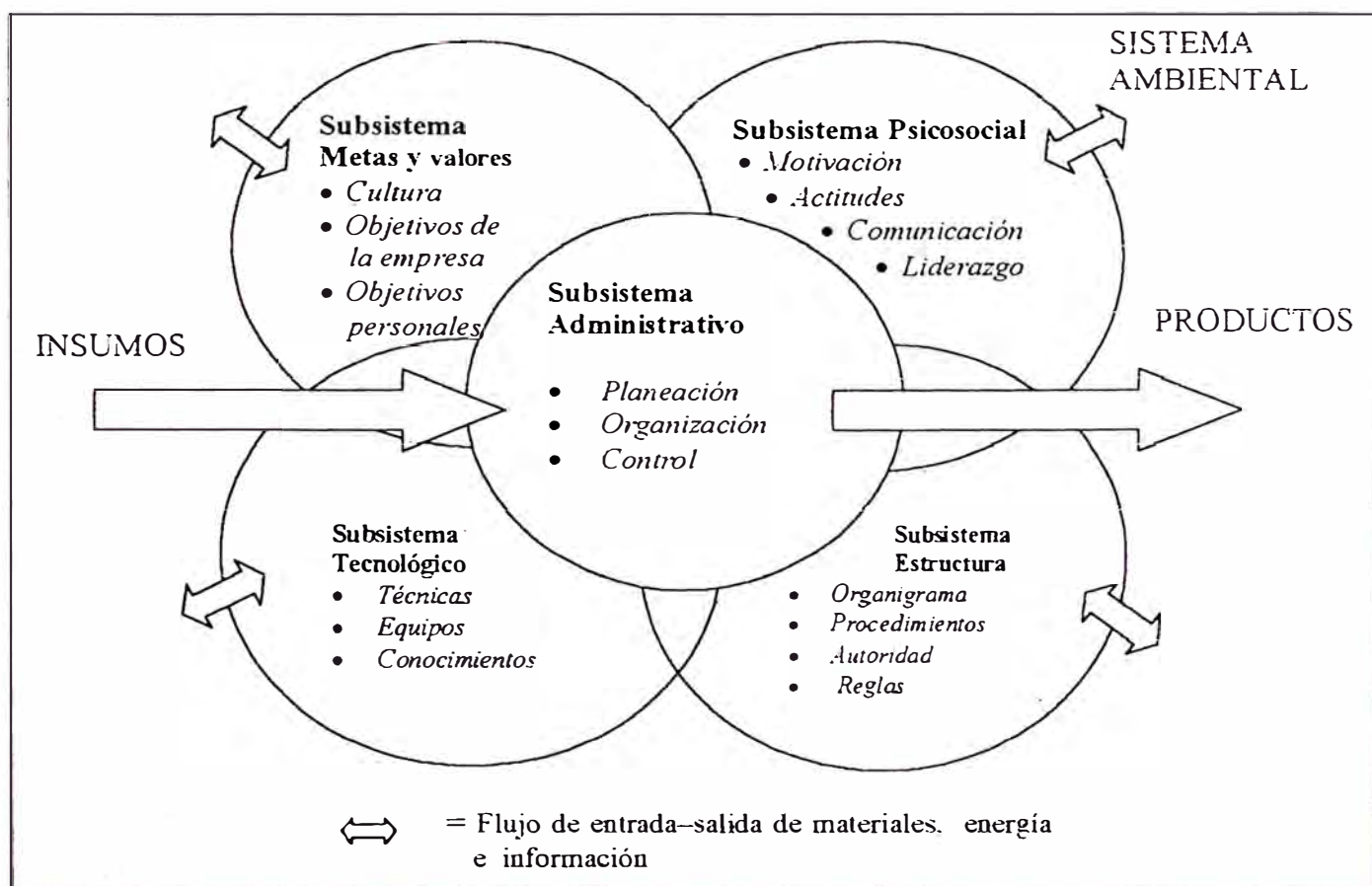
Principales ventajas de un sistema:

- Capacidad de integración de elementos aislados, los cuales canalizan o alcanzan objetivos comunes.

- Capacidad para coordinar esfuerzos y evitar duplicidades.
- Capacidad para satisfacer la programación y presupuestación de las actividades empresariales.
- Capacidad de evaluación acorde a los avances tecnológicos y la modernización del aparato productivo (cambio).
- Capacidad de aprovechamiento óptimo de recursos.
- Capacidad de planeación, dirección y control de procesos.

Enfoque de sistema integral sobre las organizaciones: Se considera a la organización como un sistema sociotécnico abierto compuesto de un cierto número de subsistemas, ver **figura 2.1:** Modelo Sistémico de las organizaciones.

FIGURA 2.1: Modelo Sistémico de Katz y Khan.



Dicho sistema recibe insumos de energía, información y materiales del medio, los transforma y los regresa en forma de productos. Desde este punto de vista una organización no es simplemente un sistema técnica o social. Más bien, es la estructuración e integración de las actividades humanas alrededor de distintas tecnologías. Las tecnologías afectan el tipo de insumos requeridos por la organización, la naturaleza de transformación y los productos obtenidos del sistema. Si embargo, el sistema social determina la efectividad y eficiencia de la utilización de a tecnología.

2.1.1. Marco Conceptual de la Calidad:

Calidad: Según definición de ISO 9000:2000 se define como el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos, siendo las características un rasgo diferenciador, un requisito es una necesidad o expectativa generalmente implícita u obligatoria. Si aplicamos este concepto a una Empresa diríamos que lo que distingue a una de otra es su prestigio o imagen, la capacidad de sus directivos, la habilidad de su personal, el grado de satisfacción que brinda a sus clientes con los productos que ofrece, el precio de sus productos, la cultura de su organización, el grado de compromiso con su comunidad, el nivel de formalidad en sus sistemas de trabajo, etc.

Satisfacción del cliente: Según definición de ISO 9000: 2000 es la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos. Las quejas de los clientes son un indicador habitual de una baja satisfacción del cliente, pero la ausencia de las mismas no

implica necesariamente una elevada satisfacción del cliente. Los clientes necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas que se expresan en la especificación del producto y denominadas como requisitos del cliente.

Calidad de un producto: Este se define como el conjunto de propiedades y características que le confiere su aptitud o capacidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas.

Calidad Total: La constante evolución de las necesidades y expectativas de los clientes, aunada a la evolución de la tecnología ha conducido tanto a quienes se desenvuelven en el mundo académico a los hombres de empresa a pensar en un concepto de calidad orientado hacia la satisfacción plena del cliente y a cubrir las aspiraciones de la propia empresa y de sus integrantes. En base a esta premisa se desarrolla el enfoque de calidad total, cuya definición adecuada para el presente informe sería la siguiente: “La calidad Total es la adaptación permanente de los productos a las necesidades explícitas o implícitas de los clientes externos e internos mediante el control de todas las actividades de la empresa”.

2.1.3. Marco Conceptual de Cultura organizacional:

Desde este punto de vista, las organizaciones son “sistemas de personas que mediante una estructura de operación, y utilizando métodos de trabajo y servicio claramente definidos, se orientan al cumplimiento de una misión que involucra la creación de valor para sus grupos de interés e influencia (accionistas, clientes, empleados,

sociedad, etc.).” Toda organización, ya sean escuelas, hospitales, tiendas de autoservicio, plantas industriales, etc., tiene su propia cultura que ha sido desarrollada a través del tiempo. Según Abarbanel (1992) la cultura organizacional es “un sistema de símbolos compartidos y dotados de sentido que surgen de la historia y gestión de la compañía, de su contexto sociocultural y de sus factores contingentes (tecnología, tipo de industria, etc.). Estos importantes símbolos se expresan en mitos, ideología y principios que se traducen en numerosos fenómenos culturales tales como ritos, ceremonias, hábitos, glosarios, léxico, metáforas, lemas, cuentos, leyendas, arquitectura, emblemas, etc.

2.1.4. Herramientas de calidad:

Técnicas de Mejoramiento de procesos sencillos:

Las herramientas básicas.

CUADRO 2.2

HERRAMIENTA	USO PRINCIPAL
1.- Tormenta de ideas.	Generar ideas para identificar problemas y proponer soluciones.
2.- Hoja de Recopilación de Datos: Hoja de Inspección /Verificación(o Check List)	Fácil obtención de datos sobre problemas de calidad.
3.- Histogramas.	Conocer la forma de distribución de la características de calidad de estudio. o el comportamiento de cierta variable en el operación de proceso.
4.- Diagrama de Flujo	Examinar los procesos.
5.- Diagrama de Pareto	Reducir el área total de problemas e identificar los vitales y priorizar su

6.- Diagrama de Causa – Efecto	atención. Identificar, relacionar y seleccionar las causas de los problemas o factores que afectan a cierto objetivo o característica de calidad.
7.- Diagrama de Dispersión	Confirmar o verificar efectos de las causas seleccionadas.
8.- Gráficos de Control.	Conocer los cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando los estándares, para identificar situaciones anormales.

Técnicas de mejoramiento de procesos complejos:

Las 7 herramientas nuevas:

CUADRO 2.3

HERRAMIENTA	USO PRINCIPAL
1.- Diagrama de afinidad.	Ayuda a clarificar y localizar problemas no resueltos.
2.- Diagrama de relaciones.	Ayuda a percibir relación lógica entre problemas encadenados como causa y efecto, simbolizadas por flechas.
3.- Diagrama de árbol.	Despliega los medios necesarios para lograr metas y objetivos específicos, clarifica esencia del problema.
4.- Diagramas matriciales	Clarifica situaciones problemáticas con uso del pensamiento multidimensional
5.- Matriz análisis de datos.	Ordena datos presentados en un diagrama matricial, la información numérica es visualizada y entendible.
6.- Gráfica de programación.	Permite determinar que procedimientos a seguir y obtener resultados esperados.

7.- Diagrama de flechas.	Programar actividades necesarias para cumplimientos de tareas complejas.
--------------------------	--

2.2 ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LOS FACTORES DE INCOMPETITIVIDAD.

2.2.1 TORMENTA DE IDEAS.

Los principales factores que determinan la in competitividad de nuestra empresa se muestran en el CUADRO 2.4, según el enfoque de sistemas, son todos aquellos conceptos, ideas, pensamientos, perspectivas, y opiniones que dentro de la empresa pude recoger a lo largo de los últimos años de mi permanencia en ICOM de los trabajadores y colegas. Se presentan tabulado sin ningún orden, luego se clasificarán en grupos afines, las mismas que pueden ser tratados bajo la perspectiva de la calidad.

CUADRO N° 2.4

N°	TORMENTA DE IDEAS
01	Mal trato del Dueño-Gerente.
02	Insatisfacción del personal por bajas renumeraciones. No pagan completo sobre tiempos.
03	Rechazos de productos terminados.
04	Rechazos de servicios prestados.
05	Precios por encima del mercado.
06	Falta más orden y limpieza.
07	No se cumplen plazos de entrega.
08	Se repiten los trabajos por fallas de fabricación
09	No llegan a tiempo los materiales solicitados por producción.
10	No hay control de calidad en los procesos.
11	Falta más capacitación del personal técnico.
12	Falta más participación profesional.
13	Falta gerencia con más eficacia.

14	Falta mayor labor de Marketing.
15	Falta plan para renovar equipos y máquinas obsoletos y fuera de servicio.
16	Falta implantar una gestión de Mantenimiento básico para la planta .
17	Falta reducir las paradas de máquinas por fallas.
18	La organización no está orientada a la plena satisfacción del cliente.
19	La Gerencia utiliza como política de métodos la amenazas de despido, descuentos, insultos, fustigación, opresión estresante.
20	Aplicación de una política de contratación de terceros como solución a cumplir los plazos sin una calificación adecuada(oferta y demanda)
21	No hay calificación de soldadores y procedimientos de soldadura.
22	Hay pocas reuniones entre directivos y subordinados, salvo para responsabilizar por fallas mediante amenazas y descuentos.
23	Hubo pocos intentos de cambiar la cultura de la organización con charlas de calidad, de capacitación, de "camaradería", las cuales tuvieron poca aceptación y respuesta de los trabajadores.
24	Falta más apoyo en la implementación de la oficina técnica para los ingenieros.
25	No hay una política clara de la empresa respecto a las decisiones técnicas por ingerencia del Dueño- Gerente.
26	Los costos de fabricación tienden a incrementarse
27	No hay confiabilidad y disponibilidad plena de los equipos
28	Falta mas seguridad en el trabajo
29	Los clientes se quejan por incumplimiento del plazo.
30	Algunos clientes se quejaron por mala atención.
31	Los clientes internos se quejan por demora de los pedidos de materiales y accesorios.
32	Los precios son altos, los Clientes se van.
33	Pérdida de credibilidad de la empresa.
34	No hay organización efectiva en la Administración.

2.2.2 DIAGRAMAS DE AFINIDAD.

En síntesis, los problemas de competitividad se pueden agrupar en 5 Grupos, según afinidades para su posterior tratamiento mediante La herramienta **MATRIZ DE PRIORIDADES**, a saber:

CUADRO N° 2.5 .- De la Responsabilidad Gerencial

A1	Falta gerencia con mayor eficacia.
A2	Falta mayor labor de Marketing.
A3	Falta renovar máquinas y equipos fuera de servicio y obsoletos.
A4	Falta implantar Gestión de mantenimiento.

A5	Se debe orientar la organización para satisfacción del cliente.
A6	Falta fomentar más reuniones entre directivos y subordinados para plantear objetivos y metas.
A7	Continuar las charlas de capacitación técnica y humanística.
A8	Falta más decisión para implementar oficina técnica para ingeniería.

CUADRO N° 2.6.- De la Política empresarial.

B1	Mal trato de los dueños a los trabajadores.
B2	Insatisfacción del personal por bajas renumeraciones.
B3	Rechazos por los servicios prestados.
B4	Revisar la política de métodos: amenazas, descuentos, despidos, insultos, etc.
B5	Ordenar la política de contratación de terceros como una solución a cumplir los plazos.
B6	No hay una política clara de funciones, hay mucha ingerencia del dueño gerente.
B7	Falta mayor seguridad industrial en el trabajo.

CUADRO N° 2.7 .- Del impacto en el mercado.

C1	Rechazos de productos terminados por fallas de fabricación
C2	Los precios son altos, los clientes se van.
C3	Los clientes se quejan por plazos incumplidos.
C4	Algunos clientes se quejan por mala atención.
C5	Perdida de credibilidad de la empresa.

CUADRO N° 2.8 .- De la organización administrativa.

D1	Precios altos por encima del mercado.
D2	Se repiten los trabajos por fallas de fabricación.
D3	No llegan a tiempo los materiales pedidos.
D4	Los clientes internos se quejan por falta de repuestos para las máquinas y equipos.
D5	No hay un ordenamiento claro en la administración.

CUADRO N° 2.9 .- De la responsabilidad de ingeniería.

E1	No hay confiabilidad plena de los equipos y máquinas.
E2	Falta mayor orden y limpieza en la Planta.
E3	No se cumplen los plazos de entrega.
E4	No hay control de calidad en todos los procesos.
E5	Falta capacitación técnica del personal laboral.
E6	No hay calificación de soldadores y procedimientos.
E7	Los costos de fabricación tienden a incrementarse.
E8	Falta mayor participación profesional de ingeniería.

2.3 SELECCIÓN DE PROBLEMAS DE CALIDAD A SOLUCIONAR.

2.3.1 MATRIZ DE PRIORIDADES POR GRUPO.

En base a lo anterior plantearemos la selección de aquellos aspectos que puedan ser tratados bajo la perspectiva de la calidad, mediante la aplicación de *matriz de prioridades en cada grupo*, indicando cada problema por su código de grupo, veamos:

CUADRO N° 2.10 .- Matriz de Prioridades A: Responsabilidad Empresarial

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	TOTAL
A1	1	2/1	3/1	2/1	3/1	2/1	2/1	4/3	16.33
A2	1/2	1	1/3	3/2	2/3	3/1	3/1	3/4	10.74
A3	1/3	3/1	1	3/2	2/1	4/3	3/2	4/3	11.99
A4	1/2	2/3	2/3	1	1/2	2/3	2/1	2/3	6.64
A5	1/3	3/2	1/2	2/1	1	3/2	3/2	1/4	8.55
A6	1/2	1/3	3/4	3/2	2/3	1	2/1	1/3	7.07
A7	1/2	1/3	2/3	1/2	2/3	1/2	1	1/3	4.48
A8	3/4	4/3	3/4	3/2	4/1	3/1	3/1	1	15.33

CUADRO N° 2.11 .- Matriz de Prioridades B: Política empresarial.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	TOTAL
B1	1	4/3	2/3	4/3	3/2	3/4	1/2	7.07
B2	3/4	1	2/4	3/2	3/1	2/3	3/2	8.91
B3	3/2	1/2	1	3/2	2/1	3/2	2/1	11.50
B4	3/4	2/3	2/3	1	2/1	1/3	3/1	8.40
B5	2/3	1/3	1/2	1/2	1	1/3	2/1	5.32
B6	4/3	3/2	2/3	3/1	3/1	1	3/1	13.49
B7	2/1	2/3	1/2	1/3	1/2	1/3	1	5.32

CUADRO N° 2.12 .- Matriz de Prioridades C: Impacto en el mercado.

	C1	CA2	C3	C4	C5	TOTAL
C1	1	3/1	3/2	4/1	3/2	11.00
C2	1/3	1	2/3	3/1	4/3	6.32
C3	2/3	1/2	1	3/1	4/3	7.49
C4	1/4	1/3	1/3	1	1/3	2.24
C5	2/3	3/4	3/4	3/1	1	6.16

CUADRO N° 2.13 .- Matriz de Prioridades D: Organización administrativa.

	D1	D2	D3	D4	D5	TOTAL
D1	1	2/3	2/4	2/4	1/2	2.66
D2	3/2	1	3/2	4/3	2/3	5.15
D3	4/2	1/3	1	3/2	2/3	5.82
D4	4/2	3/4	2/3	1	3/4	7.26
D5	2/1	3/2	3/2	4/3	1	7.33

CUADRO N° 2.14 .- Matriz de Prioridades E: Responsabilidad de ingeniería.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	TOTAL
E1	1	4/2	2/3	3/2	2/3	3/2	3/2	2/3	9.48
E2	1/4	1	2/3	2/4	2/3	1/3	1/3	1/2	4.23
E3	3/2	3/2	1	4/2	3/2	3/2	3/2	2/3	12.00
E4	2/3	4/2	2/4	1	3/2	2/3	3/2	4/3	9.15
E5	3/2	3/2	2/3	2/3	1	4/3	2/3	2/3	7.97
E6	2/3	3/1	2/3	3/2	3/4	1	4/3	2/3	9.56
E7	2/3	3/1	2/3	2/3	3/2	2/4	1	2/3	8.64
E8	3/2	2/1	2/3	3/4	3/2	3/2	3/2	1	10.91

Se seleccionará los problemas con mayores puntajes de todos los grupos y se llevará a un análisis sistémico, mediante una MATRIZ DE PRIORIDADES, como se muestra en el CUADRO N° 2.15.

2.3.2 Matriz de prioridades conjunto.

Se denomina así, porque involucra en una sola matriz, el resultado de otras sub-matrices en este caso las matrices de prioridades 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, y 2.14 respectivamente. De éstas matrices referidas se han obtenido los factores de in competitividad que mayores puntajes han obtenido en el análisis y de ésta manera poder comparar dichos factores en una matriz conjunta, de quien se obtendrá los factores mas representativos que es motivo del presente capítulo.

CUADRO N° 2.15 .- MATRIZ DE PRIORIDADES CONJUNTO

	A1	A3	A8	B2	B3	B6	C3	D4	D5	E6	E8	TOTAL
A1	1	3/1	3/2	2/3	1/3	2/3	2/5	1/2	2/5	1/4	3/5	9.32
A3	1/3	1	3/2	3/2	1/4	1/4	1/5	3/4	2/1	4/5	1/3	8.92
A8	2/3	2/3	1	2/1	3/4	5/4	1/3	3/2	3/4	3/4	2/3	10.33
B2	3/2	2/3	1/2	1	1/5	3/2	1/5	3/2	2/1	2/3	1/5	9.93
B3	3/1	4/1	4/3	5/1	1	2/1	4/5	3/1	2/1	5/4	4/5	24.18
B6	3/2	4/1	4/5	2/3	1/2	1	1/2	4/1	4/5	3/4	5/4	15.77
C3	5/2	5/1	3/1	5/1	5/4	2/1	1	2/1	5/3	2	5/3	27.08
D4	2/1	4/3	2/3	2/3	1/3	1/4	1/2	1	3/4	5/4	3/2	10.25
D5	5/2	1/2	4/3	1/2	1/2	5/4	3/5	4/3	1	5/4	2/5	11.17
E6	4/1	5/4	4/3	3/2	4/5	4/3	1/2	4/5	4/5	1	4/5	14.12
E8	5/3	3/1	3/2	5/1	5/4	4/5	3/5	2/3	5/2	5/4	1	19.23

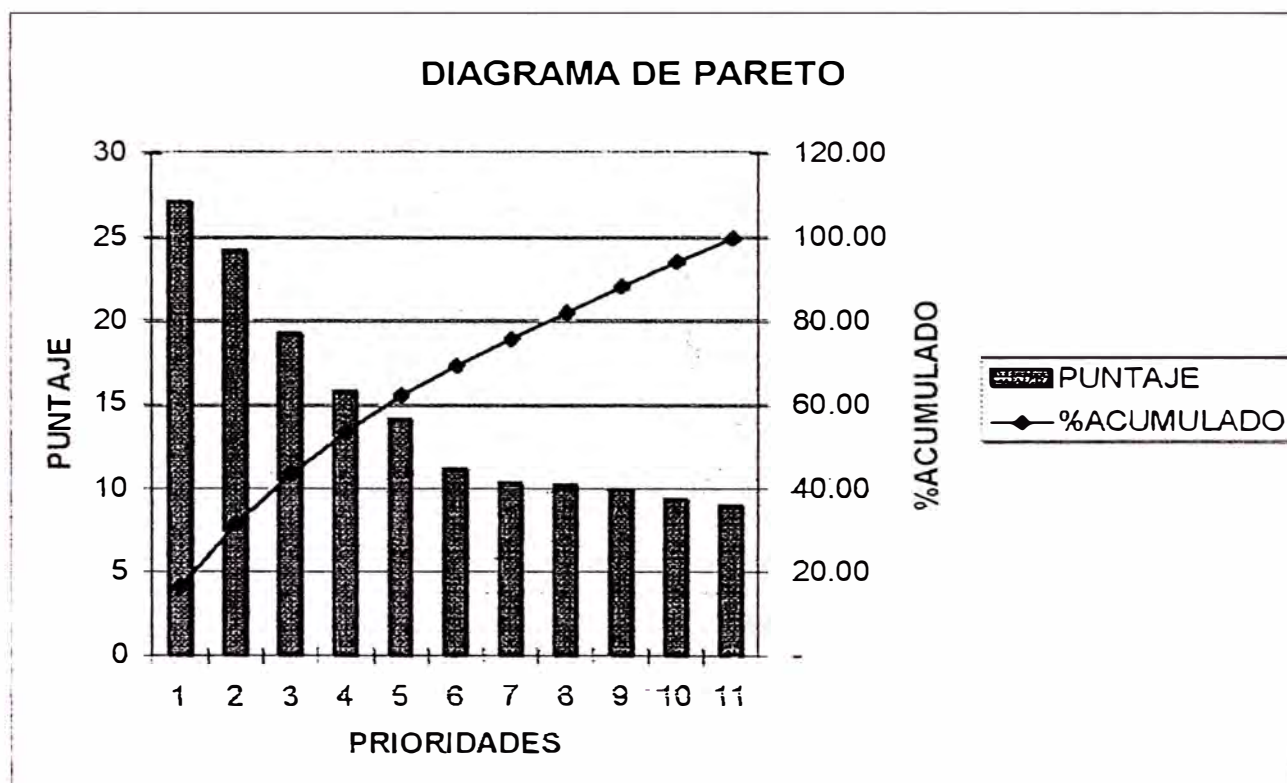
Del **CUADRO N° 2.15**, se deduce el orden de las prioridades por resolver y éstas mismas se presentan en el **CUADRO N° 2.16**,

CODIGO	ORD EN	DESCRIPCION	PUNTAJE	ACUM	% C/U	% ACUM
C3	1	los plazos no se cumplen	27.08	27.08	16.89	16.89
B3	2	Rechazos de productos y servicios	24.18	51.26	15.08	31.97
E8	3	Poca participación de ingeniería	19.23	70.49	11.99	43.96
B6	4	Mucha ingerencia del dueño y maltrato a los trabajadores.	15.77	86.26	9.83	53.79
E6	5	Falta calificación de soldadores y operadores	14.12	100.38	8.81	62.60
D5	6	No hay ordenamiento administrativo	11.17	111.55	6.97	69.56
A8	7	Falta implementar oficina técnica	10.33	131.81	6.44	76.00
D4	8	Falta accesorios y repuestos para máquinas y equipos.	10.25	132.13	6.39	82.40
B2	9	Inconformidad por bajos sueldos	9.93	121.48	6.19	88.59
A1	10	Falta gerenciar con transparencia	9.32	151.38	5.81	94.40
A3	11	Falta renovar máquinas y equipos	8.98	160.36	5.60	100.00

CUADRO N° 2.16 .- Orden de prioridades

2.3.3 DIAGRAMA DE PARETO : Selección de problemas.

FIGURA 2.2



INTERPRETACION DEL DIAGRAMA DE PERETO

Del Diagrama de Pareto se deduce que el 76.00 % de los problemas de calidad de ICOM son generados en su mayoría por solo 7 factores de in competitividad, los cuales son los más representativos para la empresa y se presentan en orden de prioridad, siendo el primero (16.81%), el más representativo, a saber:

- (1) Los plazos de entrega de productos y servicios no se cumplen.
- (2) Rechazo de productos y servicios por el cliente.
- (3) Poca participación de ingeniería.

- (4) Mucha ingerencia del dueño y maltrato a los trabajadores.
- (5) Falta calificación de soldadores y operadores de máquinas.
- (6) No hay ordenamiento administrativo efectivo.

Si los esfuerzos de toda la organización van encausados en resolver éstos problemas y reducir eficazmente el nivel de insatisfacción del Cliente, entonces será necesario emprender proyectos relacionados con la reducción y eliminación de éstos defectos más importantes, que equivale a dar un gran paso en la nueva cultura de calidad de toda la organización. Para los fines del presente informe será suficiente tomar (6) problemas más representativos para su análisis y formular sus soluciones.

2.4 INVESTIGACION SISTEMICA DE LAS CAUSAS

2.4.1 DIAGRAMAS DE CAUSA EFECTO DE LOS PROBLEMAS.

En esta sección se presentará los análisis de CAUSA-EFECTO para el tratamiento de los 06 factores de in competitividad más representativos de la empresa (Ver Figuras del 2.3 al 2.8). De estos diagramas se pueden inferir con amplitud las causas raíz de los problemas, y posteriormente ser analizadas en el siguiente acápite para la formulación de propuestas de solución más adecuadas.

PROBLEMA N° 1: LOS PLAZOS DE ENTREGA NO SE CUMPLEN

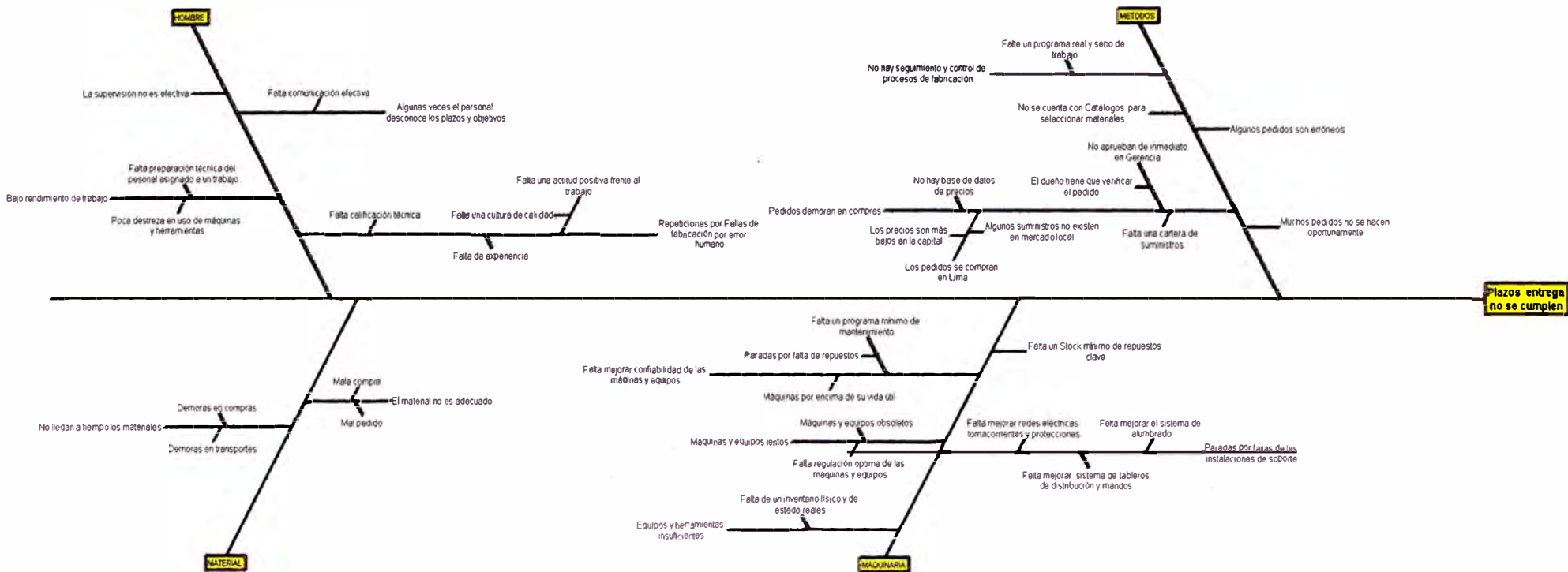


FIGURA 2.4: RECHAZOS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

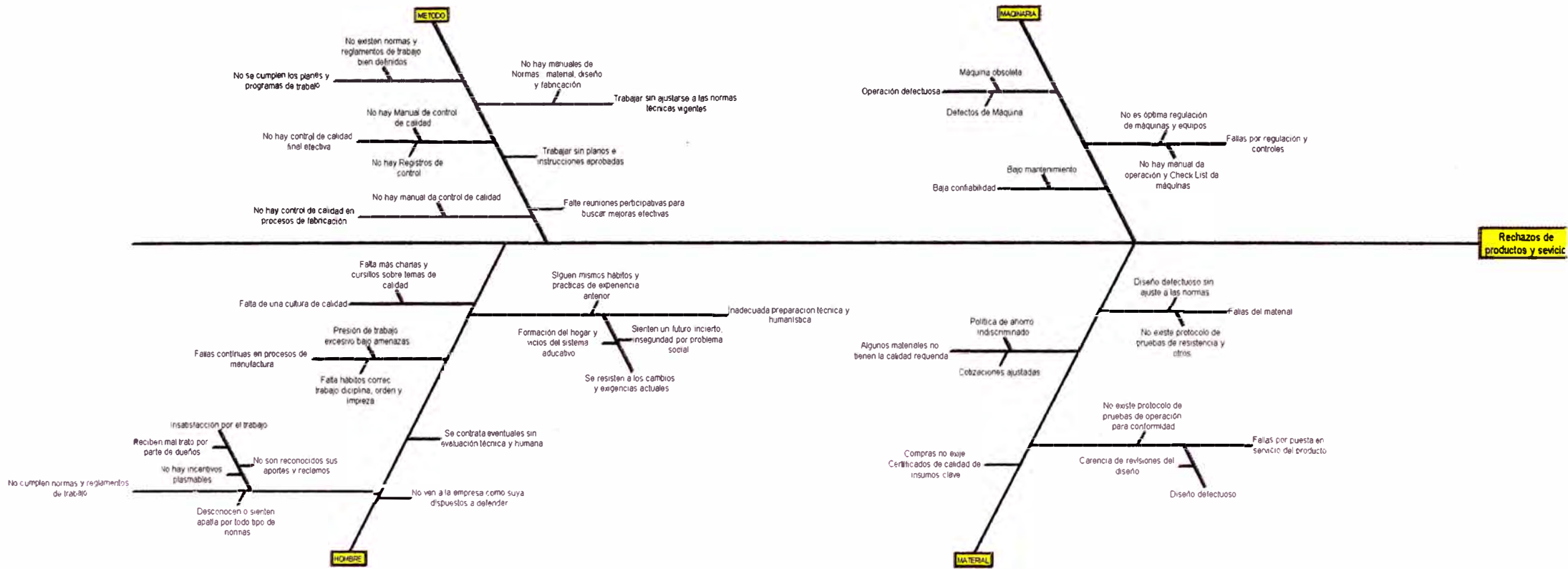


FIGURA 2.5: POCA PARTICIPACION DE INGENIERIA

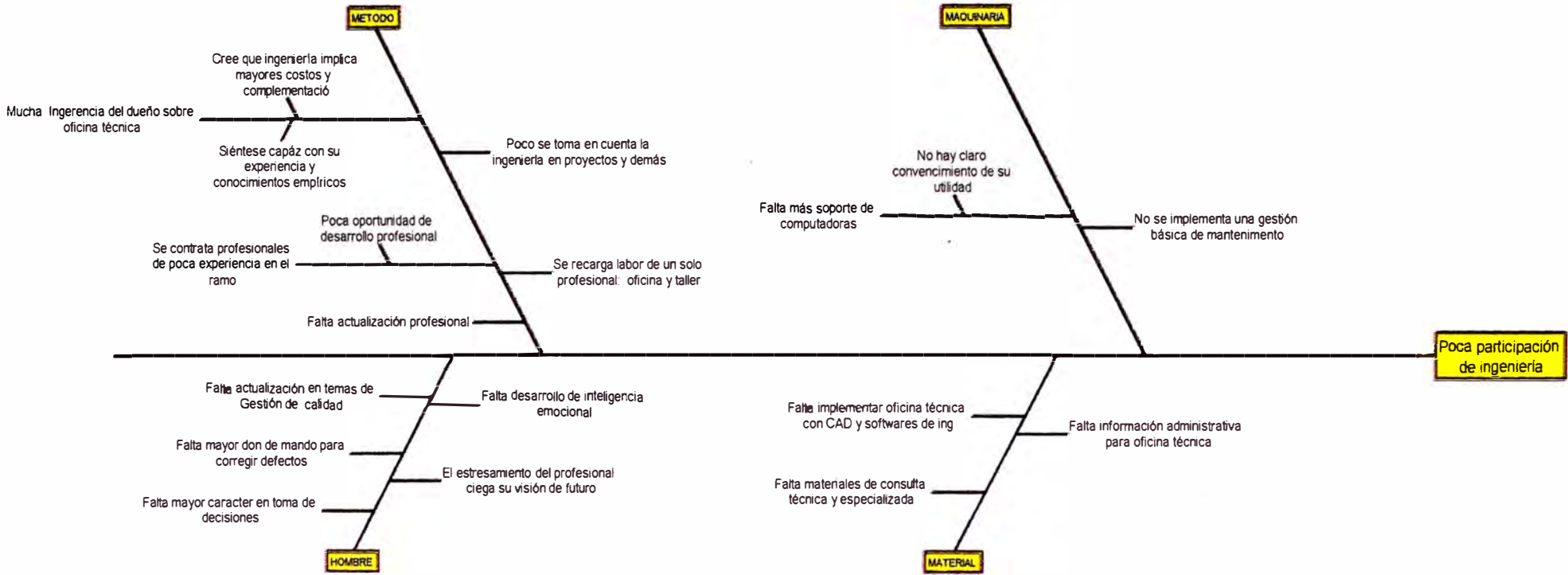


FIGURA 2.6: MUCHA INGERENCIA DEL DUEÑO EN DECISIONES TECNIC

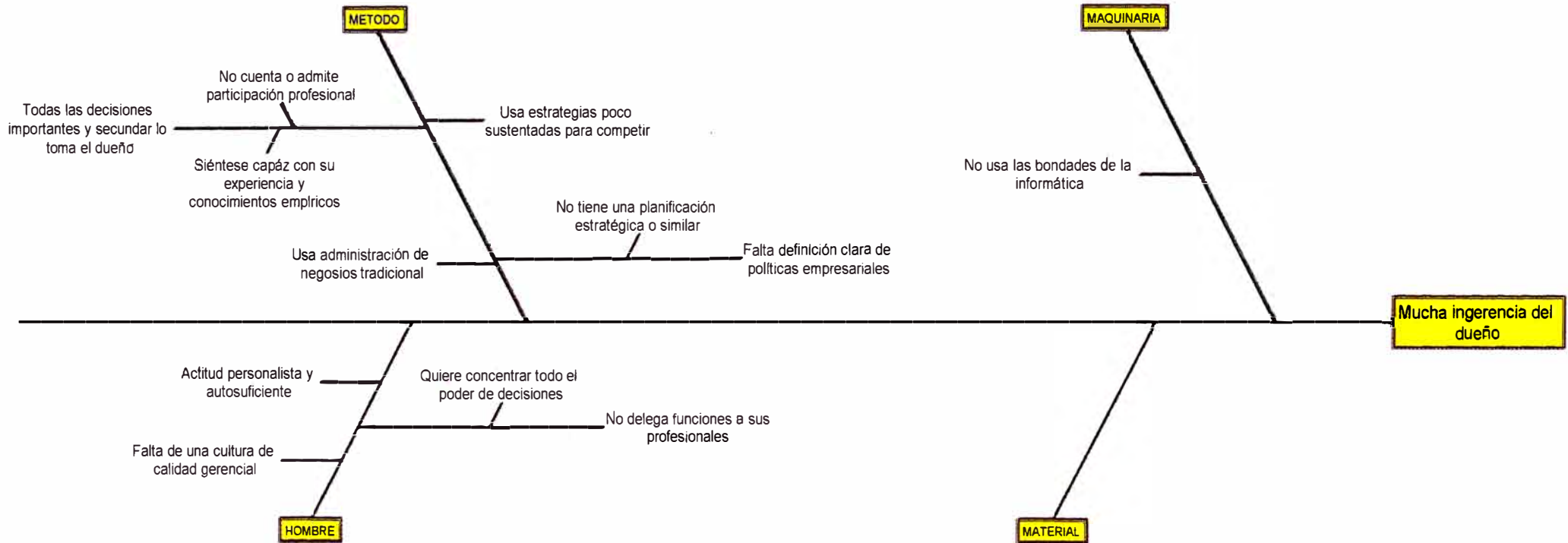


FIGURA 2.7:FALLAS POR No CALIFICACION SOLDADORES Y OPERA

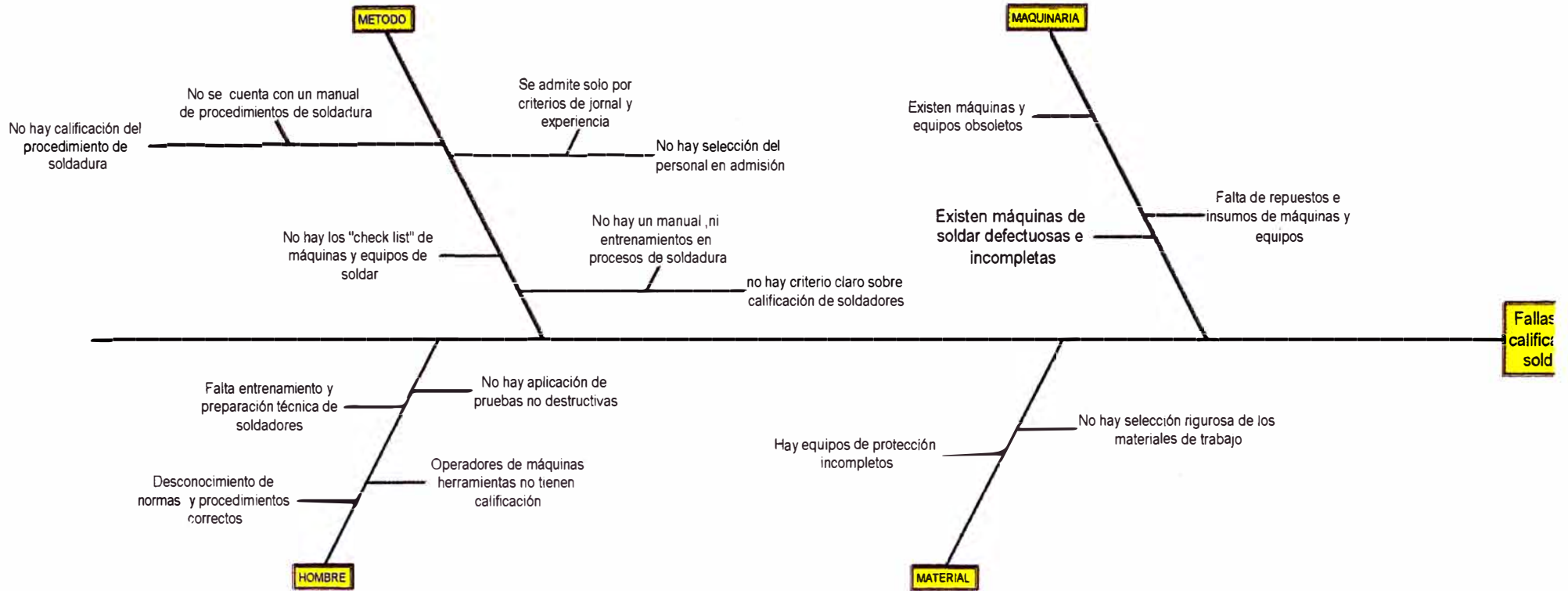
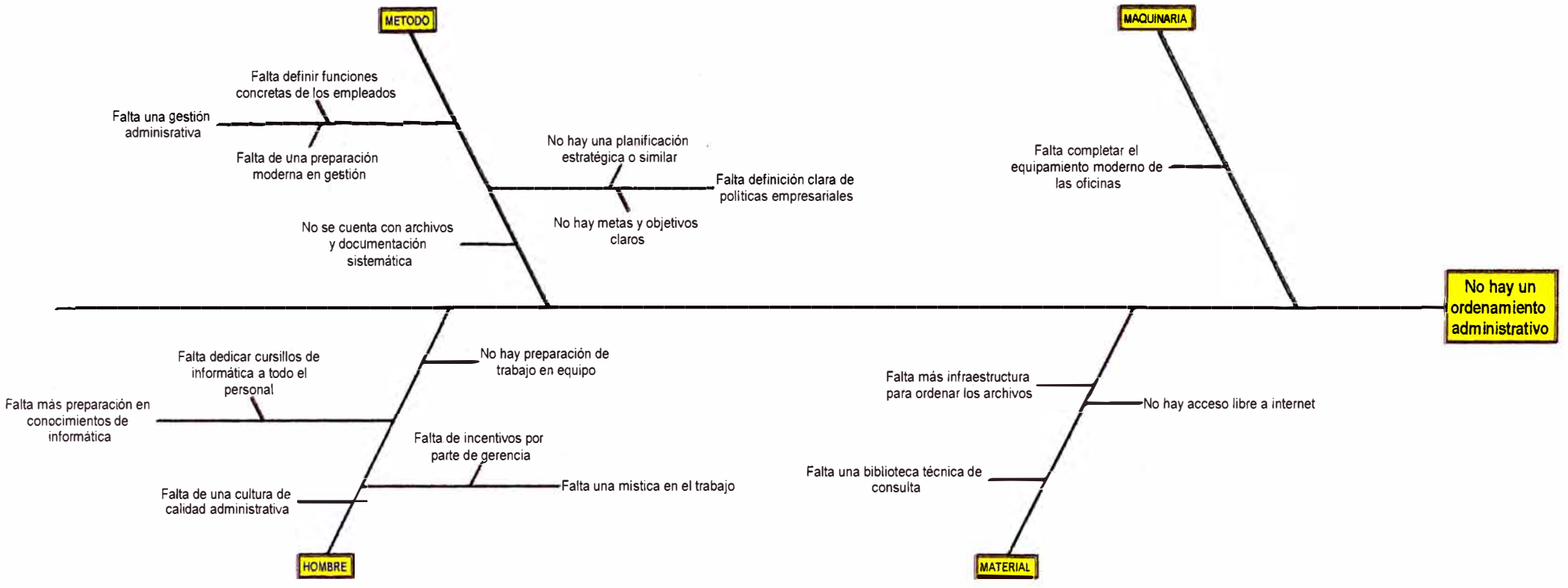


FIGURA 2.8:NO HAY UN ORDENAMIENTO ADMINISTRATIVO



2.4.2 ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE CAUSAS RAÍZ DEL PROBLEMA.

A continuación se presentarán los cuadros en cuyo contenido se detallan las causas raíz crítico por cada problema (Ver los Cuadros del 2.17 al 2.22), que están en orden de mayor a menor peso, afectando la competitividad de la empresa. El orden correlativo de estas causas raíz indicarán el orden de prioridad para su tratamiento y el planteamiento de soluciones o su desarrollo en capítulos posteriores.

CUADRO 2.17 Plazos de entrega no se cumplen.

1. No existe programa real y serio de trabajo
2. El dueño gerente tiene que verificar los pedidos
3. La supervisión no es efectiva.
4. Falta preparación técnica del personal.
5. Falta programa de mantenimiento de máquinas y equipos.
6. Falta stock mínimo de repuestos claves.
7. Hay Máquinas en operación que son obsoletas.
8. No es optima la regulación de condiciones de operación de las máquinas y equipos.
9. Mala selección y mala compra de los materiales.
10. No hay base de datos de precios, ni de proveedores.
11. Falta experiencia y destreza del trabajador.
12. No hay trabajo en equipo y poca colaboración entre si.
13. No se cuenta con catálogos completos de materiales.

CUADRO 2.18 Rechazos de productos y servicios

1. No hay un manual control de calidad en procesos de fabricación.
2. No hay calificación adecuada de procedimientos de fabricación
3. No hay registros de controles de calidad
4. Muchas veces se trabaja sin planos o esquemas ni especificaciones
5. No hay normas y reglamentos de trabajo.
6. Política de ahorro indiscriminado
7. Se gana cotizaciones ajustadas
8. Se contrata mano de obra barata, sin experiencia.
9. Falta de una cultura de calidad en los trabajadores.
10. Falta más charlas y cursillos sobre temas de calidad
11. Trabajos terciarizados sin evaluación ni condiciones de calidad.
12. No hay manuales de operación ni check list de instrucciones
13. Presión de trabajo contra bajas remuneraciones.
14. Máquinas obsoletas.
15. No se exige certificado de calidad a proveedores
16. No hay un manual control de calidad en procesos de fabricación.

CUADRO 2.19 Poca participación de ingeniería en

1. Mucha ingerencia del dueño en la oficina técnica.
2. Poca oportunidad de desarrollo profesional
3. Se deja de lado la ingeniería en todos los proyectos y trabajos.
4. Falta implementar oficina técnica.
5. Falta actualización en temas de calidad.
6. Falta soporte de computadoras y Software de ingeniería.
7. Falta desarrollo de inteligencia emocional .
8. No se implementa gestión básica de mantenimiento.

CUADRO 2.20 Mucha ingerencia del Dueño

1. No tiene planificación estratégica
2. Concentra todo el poder de decisiones
3. Administración de negocios tradicionalista.
4. El dueño gerente no confía toma de decisiones a oficina técnica
5. Uso de estrategias poco sustentadas para ganar licitaciones y órdenes de trabajo.
6. Tiene una actitud personalista y autosuficiente.
7. Falta de una cultura de calidad gerencial.
8. No usa las bondades de la informática.
9. No usa técnicas modernas de marketing y planeamiento estratégico.
10. Confía mucho que tercializando los trabajos y compromisos se resuelve todo y obtendrá mayores utilidades.

CUADRO 2.21 Fallas por no calificación de soldadores y operadores.

1. La selección del personal considera solo jornal y experiencia
2. No se cuenta con Manual de procedimientos de soldadura.
3. No hay manual de procesos de soldadura
4. No hay aplicación de pruebas no destructivas
5. Las máquinas y equipos no tienen un check list.
6. No hay selección de material según normas.
7. Falta de experiencia y preparación técnica especializada.
8. Equipos incompletos y/o obsoletos.
9. No hay equipos de protección completos.

CUADRO 2.22 No hay ordenamiento administrativo

1. Falta de conocimientos de gestión administrativa moderna de los responsables.
2. No hay archivos ni documentación sistemática.
3. No hay trabajo administrativo en equipo.
4. Falta definir funciones concretas de los empleados
5. Falta un equipamiento de oficina administrativa adecuada.
6. No hay incentivos gerenciales para los empleados
7. No hay acceso libre a INTERNET.
8. Falta una biblioteca técnica de consulta.

2.5 PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

A continuación se plantearán las soluciones a las causas raíz más agravantes en un Diagrama de Árbol por cada problema (Ver las Figuras del 2.9 al 2.14) y mediante el uso de herramientas de la calidad se

determinarán los bloques de afinidad, las mismas que se desarrollarán en los Capítulos subsiguientes.

FIGURA 2.9 : CUMPLIR PLAZOS DE ENTREGA

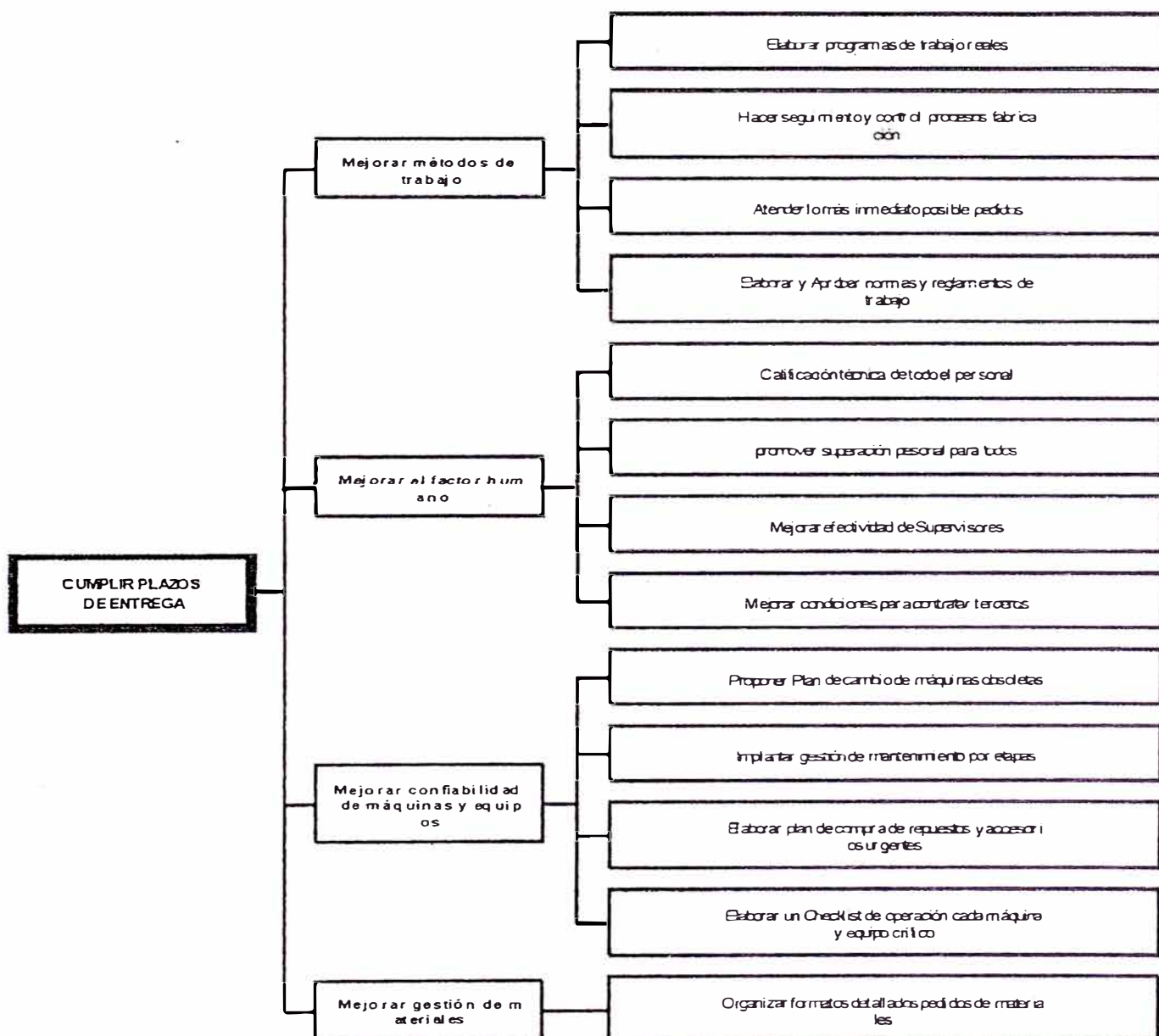


FIGURA 2.10 : MEJORAR ACEPTACIÓN DE PRODUCTOS

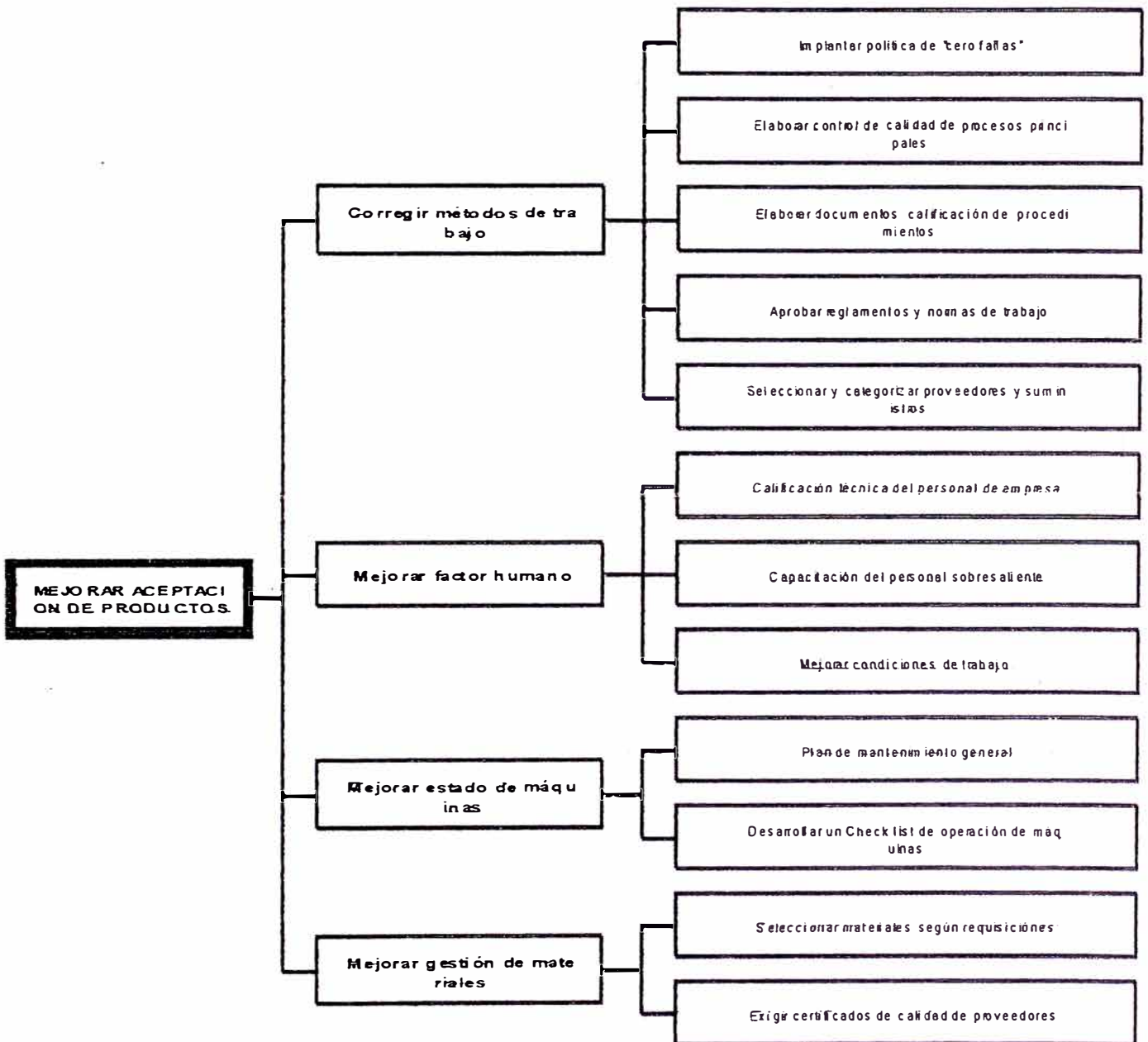


FIGURA 2.11: MAS PARTICIPACION DE INGENIERIA

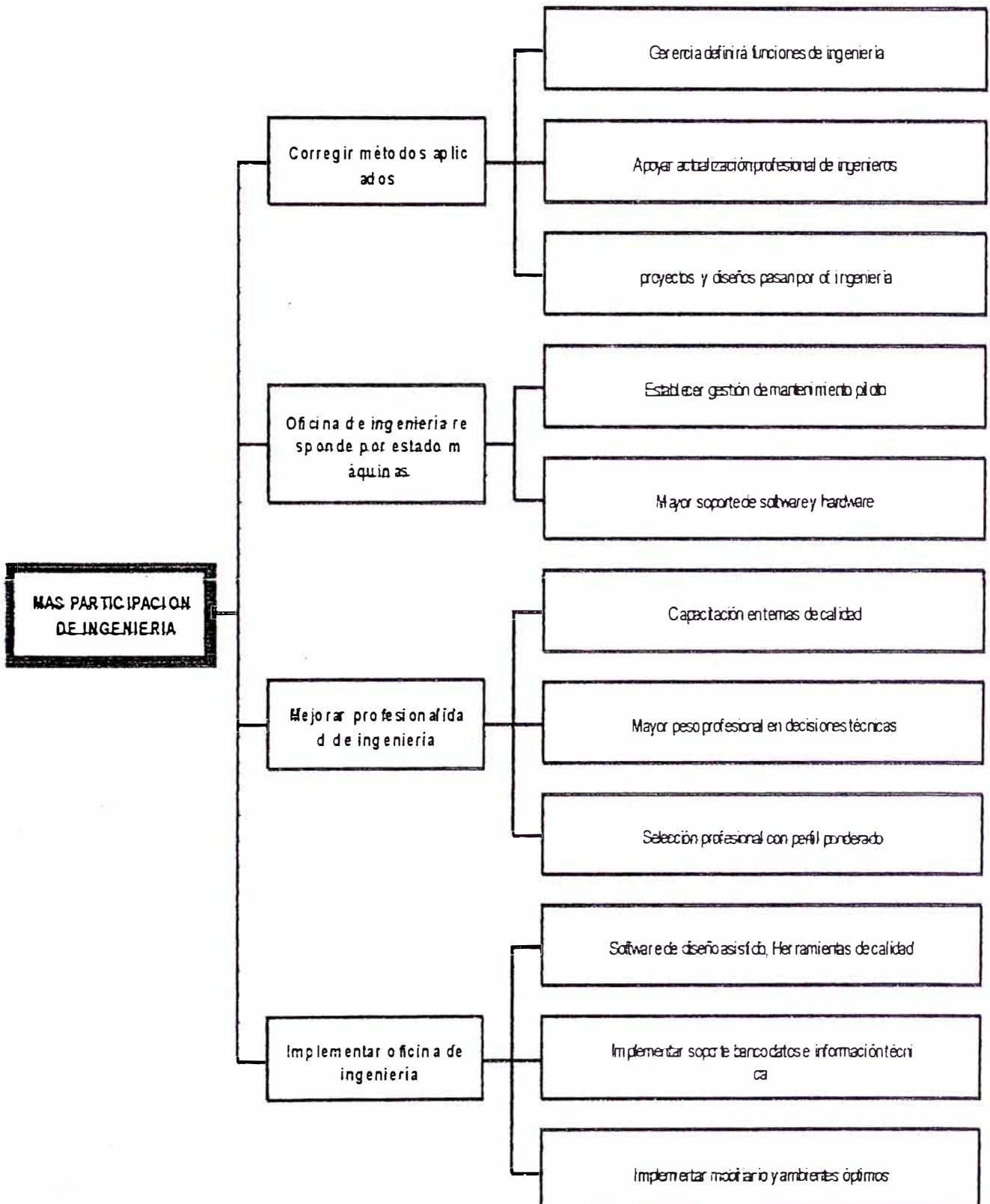


FIGURA 2.12: MEJORAR PARTICIPACION DEL DUEÑO

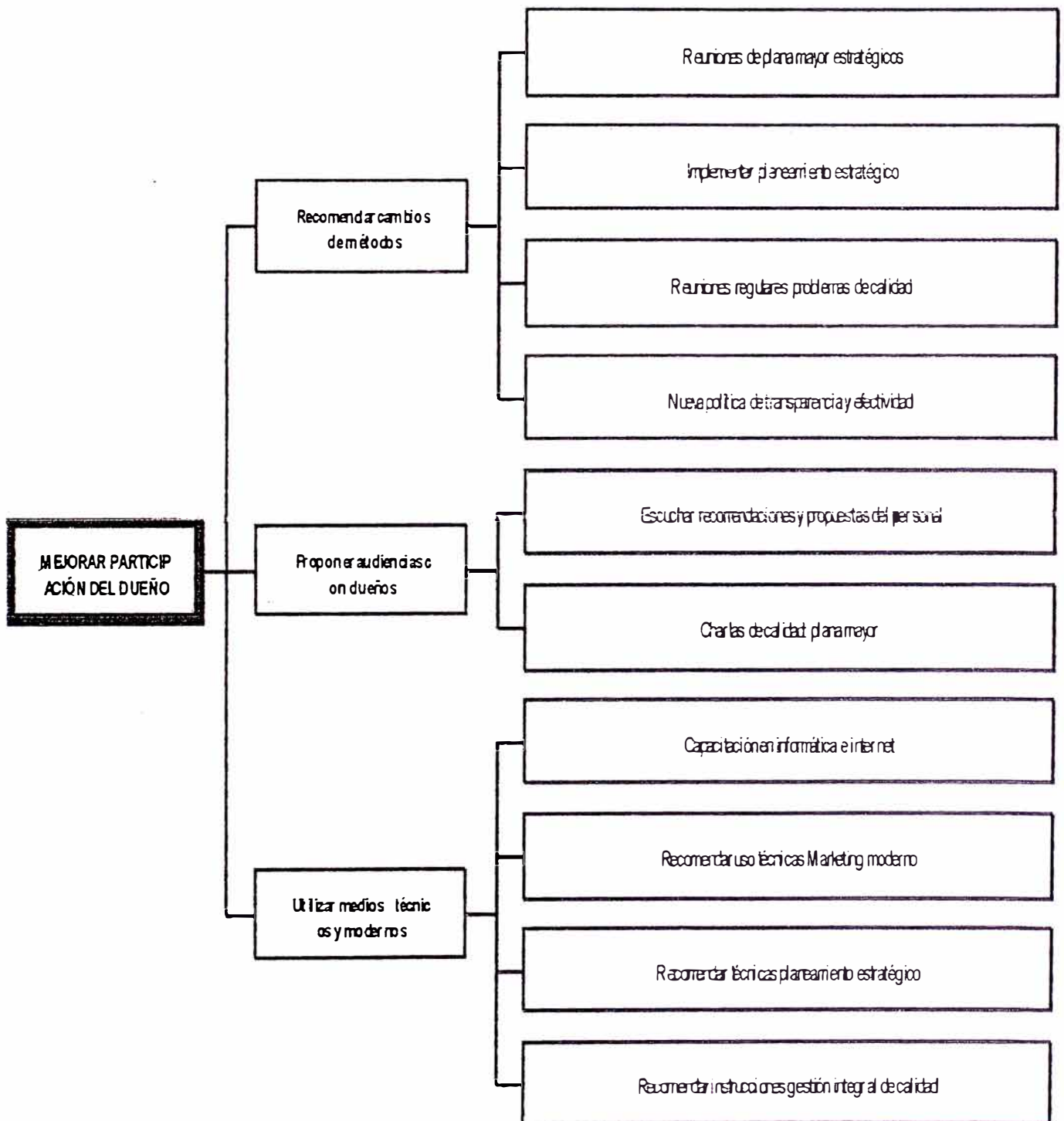


FIGURA 2.13: CALIFICAR SOLDADORES Y OPERADORES

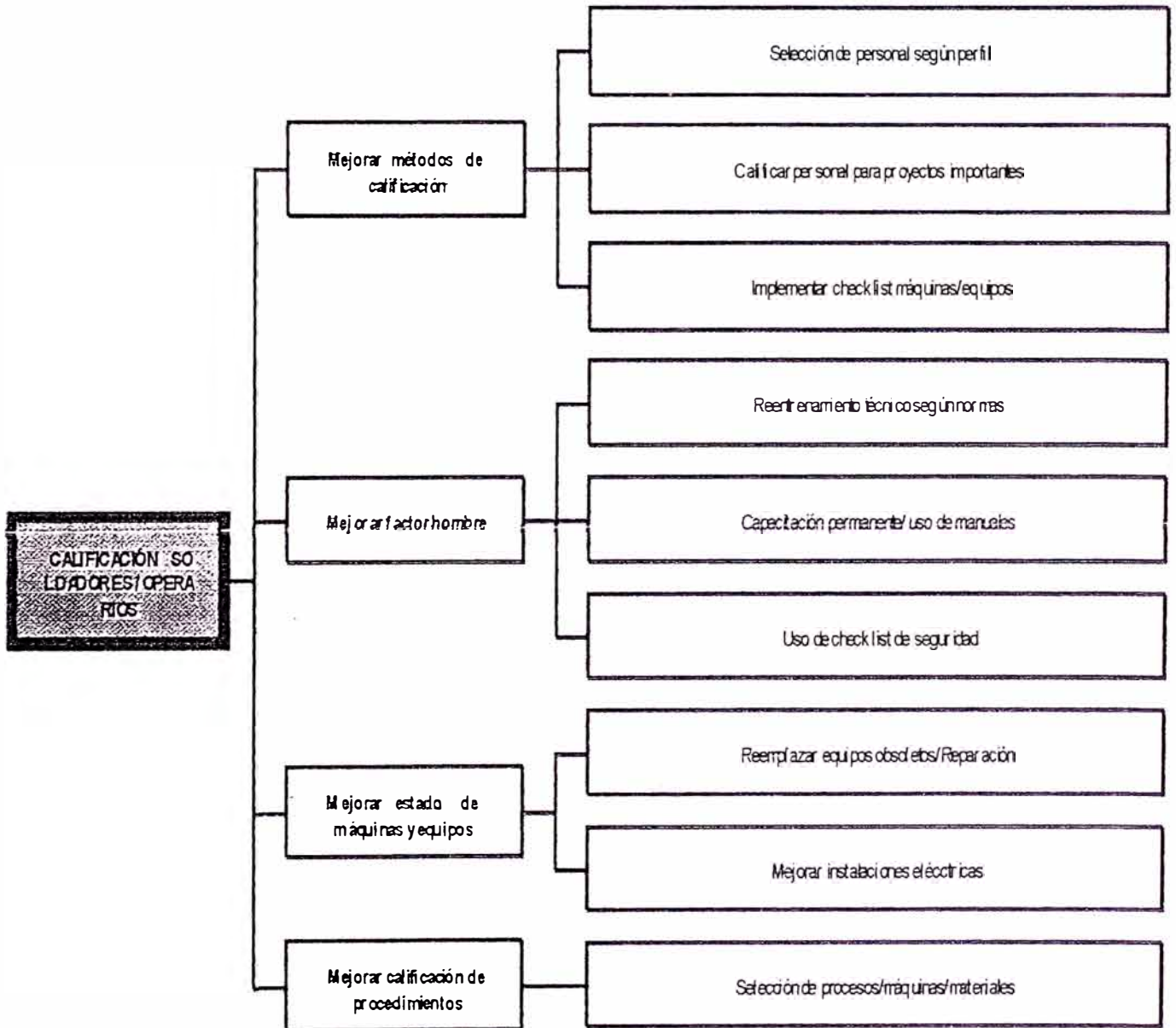
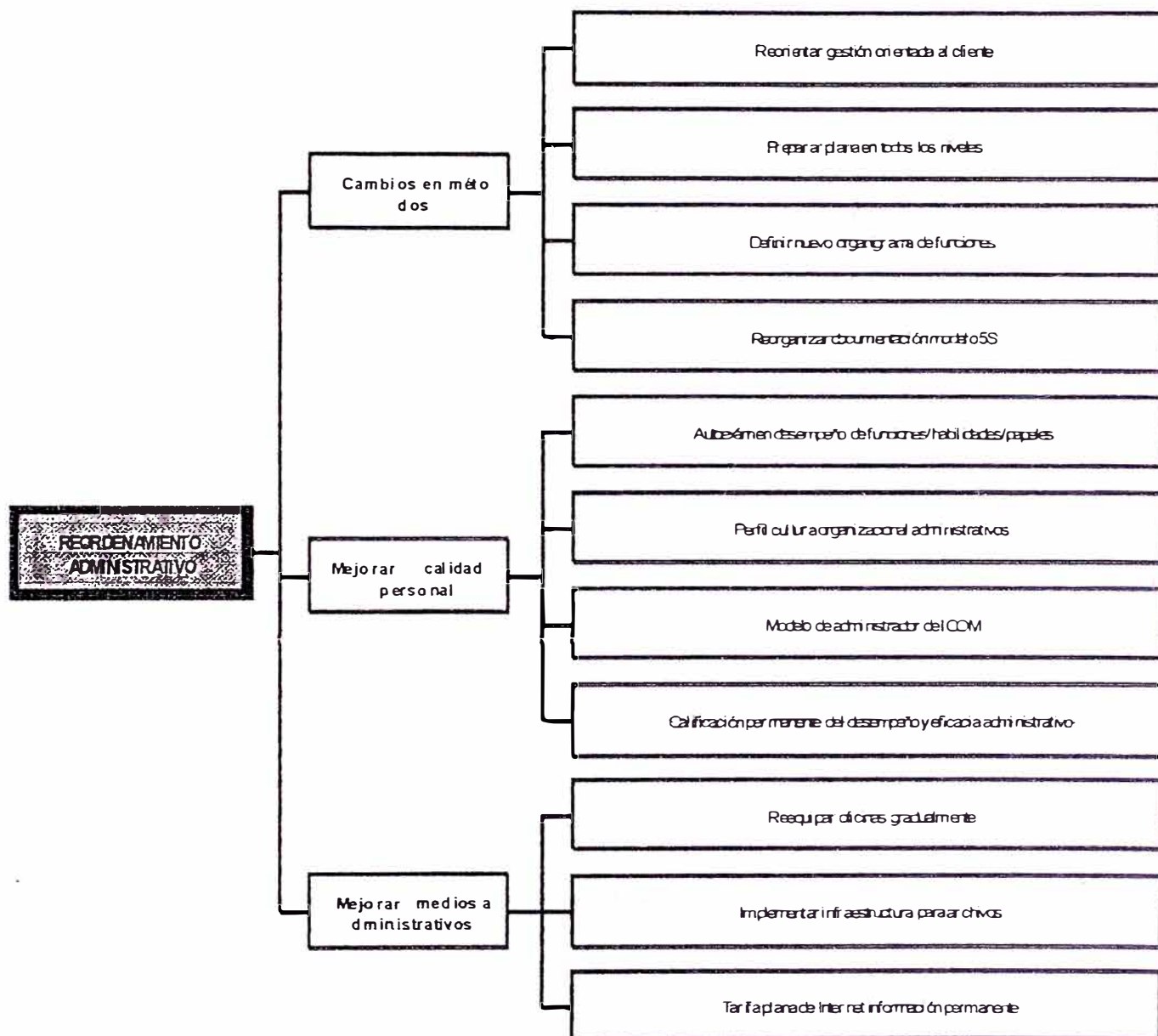


FIGURA 2.14: REORDENAMIENTO ADMINISTRATIVO



En los Diagramas anteriores se ha realizado un despliegue de soluciones por cada categoría y mediante bloques de afinidad se ha obtenido lo siguiente:

CUADRO 2.23

ITEM	BLOQUE DE SOLUCIONES	DESTINO
S1	Aplicar ingeniería de la soldadura.	Procesos de soldadura (Capítulo IV)
S2	Mejorar los procesos de taller y la gestión de operaciones.	Procesos de taller (Capítulos V y VI)
S3	Implantar un sistema de la Calidad.	Sistema de la calidad (Cap. III)
S4	Cambio de cultura organizacional.	Gestión integral de la calidad (Capítulo VII)
S5	Implementar Círculos de Calidad Piloto.	Acciones para mejoramiento del recurso humano (Capítulo VII)
S6	Implantar Gestión de mantenimiento electromecánico por etapas.	Acciones para mejoramiento de los procesos (Capítulo VII)
S7	Planeamiento Estratégico para Alta Gerencia.	Gestión integral de la calidad (Capítulo VII)
S8	Plan de Aseguramiento de la calidad.	Procedimientos de Aseguramiento de la calidad (Capítulo III)
S9	Implementar Control de Calidad	Indicadores de Gestión (Capítulo VII)

CAPITULO III

3.0. PROCEDIMIENTOS DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.1. MARCO CONCEPTUAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD PARA ICOM.

3.1.1 NORMA INTERNACIONAL ISO 9000: 2000

El sistema ISO 9000: 2000 es una disciplina administrativa organizada como un mecanismo de gestión de la calidad, dirigido a garantizar a los clientes la calidad de los productos que se ofrecen.

El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y mantener estos procesos bajo control. Este sistema puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas.

¿Cómo surge el sistema ISO 9000? Aparece como una propuesta a los mercados globales y altamente competitivos que se desarrollan actualmente y como consecuencia de éstos, los clientes resultan cada vez más exigentes en la calidad de los productos que consumen.

¿Por qué se debe implementar este sistema? Principalmente por dos razones : en primer término, porque el proceso de globalización de los mercados ha originado que las empresas demandantes soliciten certificados u otros elementos que acrediten la calidad de los productos que compran. En segundo lugar, porque proporciona una disciplina administrativa que organiza la empresa eficientemente para realizar un trabajo de calidad, lo cual la coloca en una mejor posición respecto a la competencia.

Aplicación del ISO 9000.- Ésta norma está diseñada de tal forma que puede ser aplicada a cualquier tipo de empresa: privada, estatal, con fines de lucro, grande, mediana o pequeña, empresa productiva o de servicios (como el caso de ICOM).

3.1.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Gestión de calidad: Es un aspecto de la función general de gestión, que determina y pone en práctica la política de la calidad. Constituye un enfoque sistemático para establecer y cumplir los objetivos de calidad en toda la empresa. La gestión de la calidad comprende dos aspectos interrelacionados:

- Los intereses y necesidades de la Empresa de atender un negocio y mantener un nivel de calidad deseado a un costo óptimo.
- Las necesidades y expectativas de los clientes.

La gestión de la calidad comprende, entre otras, las siguientes actividades:

- La planificación estratégica de la calidad.

- La asignación de recursos.
- La planificación de actividades operativas de la calidad.
- Las evaluaciones de la calidad, etc.

La responsabilidad de la gestión de la calidad corresponde a quien dirige la Empresa.

Sistema de Calidad: Es el conjunto de elementos constituidos por la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, procesos y recursos para llevar a cabo la gestión de la calidad. Para que un sistema de calidad pueda contribuir a los objetivos de la calidad de la empresa, tiene que estar documentado y corresponder a las características y necesidades de la organización.

Un sistema de calidad cuando se ha documentado formalmente ayuda significativamente a mejorar la satisfacción del cliente interno y externo; y sobretodo constituye un importante factor de garantía de calidad. De allí de que para determinados propósitos contractuales, prescripciones reglamentarias o elementos básicos del sistema . Un sistema de calidad se debe planear, diseñar de acuerdo a las necesidades de la Empresa y al tipo de negocio que realiza y poner en marcha con la calidad en mente, no es simplemente producto de la casualidad.

Sistema de gestión de la calidad: Según definición de ISO 9000:2000 es un sistema de gestión para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad. El enfoque a través de un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que

contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control.

Control de Calidad: Según definición de ISO 9000:2000 se define como parte de la gestión de la calidad orientada al cumplimiento de los requisitos de la calidad. Es el conjunto de técnicas y actividades operativas utilizadas para cumplir con los requisitos relativos a la calidad. Cuando se hace referencia a un concepto más restringido del control de calidad se suele emplear “control de calidad de fabricación”; pero si el alcance es a nivel de toda la organización empresarial, se le designa como “control total de calidad”. El control de calidad implica la aplicación de técnicas operativas y actividades (proceso de gestión), dirigidas a controlar un proceso y eliminar las causas de un rendimiento no satisfactorio de las diferentes fases del ciclo de la calidad (espiral de la calidad), a fin de lograr los mejores resultados económicos.

Planificación de la calidad: Parte de la gestión de la calidad enfocada al establecimiento de los objetivos de la calidad y a la especificación de los procesos operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.

Aseguramiento de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad. El aseguramiento está principalmente enfocado en el producto.

Mejora de la calidad: Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

Los requisitos pueden estar relacionada con cualquier aspecto tal como la eficacia y la eficiencia.

Objetivo de la calidad: Algo ambicionado, o pretendido relacionado con la calidad. Se basan generalmente en la política de la calidad de la organización y se especifican para los niveles y funciones pertinentes de la organización. La planificación estratégica de la organización y la política de la calidad proporcionan un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad.

Política de calidad: Según ISO 9000:2000 intenciones y orientaciones de una organización relativa a la calidad tal como se expresan formalmente por la alta dirección. También es el conjunto de instrucciones y objetivos generales de una empresa relativos a la calidad, expresados formalmente, es decir debe estar escrita y aprobada por la dirección de la Empresa. La política de calidad es una guía para la gestión y debe formar parte de la política general de Empresa. Es el fundamento de todo proceso de mejoramiento de la calidad. Consiste en una descripción que expresa la necesidad de la calidad de toda la Empresa y establece directivas u orientaciones a todos los trabajadores.

Principios de gestión de la calidad: Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que es diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la

consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión. Se han identificado ocho principios de gestión de la calidad que pueden ser utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

CUADRO 3.1 (a)

8 PRINCIPIOS DE GESTION DE LA CALIDAD	
a)	Enfoque al cliente: Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de estos y esforzarse en exceder sus expectativas.
b)	Liderazgo: Los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
c)	Participación del personal: El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
d)	Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionaran como un proceso.
e)	Enfoque de sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados con un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
f)	Mejora continua: La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
g)	Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones: Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y la formación.
h)	Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

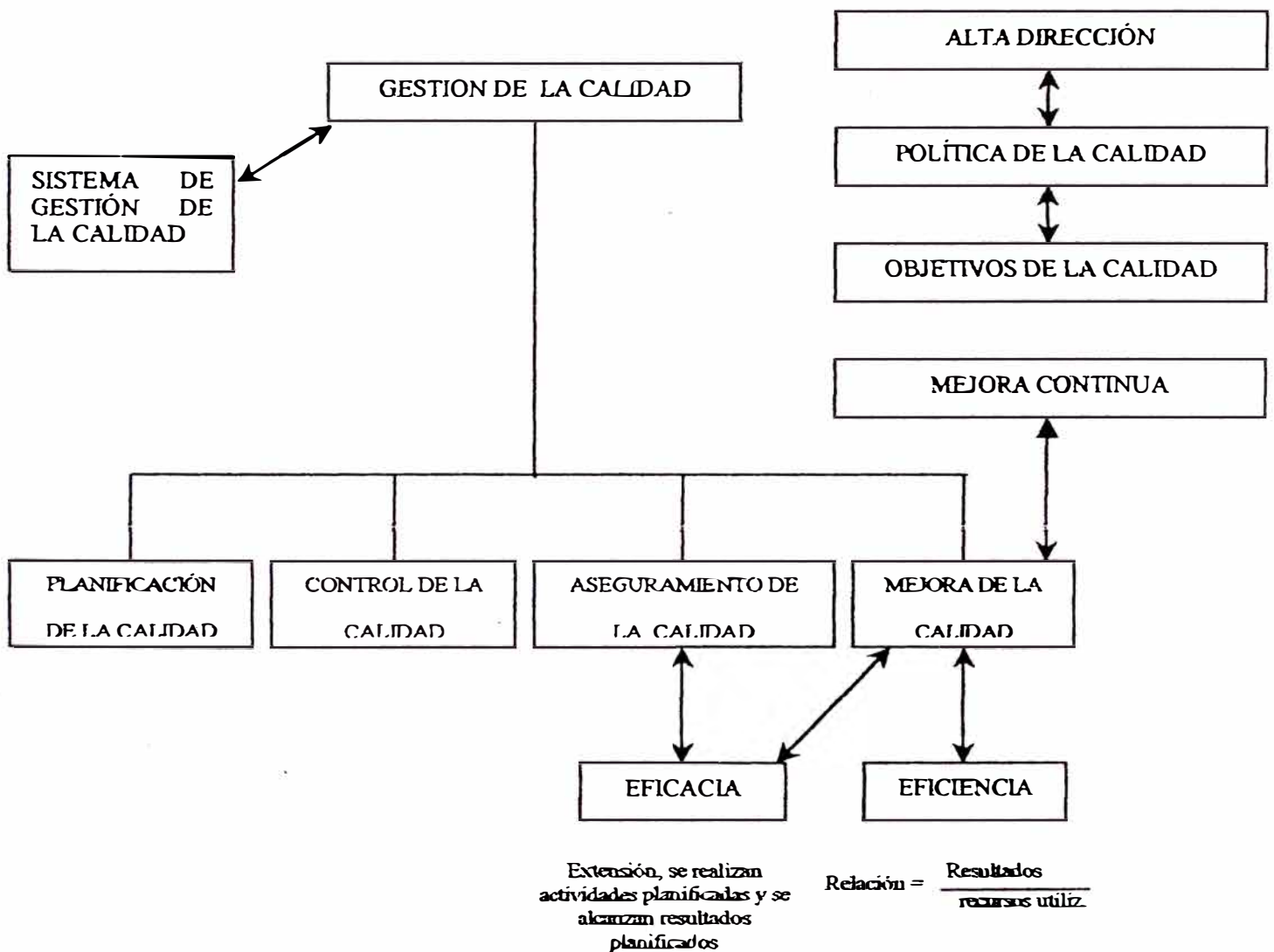
CUADRO 3.1 (b)

DOCUMENTOS PARA SISTEMAS DE GESTION DE CALIDAD

- a) **Manuales de la calidad.**- Documentos que proporcionan información coherente, interna y externamente, acerca del sistema de gestión de la calidad de la organización;
- b) **Planes de la calidad.**- Documentos que describen cómo se aplica el sistema de gestión de la calidad a un producto, proyecto o contrato específico,
- c) **Especificaciones.**- Documentos que establecen requisitos,
- d) **Guías.**- Documentos que establecen recomendaciones o sugerencias;
- e) **Instrucciones de trabajo y planos.**- Documentos que proporcionan información sobre cómo efectuar las actividades y los procesos de manera coherente; tales documentos pueden incluir procedimientos documentados,
- f) **Registros.**- Documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades realizadas o resultados obtenidos;

FIGURA 3.1

RELACIONES ENTRE CONCEPTOS RELATIVOS A LA GESTIÓN Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD



3.2 ESTABLECIENDO MODELO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE ICOM

Si consideramos que el mundo moderno ha desarrollado una nueva forma de conceptuar el producto o servicio que producen en función del cliente

(internos y externos). Éste nuevo concepto nos dice que el producto o servicio tiene dos clientes, los que a su vez le piden que satisfaga sus necesidades, que le pide al producto o servicio que satisfaga la necesidad de rentabilidad que requiere para subsistir y crecer. Ambos clientes se han vuelto más exigentes, el segundo cliente no solo es más exigente sino tiene menos lealtad, se es leal con lo que representa el producto para mi satisfacción en una ocasión determinada y no con el producto mismo.

Bajo éste concepto y mas aun por la cantidad de problemas orgánicos que tiene ICOM es necesario reorganizar la empresa mediante un sistema de calidad coherente y adaptable, para el cual se ha diseñado el siguiente modelo general el cual presenta 3 enfoques desde mi punto de vista y, postula a resolver los problemas de la empresa a corto plazo, además de base para un proyecto de mediano y largo plazo: el reto de la competitividad y la certificación ISO 9000.

ENFOQUE A: Modelo de Sistema de gestión de calidad basado en procesos, orientado al producto (Base conceptual ISO: 9001:2000)

ENFOQUE B: Modelo de Sistema de calidad, orientado al aseguramiento de la calidad.

ENFOQUE C: Modelo de Sistema Integral de la calidad dirigido al cambio de cultura organizacional y la responsabilidad de la alta dirección.

El enfoque que más se adapta a las necesidades de ICOM es el ENFOQUE A, basado en procesos.

La descripción de las herramientas a utilizar en el modelo son :

El circuito de mejoramiento integrado, el planeamiento, la ejecución, el Control y el Plan de acciones correctivas, los mismos que mencionaremos a continuación:

Planeamiento.- Consiste en determinar los puntos base del Planeamiento (estudiado en acápite 3.1 de Mejora continua)

❖ **Variables clave:** se refiere a los insumos básicos.

- *El recurso humano.*- Consiste en proveer a la empresa de personas con sanos principios, valores de vida, conocimientos y habilidades que le permitan desarrollar óptimamente su trabajo.

El recurso humano está formado por los subsistemas siguientes:

Subsistema Suministro.- Búsqueda, reclutamiento, y selección de personal.

Subsistema Aplicación.- Inducción, diseño de puestos de trabajo, entrenamiento específico. A partir de un diseño acertado del puesto y efectivo entrenamiento en la labor que realizará.

Subsistema mantenimiento.- Bienestar al personal, salud ocupacional, retribución y seguimiento al desempeño. Diseñar actividades que permitan a las personas un “mejor estar” en la empresa.

Subsistema Desarrollo y Capacitación .- Potenciar a las personas de la empresa mediante procesos permanentes de retroalimentación, acompañamiento, seguimiento y proyección de carrera.

- El recurso logístico y
- El recurso tecnológico, de procedimientos y control.

❖ **Confiabilidad en los sistemas de medición:**

- precisión
- repetibilidad
- reproductibilidad
- resolución

Ejecución.- Nociones básicas de Estadísticas: análisis de mercado, recolección de datos, graficar la muestra y cartas de control (herramienta que permite diferenciar una variación asignable de una variación al azar). A usarse en control de procesos y resolver los problemas que se originan en el proceso.

Control.- Interpretación de los indicadores del control de procesos, se tiene 5 situaciones básicas:

- proceso bajo control: promedio y dispersión central
- promedio del proceso fuera de control
- variación del proceso fuera de control
- promedio y variación fuera de control
- proceso fuera de control.

Acciones correctivas.-

- acciones correctivas inmediatas
- mejoras
- círculos de calidad.

A) Documentos para un modelo de Gestión de la calidad

Según la norma internacional la documentación debe incluir lo siguiente, acorde a las necesidades y expectativas de las partes interesadas (proveedor, organización y cliente):

- a) **Declaración documentada de una Política y objetivos de calidad.-** Esta declaración debe ser emanada y firmada por la alta gerencia como punto de partida del cambio de gestión en vista de que ICOM debe alcanzar nueva política para competir, la misma que debe aplicarse y mantenerse.
- b) **Un manual de calidad.-** Nuestra organización debe establecer y mantener un manual de calidad que incluya:
 - El alcance del sistema de gestión, incluyendo además los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
 - Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de calidad adoptado, y
 - Una descripción de la interacción entre los procesos de este sistema de Gestión de Calidad.
- c) **Los procedimientos de calidad requeridos por la norma.-** Significa que el procedimiento sea establecido, documentado, implementado y mantenido con la finalidad de ser una herramienta efectiva dentro de los planes de una Gestión de la calidad.
- d) **Los documentos requeridos por la organización.-** Son los documentos que necesita la organización para asegurarse de la eficacia de sus procesos de gestión: planificación; cronograma; Operación ; Gestión.

e) **Los registros requeridos por esta norma.-** Los registros deben establecer y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad. Estos registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Estos registros deben controlarse para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

B) *Registros de Calidad:*

Para la implementación de Gestión de la Calidad a nuestra empresa se proveerá un Plan de Registros de Calidad conjunto que comprenderá:

- 3.1.1. Registros para actividades de gestión,
- 3.1.2. Registros para la provisión de Recursos,
- 3.1.3. Registros para la realización del producto

- Las instrucciones técnicas de fabricación y servicios que será la guía de la ejecución de los procesos.
- Los formatos diseñados para el control de la calidad en cada una de las etapas del proceso (según su extensión y complejidad), los cuales constituirán los Registros de Calidad.

3.1.4. Registros de las mediciones, análisis y mejoras.

3.3 ESBOZO DE UN PLAN DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD:

3.3.1 Definiciones:

El aseguramiento de la calidad se ha definido como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar confianza de que un producto (sea un bien o un servicio) satisfará los requerimientos relativos a la calidad. Entendiéndose como acciones planificadas y sistemáticas aquellos que son debidamente previstos y responden a una frecuencia programada, ordenado, documentada, organizada y controlada en la perspectiva de asegurar que los productos alcanzarán la calidad esperada por el cliente y se cubrirán sus expectativas al momento de comprarlos.

Dentro de ICOM, el aseguramiento de la calidad se utilizará como una herramienta de gestión, debido a que ésta se centra en un enfoque sistémico para desarrollar un conjunto de tareas que involucran a toda la empresa con miras a un desarrollo permanente de la calidad.

3.3.2 Importancia del Aseguramiento de la Calidad en ICOM:

Se sabe que con las decisiones de compra de un consumidor o cliente, están determinadas esencialmente por: El precio, el plazo de entrega y el beneficio esperado al obtener el producto o la mercancía. La compra es una cuestión de confianza. En cada acto de compra, el cliente espera obtener un beneficio ilimitado durante un periodo de tiempo lo más extenso posible, o sea, él espera calidad, fiabilidad, aptitud de uso, disponibilidad, ningún defecto. Así, él intenta asegurar su anticipo de confianza. El aseguramiento de la calidad se orienta hacia la prevención de

errores con el aseguramiento se pretende evitar reclamaciones, casos de responsabilidad derivada del uso del producto, trabajo adicional y desperdicio. No es la calidad la que eleva costos sino los errores.

3.3.3 Aplicación de un Plan de aseguramiento de la calidad:

En esta etapa de implantación de una gestión de la calidad en ICOM, una de las primeras medidas será convencer a los dueños y/o alta dirección de los beneficios que reportará a costo y mediano plazo la aplicación de dicha Gestión de la Calidad, expresada en cambios sustantivos de la organización, en la mejora de los servicios que ofrece, en una reducción dramática de fallas, en el bienestar general, ahorros por la reducción de costos de no calidad, entre otros. Bajo la terminología de la Norma Internacional ISO 9000, un sistema de aseguramiento de la calidad del producto es la mejor garantía de la buena calidad de los productos para cualquier cliente. Por consiguiente es necesario que la empresa, planee, organice y mantenga medidas demostrables de aseguramiento de la calidad. El aseguramiento de la calidad es hoy en día una tarea de la dirección de la empresa para la prevención de errores entre otros aspectos. Estas medidas de aseguramiento de la calidad actualmente estructuradas en reglamentos ordenados, los cuales está constituida por la serie de normas internacionales aprobados por la ISO.

Dentro de la serie de normas ISO 9000 a 9004 se adoptará el correspondiente ISO 9004 – 2000, la cual proporciona directivos

que van más allá de los requisitos establecidos en ISO 9001, con el fin de considerar tanto la eficacia como la eficiencia de un sistema de gestión de calidad y por lo tanto el potencial de mejora del desempeño de la organización.

Esta norma está constituida por 7 partes. La norma 9004-2 es una de las que hasta el momento tiene una mayor difusión, y su finalidad es servir como un guía durante el desarrollo e implementación de un sistema de aseguramiento de la calidad en empresas de servicios (como es el caso de ICOM) se trata de proporcionar oportunidades específicas para:

- El mejoramiento en la prestación del servicio y de satisfacción del usuario.
- Reducir costos y aumentar a productividad.
- Aumentar las participaciones del mercado.

Por último, la adopción de un sistema de gestión de la calidad debería ser una decisión estratégica que tiene la alta dirección de la organización. El diseño y la implementación de un sistema de gestión de la calidad de una organización está influenciada por diferentes necesidades, objetivos particulares, los productos que proporciona, los procesos que emplea y el tamaño y estructura de la organización.

3.4 BENEFICIOS PARA LA EMPRESA:

Los beneficios que genera la implementación de la gestión de calidad a ICOM son:

- Se generará los documentos de control, las mismas que son parte fundamental del cambio, ya que ordenarán de una manera sistemática la administración o gestión de la empresa.
- El mayor beneficio que se tiene es que el dueño Gerente se involucra como el gestor principal ya que al declarar y firmar los documentos de “La Política de la Calidad” y “Los Objetivos de Calidad” se comprometerá con el cambio.
- Se tendrá un manual de calidad los que regirán para los procedimientos de calidad y estará a cargo del Jefe de Taller, y supervisores de producción y oficina administrativa e ingeniería.
- Se establecerán los registros de conformidad y disconformidad y las soluciones aplicadas. Estando organizadas serán fácil de identificar y ser recuperables las que ahorrarán tiempo y oportunidad.
- Con la implementación de esta gestión en la medida que gane mas adeptos en la empresa, el cambio de cultura de calidad se impondrá poco a poco con los beneficios económicos que más adelante, volverán los clientes, porque el servicio mejorará.
- Un beneficio mayor será cuando los ingenieros de la planta tendrán en sus manos la responsabilidad de llevar adelante un plan mínimo de aseguramiento de la calidad, que poco a poco irá abarcando a toda la organización.

CAPITULO IV

4.0 PROCESOS DE SOLDADURA

4.1. INTRODUCCIÓN.

Al abordar el tema de Sistema de Gestión de calidad para ICOM y realizar un enfoque sistémico de la organización encontramos que uno de los grandes problemas a solucionar es el tema de la soldadura, no se está aplicando la ingeniería de la soldadura, siendo ésta una de las ramas más importantes de esta empresa cuyo rubro es servicio de metal mecánica . Por ello hemos tomado un capítulo aparte con el subtítulo de **procesos de soldadura** que abarcará los temas de especificaciones de procedimientos de soldadura, manuales de procedimientos típicos, la calificación del procedimiento de soldadura, calificación de soldadores y control de calidad entre otros temas, las que se implementarán en la empresa, en pro de una mejora de la calidad del servicio que es el objetivo de ésta sección.

Para proceder propiamente a trabajar en el campo de la soldadura debería procederse a la revisión integral de la información disponible y contractual. Es fundamental disponer de procedimientos escritos que establezcan que la documentación técnica aplicable lleguen a las personas que tienen la responsabilidad de la producción y áreas técnicas de la empresa, y en especial a control de calidad.

Los criterios para la evaluación de requisitos aplicables a la soldadura pueden ser:

1. Revisión del código de diseño,
2. Revisión de los requisitos del código en cuanto a soldadura,
3. Revisión de especificaciones técnicas sobre los procesos, materiales, y afines,
4. Revisión de los detalles de soldadura de los planos aprobados para construcción y especificaciones técnicas,
5. Verificación de la infraestructura de la organización,
6. Revisar el manual de procedimientos de soldadura de la organización,
7. Evaluar la necesidad de preparación de los procedimientos de soldadura faltantes,
8. Revisar los procedimientos de soldadura elaborados,
9. Calificar los procedimientos, para lo cual se debe revisar el código y/o norma aplicable,
10. Efectuar los ensayos previstos por el código y/o norma aplicable,
11. calificar a los soldadores según las necesidades del planeamiento de producción y montaje,
12. Planificar la ejecución de los ensayos no destructivos especificados, prever la oportunidad de aplicación,
13. Completar los registros de calidad aplicables,
14. Efectuar las coordinaciones necesarias con el representante del cliente, y
15. Elaborar el **dossier** de la obra.

4.1.1 Determinación de las especificaciones típicas de soldadura.

Las prescripciones para prever la elaboración de los procedimientos típicos de la soldadura pueden ser:

1. Código de Diseño,
2. Las especificaciones técnicas del material base,
3. Especificaciones técnicas sobre procesos,
4. Simbología de soldadura,
5. El tipo de junta y notas para procesos de preparación,
6. Tolerancias, acabados, etc.

Es claro que se deben aplicar la información contenida en los temas como:

1. Códigos y normas aplicables a los materiales de ingeniería.
2. Códigos y normas aplicables a la soldadura.
3. Planos de proyectos aprobados para construcción.
4. Metalurgia de la soldadura.

Las características técnicas del procedimiento de soldadura a veces son establecidas por el Cliente en el despacho del fabricante para prescribir la fabricación de un producto. Sin embargo, mas a menudo, el Cliente especificará las propiedades deseadas en el trabajo por soldadura, mientras se deja al fabricante usar un procedimiento de soldadura que dará los resultados especificados. En otros casos el Cliente prescribirá para que los fabricantes establezcan las especificaciones del procedimiento de soldadura definidas y ellos lo prueben, para demostrar que la soldadura resultante reunirá ciertos requisitos especificados por el Cliente. El último es el método prescrito en la mayoría de los códigos y especificaciones gubernamentales.

- **Códigos de diseño:**

A continuación se presenta el Cuadro 4.1. en cuyo contenido se muestra los Códigos y normas de Diseño aplicables a la Ingeniería de la soldadura más importantes, marco referencial del presente informe:

Cuadro 4.1

CODIGO / NORMA PARTICULAR	SIGNIFICADO
AWS D11	Código para estructuras soldadas
ASME Sección VIII	Código para diseño y fabricación Recipientes a presión
API 650	Código para tanques acero soldados para almacenam Petróleo.
APIHD4	Norma para líneas de tuberías uso estándar- líneas de flujo.
ANSI B31.3	Código para el Sistema de tuberías de Planta químicas
ANSI B31.1	Código para Sistema de tuberías de Plantas de energía
ASME Sección II- A	Código de materiales ferrosos
ASME Sección II - C	Código de materiales de aporte
ASME Sección I	Código para Diseño de Calderas de vapor
ASME Sección V	Código para ensayos no destructivos
ASME SECCION IX	Código para calificación de procedimientos y soldadores
ANSI/AWS A5.1,A5.5	Electrodos para el carbono y aceros baja aleación proc. SMAW
ANSI/AWS A5.12	Electrodos de Tungsteno y aleaciones de Tungsteno proc. GTAW
ANSI/AWS A5.18,A5.28	Electrodos acero al carbono y acero baja aleación proc. GMAW
ANSI/AWS A5.17	Electrodos acero al carbono y fundentes proceso SAW.
ANSI/AWS C5.5	Practicas y recomendaciones proceso GTAW
ANSI/AWS D1.1-90 Tab.	4.3 : Temperatura mínima precalentamiento Ac. Estruc. SAW
ANSI/AWS A5.23	Electrodos y fundentes acero baja aleación proceso SAW
ANSI/AWS A5.9	Electrodos y varillas de soldar acero al Cr, Cr-Ni proc. SAW
ANSI Z49.1	Código para Seguridad al soldar y cortar

(Continuación cuadro 4.1)

ANSI Z87.1	Prácticas de protección de los ojos y el rostro.
NEMA Clases I, II, III	Normas fuentes de potencia de soldadura por arco.
ASTM A36, A441, A 572	Aceros con contenido bajo medio de Carbono.
ASTM A 283 Gr. A,B,C,D	Aceros al carbono de baja y media resistencia.
ASTM A285 Gr. A,B,C,D	Aceros al carbono para recipientes a presión.

- **Especificaciones Técnicas del Material Base:**

El objetivo del presente acápite es tomar conocimiento de las alternativas de materiales de ingeniería posibles de uso para poder establecer en primer lugar los planos, las especificaciones y la evaluación de otros aspectos requeridos para verificar la evaluación integral de la propuesta de solución al problema. Se requiere evitar cualquier problema de calidad en el ciclo de vida del producto fabricado.

- **Bajo las especificaciones técnicas ASME.**

Para los procesos de soldadura, calificación de procedimientos y soldadores el código ASME en su sección IX define tres parámetros para la selección de los materiales base y material de aporte, estos son:

- Número P
- Número F
- Número A

- El número P está definido de acuerdo a la composición química del material base, y representa a una familia de materiales en diversas formas: planchas, perfiles estructurales, etc. Es independiente a los temas de las formas,

toma en cuenta la composición química. Para fines de previsión debe analizarse los temas de precalentamiento y tratamiento post soldadura.

- El número F definido de acuerdo a la composición y características particular del revestimiento del metal de aporte. Se seleccionará la especificación técnica del metal de aporte. La sección IX define los números F según la familia de los metales de aporte.
- El número A, definido de acuerdo a la composición química del metal de aporte. En la elaboración del procedimiento de soldadura se tomará en cuenta la especificación técnica del metal de aporte. El metal de aporte debe seleccionarse según propiedades físicas y químicas del metal base, es decir, cumplir valores mínimos especificados por el material base.
- Identificación correcta de planos de la norma del producto. Los planos deben especificarse correctamente como mínimo todo lo referente a la norma del producto de todas las partes que permitirán fabricar el conjunto de la solución seleccionado. La falta de definición podrá interpretarse que no se ha dado la importancia a la etapa de selección de los materiales, es decir, se tratará de un diseño deficiente.

4.1.2 Clasificación de los Procesos de Soldadura

La clasificación desde el punto de vista del accionamiento permite tener las siguientes clases:

- Soldadura manual.
- Soldadura semiautomática.
- Soldadura automática.

Procesos de soldadura manual:

Son aquellos procesos en los cuales la definición y el control de las variables que definen la calidad de la soldadura dependen sobre todo del soldador, de su experiencia, ya que él es quien se encarga de ejecutar la fusión del metal de aporte. La alimentación del metal de aporte es manual y se emplean varillas de determinada longitud. Estos procesos tienen como inherentes ciertos tipos de defectos. Para el caso de ICOM, según el Cuadro 4.1. y para esta clasificación se cuenta con 14 máquinas de arco manual (GMAW) y 3 máquinas por arco de tungsteno y gas (GTAW). Para los cuales se dará las premisas técnicas para mejorar el desempeño técnico y obtener trabajos de calidad.

Procesos de soldadura semiautomática:

Son todos aquellos procesos en los cuales se ha incorporado cierta mecanización en el proceso de la soldadura por arco, el metal de aporte tiene una alimentación continua, es decir se usan carretes con alambres del metal de aporte. El desplazamiento del útil de soldar puede ser manual o impulsado por un motor montado sobre él. Para el caso de ICOM, según el Cuadro 4.2. y esta clasificación existen 04 Máquinas GMAW y 02 Máquinas SAW. Para los cuales se dará las premisas técnicas para mejorar el desempeño técnico y obtener trabajos de calidad.

Procesos de soldadura automática:

Son todos aquellos procesos en los cuales el grado de mecanización ha eliminado prácticamente la intervención del hombre; por lo que, a tales procesos se les cataloga como de alto

rendimiento. Los motivos de buscar la mecanización de la soldadura son:

- Asegurar una alta y uniforme calidad de las uniones soldadas, independientemente de los errores humanos.
- Disminuir parte de los jornales en el costo de la fabricación.
- Eliminar los vicios de los soldadores.
- Elevar el rendimiento en comparación con la soldadura manual.

En la empresa ICOM, la infraestructura con que se cuenta para los procesos de soldadura abarca lo siguiente:

CUADRO 4.2

MAQUINA	CANT	CAPACIDAD Y CARACT.	PROCS	ESTADO
Máquinas con proceso SMAW (Soldadura de arco de metal protegido)	6	500 A , 3Ø	M	bueno
	2	350 A , 3Ø	M	regular
	4	400 A , 8 Ø	M	regular
	2	250 A , 1 Ø	M	regular
Máquinas con proceso GMAW (Soldadura de arco de metal y Gas)	1	500 , 3Ø	SA	regular
	2	400 , 3 Ø	SA	bueno
	1	350 , 3 Ø	SA	regular
Máquinas con proceso GTAW (Soldadura de arco de Tungsteno y gas)	3	300 , 3 Ø	M	bueno
Máquina con proceso SAW (Soldadura de arco sumergido)	2	500 , 3 Ø	SA	bueno

Notas: M = Procedimiento manual, SA = Procedimiento semiautomático

En esta parte, el ingeniero a cargo del proyecto, se encargará de elegir técnicamente el proceso requerido y adecuado como parte

de la optimización, según la mejor propuesta del diseño aprobado; llevará adelante la fabricación, las pruebas, el montaje y las pruebas finales de los equipos e instalaciones. Describirá los procesos de soldadura más importantes, definirá las variables y parámetros principales de los diferentes procesos de soldadura que se aplican en ICOM.

4.2. ESPECIFICACIONES SOBRE PROCESOS DE SOLDADURA

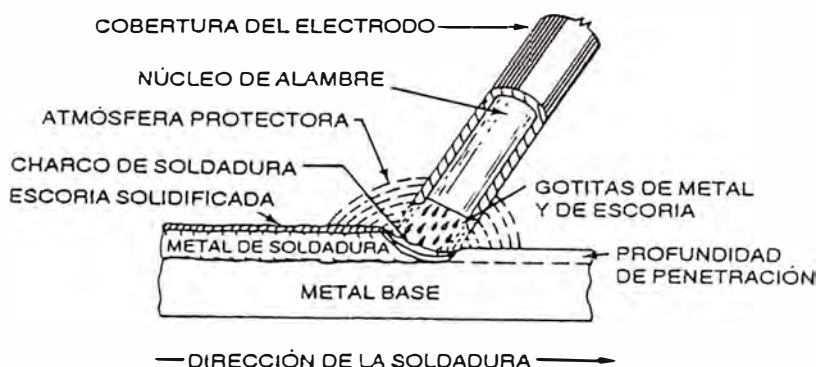
A continuación vamos a presentar un tratado completo sobre las especificaciones técnicas de los 4 procesos de soldadura que se emplean en ICOM, las mismas que tienen gran importancia en el presente informe y serán base para implementar los manuales de procedimientos, que tienen suficiente extensión y profundidad del tema.

4.2.1 PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO DE METAL PROTEGIDO (SMAW)

➤ Fundamentos del proceso.

La soldadura por arco de metal protegido (shielded metal arc welding, SMAW) es un proceso de soldadura por arco en el que se produce fusión de metales (véase en FIG. 4.1) por medio del calor de un arco eléctrico que se mantiene entre la punta de un electrodo cubierto y la superficie del metal base en la unión que se está soldando.

FIGURA 4.1



Electrodos cubiertos:

Además de establecer el arco y proporcionar metal de aporte para el depósito de soldadura, el electrodo introduce otros materiales en el arco o sus inmediaciones, o en ambos lugares dependiendo del tipo de electrodo que se use, la cobertura desempeña una o más de las siguientes funciones:

- (1) Proveer un gas para proteger el arco y evitar una contaminación excesiva del metal de aporte derretido por parte de la atmósfera.
- (2) Suministra limpiadores, desoxidantes y agentes fundentes para purificar la soldadura y evitar un crecimiento excesivo de granos en el metal de soldadura.
- (3) Establece las características eléctricas del electrodo.
- (4) Proporciona un manto de escoria que protege el metal de soldadura caliente del aire y mejora las propiedades mecánicas la forma de la franja y la limpieza superficial de dicho metal.
- (5) Constituye un medio para añadir elementos de aleación que modifiquen las propiedades mecánicas del metal de soldadura.

Capacidades y limitaciones del proceso

Es menester que el personal de ICOM conozca de primera mano las ventajas y limitaciones del proceso, a pesar que éste es uno de los más ampliamente utilizados, sobre todo para soldaduras cortas en trabajos de producción, mantenimiento y reparación y para construcción en el campo. Esta son ventajas del proceso:

- (1) El equipo es relativamente sencillo, económico y portátil.
- (2) El electrodo cubierto proporciona el metal de aporte y el mecanismo para proteger dicho metal de soldadura contra una oxidación perjudicial durante la soldadura.
- (3) No requiere protección con gas auxiliar ni fundente granular.
- (4) El proceso es menos sensible al viento y las corrientes de aire que los procesos de soldadura por arco protegidos con gas.
- (5) Se puede utilizar en áreas de acceso limitado.
- (6) El proceso es adecuado para la mayor parte de los metales y aleaciones de uso común.

Dentro de las limitaciones es necesario conocer:

- (1) Los metales de bajo punto de fusión, como plomo, el estaño y el zinc y sus aleaciones, no se sueldan con SMAW porque el intenso calor del arco es demasiado para ellos.
- (2) Los electrodos cubiertos se producen de 9" a 18". La cantidad de corriente que puede aprovecharse está limitado por la resistencia eléctrica del alambre del núcleo. Un amperaje excesivo sobre calienta el electrodo y descompone su cobertura. Por eso las tasas de deposición suelen ser más bajas que con un proceso como GMAW.
- (3) El ciclo de trabajo del operador y las tasas de deposición globales para electrodos cubiertos suelen ser menores. Esto se debe

a que éstos sólo pueden consumirse hasta cierta longitud mínima (el soldador deberá desechar la cola e insertar un electrodo nuevo) además, casi siempre debe eliminarse escoria en los puntos donde se inicia y se detiene.

Importancia de la curva volt-ampere

Si se requiere un control más preciso del tamaño del charco de soldadura (soldaduras fuera de posición y repasos de raíz en uniones con embonamiento variable, por ejem.) es más conveniente una curva volt.ampere más plana que permita al soldador variar la corriente de soldadura dentro de un intervalo específico con solo modificar la longitud de arco. De esta manera el soldador tiene cierto control sobre la cantidad de metal de aporte que se deposita.

➤ MATERIALES

a) Metales Base:

El proceso SMAW se usa para aplicaciones de unión y recubrimiento sobre diversos metales base. La idoneidad del proceso para un metal base específico depende de la disponibilidad de un electrodo cubierto cuyo metal de aporte tenga la composición y propiedades requeridas. Hay electrodos para los siguientes metales base:

- (1) Aceros al carbono.
- (2) Aceros de baja aleación.
- (3) Aceros resistentes a la corrosión.
- (4) Hierros colados (dúctiles y grises).
- (5) Aluminio y aleaciones de aluminio.
- (6) Cobre y aleaciones de cobre.
- (7) Níquel y aleaciones de níquel.

b) Clasificación de Electrodo cubiertos:

Los electrodos cubiertos se clasifican de acuerdo con los requisitos de especificaciones emitidas por la American Welding Society, los números de especificaciones de la AWS y las clasificaciones de electrodos correspondientes se dan en el Cuadro 4.2. Los electrodos se clasifican con base en la composición química o en las propiedades mecánicas, o ambas cosas, de su metal de soldadura sin diluir. Los electrodos más usados en ICOM son:

b.1. Electrodo de acero al carbono.- Estos electrodos tienen dos niveles de resistencia mecánica: la serie 60 y la serie 70 cuyas tensiones mínimas permisibles respectivamente son de 62 ksi y 72 ksi (496 Mpa). Estos electrodos, están diseñados para operar sólo con **cc**; otros tanto **cc** como **ca** La polaridad en **cc** generalmente es inversa (electrodo positivo). La mayoría de electrodos está diseñada para soldar en todas las posiciones.

b.2. Electrodo de acero de baja aleación.- La especificación emplea un sufijo como A1 para designar la composición química (sistema de aleación) del metal de soldadura. Así, una clasificación de electrodos completa es E7010-A1; otra es E8016-C2. Los sistemas de aleación a los que pertenecen los electrodos son acero al carbono – molibdeno, acero al cromo-molibdeno, acero al níquel y acero al manganeso-molibdeno. Los niveles de resistencia mecánica del metal de soldadura van desde 70 hasta 120 ksi (480 a 830 Mpa) de resistencia a la tensión mínima.

b.3. Electrodo de acero resistente a la corrosión.- La especificación es para electrodos de acero al cromo y al cromo – níquel, resistentes a la corrosión, cubiertos, para soldadura. El

sistema de clasificación es similar al de los electrodos de acero al carbono y de baja aleación. Por ejemplo E310 -15 Y E310-16, el prefijo E indica un electrodo los tres primeros dígitos se refieren al tipo de aleación (en cuanto a su composición química), y pueden ir seguidos de una o más letras que indiquen una modificación, como E310MO-15. Los últimos dos dígitos se refieren a la posición de soldadura y al tipo de corriente para la que son apropiados los electrodos. El -1 indica que pueden soldarse en todas la posiciones hasta Ø 4 mm se usan en las posiciones plana y horizontal.

Los aceros inoxidable pueden dividirse en tres tipos básicos: austeníticos, mantensíticos y ferríticos. El grupo austenítico (2xx y 3xx) es, por mucho, el más grande. En el caso de aceros inoxidable austénicos, la composición del metal de soldadura difiere un poco de la del metal base con el fin de producir un depósito de soldadura que contenga ferrita (no sea del todo austenítico) para evitar fisuras o agrietamiento en caliente del metal de soldadura. En general, basta un contenido de ferrita dentro del intervalo de número de ferrita (FN) de 3 a 5 para evitar el agrietamiento. El diagrama de Schaeffer, o la modificación de Delong de una porción de ese diagrama, puede servir para predecir el contenido de ferrita de los metales de soldadura de acero inox.

b.4. Electrodos de recubrimiento.- Se dispone de una amplia gama de electrodos para SMAW que producen capas resistentes al desgaste, el impacto, el calor o la corrosión sobre diversos metales base. El recubrimiento con electrodos cubiertos se emplea para revestimientos, untaduras, engrosamiento y aplicaciones de superficies duras. El objetivo del depósito de

soldadura en estas aplicaciones es conferir a las superficies una o más de las siguientes cualidades:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| (1) Resistencia a la corrosión. | (4) Resistencia al desgaste. |
| (2) Control metalúrgico. | (5) Resistencia al impacto. |
| (3) Control dimensional. | |

➤ **Diseño y preparación de las uniones**

Tipo de soldaduras.- Las uniones soldadas se diseñan teniendo en cuenta en primer lugar la resistencia mecánica y la seguridad que la pieza soldada debe ofrecer en las condiciones de servicio a las que se aplicarán los esfuerzos de servicio, y la temperatura a la que se expondrá la pieza soldada. Una unión que soportará una carga dinámica puede ser muy distinta de otra permitida bajo carga estática. La carga dinámica exige considerar la resistencia a la fatiga y a la fractura frías. Esto entre otras cosas, obliga a diseñar las uniones de modo que se reduzcan o eliminen los puntos de concentración de esfuerzos. El diseño también debe equilibrar los esfuerzos residuales y lograr un nivel de estos esfuerzos lo más bajos posibles. La soldadura debe producir una unión con la resistencia requerida. Además de los requerimientos de servicios, las uniones soldadas deben diseñarse de modo que sean económicas y accesibles para el soldador durante la fabricación. La accesibilidad de las uniones puede mejorar la capacidad del soldador para satisfacer los requisitos de hechura y calidad deseados.

- **Soldaduras de Surco:** Se emplean diferentes tipos de uniones para soldadura de surco. En la selección del diseño más apropiado para una aplicación específica influyen los factores:

- (1) Idoneidad para la estructura que se considera.
- (2) Accesibilidad de la unión para soldarla.
- (3) Costo de soldadura.
- (4) Posición en que se soldará.

Si se van a soldar miembros más gruesos, el borde de cada miembro debe prepararse con un perfil que permita dirigir el arco al punto en el que debe depositarse el metal de soldadura. Esto es necesario para que haya fusión hasta la profundidad requerida.

Por economía y también para reducir la distorsión y los esfuerzos residuales, el diseño de la unión debe incluir una abertura de raíz y un ángulo de surco que confiera resistencia mecánica e integridad suficientes con la deposición de la mínima cantidad de metal de aporte. La clave para lograr la integridad es que pueda tenerse acceso a la raíz y las paredes laterales de la unión. El ángulo de las paredes laterales debe ser suficientemente grande como para evitar el atrapamiento de escoria.

- **Soldaduras de filete:** Si los requerimientos de servicio de la pieza soldada lo permiten, es común usar soldaduras de filete en lugar de soldaduras de surco, pues requieren poca o ninguna preparación de la unión, si bien las soldaduras de surco en ocasiones requieren menos soldadura. Puede usarse soldadura de filete intermitente si una soldadura continua conferiría mas resistencia mecánica que la necesaria para soportar la carga.

La soldadura de filete a menudo se combina con una soldadura de surco para conferir la fortaleza requerida y reducir la concentración de esfuerzos en la unión. Si se emplean filetes cóncavos, se logra una concentración mínima de esfuerzos en la base de la soldadura.

- **Respaldos de soldadura:** Si se requieren soldaduras con penetración completa y se suelda desde un lado de la unión, puede ser necesario contar con un respaldo de soldadura. El propósito es proveer un lugar para que se deposite la primera capa de metal y así evitar que el metal derretido de esa capa escape por la raíz de la unión. Son cuatro los tipos de respaldo de uso común:

- (1) Tira de respaldo.
- (2) Soldadura de respaldo.
- (3) Barra de respaldo de cobre.
- (4) Respaldo no metálico.

- **Geometrías de Unión típicas:** Los surcos de soldadura que se muestran en la figura 4.2. ilustran los diseños y dimensiones típicos de las uniones para soldar acero por arco de metal protegido. En general, estas uniones son apropiadas para lograr soldaduras integrales en forma económica. Es posible que se requieran otros diseños de unión o cambios en las dimensiones sugeridas para aplicaciones especiales.

- **Pre calentamiento:** Es necesario calentar el área que se va a soldar antes de soldar y durante la soldadura, a fin de obtener las propiedades deseadas en la soldadura o en el metal base adyacente, o ambas cosas. Hay que evitar todo pre calentamiento innecesario, ya que consume tiempo y energía. Las temperaturas de pre calentamiento excesivas no justifican el costo y podrían degradar las propiedades y la calidad de la unión. La incomodidad del soldador aumenta si el pre calentamiento es muy alto, y la calidad del trabajo tiende a bajar. Las temperaturas de pre calentamiento que se usen se basarán en los requisitos de

soldadura prescritos, y en las normas prescritas para metalurgia de soldadura en donde se calcula el **Carbono Equivalente**, C_{eq} y con éste se determinará la necesidad del precalentamiento. En general, la temperatura dependerá del material que se va a soldar, los electrodos que se usarán y el grado de restricción de la unión. Normalmente se requiere precalentamiento para los aceros endurecibles, los aceros de alta resistencia y cuando se usan electrodos distintos de los de bajo hidrógeno.

FIGURA 4.2 : Geometrías de uniones típica para SMAW
(Ver Anexos)

☉ **Procedimientos de soldadura:**

Diámetro de electrodo.- El diámetro de electrodo correcto es aquel que, usado con el amperaje y velocidad de desplazamiento correctos, produce una soldadura del tamaño requerido en el tiempo más corto posible. El diámetro que se escoja dependerá en gran medida del espesor del material por soldar, la posición en la que se efectuará la soldadura y el tipo de unión. En general se escogerán electrodos más grandes para aplicaciones que impliquen materiales más gruesos y para soldar en la posición plana, a fin de aprovechar sus mayores tasas de deposición.

Al soldar en las posiciones horizontal, vertical y cenital, el metal de soldadura fundido tiende a fluir fuera de la unión debido a la fuerza de la gravedad. Esta tendencia puede controlarse empleando electrodos pequeños a fin de reducir el tamaño del charco de soldadura. Por último, la experiencia del soldador a menudo

influye en la elección del tamaño del electrodo, sobre todo cuando se va a soldar fuera de posición, ya que la habilidad del soldador determina el tamaño del charco de soldadura que puede controlar.

Corriente de Soldadura:

La soldadura por arco de metal protegido puede efectuarse con corriente tanto alterna como continua, siempre que se use el electrodo adecuado. El tipo de corriente de soldadura, la polaridad y los constituyentes de la cobertura del electrodo afectan la rapidez de fusión de todos los electrodos cubiertos. Para un electrodo determinado, la rapidez de fusión se relaciona directamente con la energía eléctrica suministrada al arco. Parte de esta energía se destina a fundir una porción del metal base, y otra parte sirve para fundir el electrodo.

Amperaje.- Los electrodos cubiertos de un tamaño y clasificación específicos pueden de manera satisfactoria a diversos amperajes dentro de cierto intervalo. Este intervalo varía un poco dependiendo del espesor y la formulación de la cobertura. La rapidez de deposición aumenta con el amperaje. Para un electrodo de cierto tamaño, los intervalos de amperaje y las tasas de deposición resultantes varían dependiendo de la clasificación del electrodo.

Longitud de arco.- La longitud del arco es la distancia entre la punta derretida del núcleo del electrodo y la superficie del charco de soldadura. Es importante usar un arco con la longitud apropiada para obtener una soldadura de buena calidad. La transferencia de metal desde la punta del electrodo hasta el charco de soldadura no es una acción suave y uniforme.

Velocidad de Recorrido.- La velocidad de recorrido o de desplazamiento es la rapidez con que el electrodo se desplaza a lo largo de la unión. La velocidad de recorrido correcta es aquella que produce una franja de soldadura con el perfil y el aspecto correctos, como se muestra en la figura 4.3 (A) (Ver Anexos). Son varios los factores que determinan cuál debe ser la velocidad correcta:

- (1) Tipo de corriente de soldadura, amperaje y polaridad.
- (2) Posición de soldadura.
- (3) Rapidez de fusión del electrodo.
- (4) Espesor del material.
- (5) Condición de la superficie del metal base.
- (6) Tipo de unión.
- (7) Manipulación del electrodo.

Al soldar, la velocidad de recorrido debe ajustarse de modo que el arco vaya un poco adelante del charco de soldadura. Hasta cierto punto, un aumento en la velocidad de recorrido reduce el ancho de la franja de soldadura y aumenta la penetración. Más allá de ese punto, el incremento en la velocidad de recorrido puede reducir la penetración, causar un deterioro de la superficie de la franja y producir un socavamiento en los bordes de la soldadura, dificultar la eliminación de la escoria y atrapar gas (porosidad) en el metal de soldadura. El efecto de una velocidad de recorrido alta se muestra en figura 4.3. (G). Si la velocidad de recorrido es baja, la franja de soldadura será ancha y convexa, con poca penetración, como se ve en figura 4.3. (F). (ver Anexos ambas figuras G y F).

Técnica de soldadura.- El primer paso para soldar por arco de metal protegido es reunir el equipo, materiales y herramientas apropiados para el trabajo. A continuación hay que determinar el

tipo de corriente de soldadura y su polaridad (si es cc), y ajustar la fuente de potencia de manera acorde. También es preciso ajustar la fuente de potencia de modo que produzca la característica volt-ampere apropiada (voltaje de circuito abierto) para el tamaño y tipo de electrodo que se usará. Después de esto, el trabajo se coloca en posición para soldar y, de ser necesario, se sujeta.

El arco se enciende golpeando suavemente la pieza de trabajo con la punta del electrodo cerca del lugar donde se comenzará a soldar, y retirando de inmediato el electrodo una distancia corta para producir un arco de la longitud correcta. Otra técnica para encender el arco consiste en usar un movimiento de frotación similar al que se usa para encender un fósforo. Cuando el electrodo toca el trabajo, tienden a pegarse; el propósito del movimiento de golpe o de frotación es evitar esto. Si el electrodo se pega, es preciso despegarlo de inmediato; de lo contrario, se sobrecalentará y los intentos por despegarlo de la pieza de trabajo sólo lograrán que se doble. En un caso así será necesario usar un martillo y un cincel.

En general, la cobertura de la punta del electrodo se vuelve conductora cuando se calienta durante la soldadura. Esto ayuda a reiniciar el arco si se hace antes de que el electrodo se enfríe. El encendido y reencendido del arco se facilitan mucho si el electrodo tiene una proporción apreciable de polvos metálicos en su cobertura, ya que tales coberturas conducen la electricidad aun frías. Si se usan electrodos con cobertura grueso pero no conductora, como los E6020, los de bajo hidrógeno y los de acero inoxidable, puede ser necesario romper la cobertura en la punta para dejar al descubrimiento el alambre del núcleo y poder reencender el arco con facilidad.

☞ **Calidad de la soldadura:**

La unión soldada debe tener las cualidades necesarias para desempeñar su función esperada en servicio. Para ello, la unión ha de poseer las propiedades físicas y mecánicas requeridas, y para esto pueden ser necesarias cierta microestructura y composición química. También son importantes el tamaño y la forma de la soldadura, así como la integridad de la unión. Tal vez se necesite resistencia a la corrosión. En todos estos aspectos influyen los materiales base, los materiales de soldadura y la manera de soldar.

La soldadura por arco de metal protegido es un proceso manual, y la calidad de la unión depende de la habilidad del soldador que la produce. Por esta razón, es preciso seleccionar con cuidado los materiales que se usarán, el soldador debe ser apto (**calificado**), y el procedimiento que use debe ser el correcto(**calificado**).

Las uniones soldadas, por su naturaleza, contienen discontinuidades de diversos tipos de tamaños. Por debajo de cierto nivel aceptable, éstas no se consideran perjudiciales; por encima de ese nivel, se consideran defectos. El nivel de aceptación puede variar con la severidad de las condiciones de servicio, pero lo más común es que se base en requisitos de los contratos de fabricación o en un código o **especificación** determinados.

En las soldaduras hechas con el proceso SMAW a veces se encuentran las siguientes discontinuidades:

- (1) Porosidad. (2) Inclusiones de escoria. (3) Fusión incompleta.
- (4) Socavamiento. y (5) Grietas.

Porosidad.- Este término se emplea para describir las bolsas de gas o huecos en el metal de soldadura. Estos huecos son el

resultado de la formación de gases por ciertas reacciones químicas que ocurren durante la soldadura. Contienen gas en vez de sólidos, y en este sentido se distinguen de las inclusiones de escoria.

Por lo regular, la porosidad puede prevenirse empleando el amperaje apropiado y manteniendo un arco con la longitud correcta. En muchos casos también resultan útiles los electrodos secos. Si se emplea una corriente elevada o un arco largo, los desoxidantes que un electrodo cubierto requiere se pierden fácilmente durante la deposición; la cantidad que queda no basta para desoxidar debidamente el metal derretido.

Inclusiones de escoria.- Este término se emplea para describir los óxidos y sólidos no metálicos que a veces quedan atrapados en el metal de soldadura entre franjas adyacentes o entre el metal de soldadura y el metal base. Durante la deposición y subsecuente solidificación del metal de soldadura, tienen lugar muchas reacciones químicas. Algunos de los productos de estas reacciones son compuestos no metálicos sólidos insolubles en el metal fundido. En virtud de su menor peso específico relativo, estos compuestos flotarán sobre el metal derretido si es que no quedan atrapados dentro de él. La acción de agitación del arco puede hacer que la escoria que se forma a partir de la cobertura de los electrodos de arco de metal protegido se meta debajo de la superficie del metal derretido. También, si el soldador no es cuidadoso, la escoria puede fluir hacia adelante del arco. La mayor parte de las inclusiones de escoria puede prevenirse con una buena práctica de soldadura.

Fusión incompleta.- Este término, en el sentido que se le da aquí, se refiere a la incapacidad para fusionar franjas adyacentes de

metal de soldadura, o el metal de soldadura con el metal base. Se puede tratar de una condición localizada o generalizada, y puede ocurrir en cualquier lugar del surco de soldadura. Incluso puede ocurrir en la raíz de la unión. La fusión incompleta puede deberse a que el metal base (o la franja de metal de soldadura previamente depositada) no se elevó al punto de fusión. La fusión incompleta puede evitarse asegurándose de que las superficies por soldar estén debidamente preparadas y embonadas, y que estén lisas y limpias. En el caso de fusión incompleta en la raíz, las correcciones deben asegurar que la cara de la raíz no sea demasiado grande, que la abertura de la raíz no sea demasiado angosta, que el electrodo no sea demasiado baja y que la velocidad de recorrido no sea demasiado rápida.

Socavamiento.- Este término se usa para describir una de dos situaciones. La primera es cuando se derrite la pared lateral de un surco de soldadura en el borde de la franja, con la formación de un nicho agudo en la pared lateral en el área donde se va a depositar la siguiente franja. La otra es cuando se reduce el espesor del metal base en la línea donde las franjas de la capa final de metal de soldadura se ligan a la superficie del metal base (esto es, en el pie de la soldadura). Ambos tipos de socavamiento suelen deberse a la técnica de soldadura específica empleada por el operador. Si el amperaje es elevado y el arco largo, aumenta la tendencia al socavamiento. Otras causas son una posición incorrecta del electrodo o una velocidad de recorrido inadecuada, así como tardarse demasiado en los cambios de dirección de una soldadura “tejida” (zigzagueante). Incluso el tipo de electrodo influye sobre este fenómeno. El grado de socavamiento que se permite en una soldadura terminada por lo regular está determinado por el código

de fabricación empleado, y es necesario seguir los requisitos especificados porque un socavamiento excesivo puede reducir apreciablemente la resistencia mecánica de la unión. Esto es aún más importante en aplicaciones sujetas a fatiga. Por fortuna, este tipo de socavamiento puede detectarse mediante un examen visual de la soldadura terminada, y puede corregirse mediante abrasión de fusionado o depositando una franja adicional.

Grietas.- El agrietamiento de las uniones soldadas puede clasificarse como agrietamiento en caliente o en frío. Pueden producirse grietas en el metal de soldadura, en el metal base, o en ambos. Si se observa agrietamiento durante la soldadura, las grietas deberán eliminarse antes de seguir soldando, porque si se deposita metal de soldadura sobre una grieta ésta puede continuar hacia la franja recién depositada. Entre las soluciones aplicables a los problemas de agrietamiento están:

- (1) Cambiar el metal base (por ejemplo, usar un acero con adiciones de manganeso, o uno producido de modo que tenga una estructura de grano fino).
- (2) Cambiar el metal de aporte (por ejemplo, usando metal de aporte con suficiente ferrita al soldar acero inoxidable austenítico).
- (3) Modificar la técnica/procedimiento de soldadura ajustando las temperaturas de precalentamiento y entre pasadas, y reduciendo la corriente de soldadura.

Para evitar el agrietamiento en frío de aceros endurecibles es preciso emplear electrodos de bajo hidrógeno secos y un precalentamiento adecuado. También se requiere precalentamiento con materiales que naturalmente son quebradizos o de baja

tenacidad. Los materiales propensos a un crecimiento excesivo de los granos (como el acero con 28% de cromo) deben soldarse con un aporte de calor bajo manteniendo bajas las temperaturas entre pasadas.

☞ **Recomendaciones de seguridad:**

- El operador debe protegerse los ojos y la piel de la radiación producida por el arco. Se recomienda usar una careta de soldador con filtro ocular adecuado, así como ropa oscura, conviene usar guantes y ropa de cuero para protegerse contra quemaduras.
- La placa del filtro deberá ser capaz de absorber rayos infrarrojo, rayos ultravioleta y la mayor parte de los rayos visibles.
- Los tonos de filtro que se sugiere emplear según Ø de electrodo:

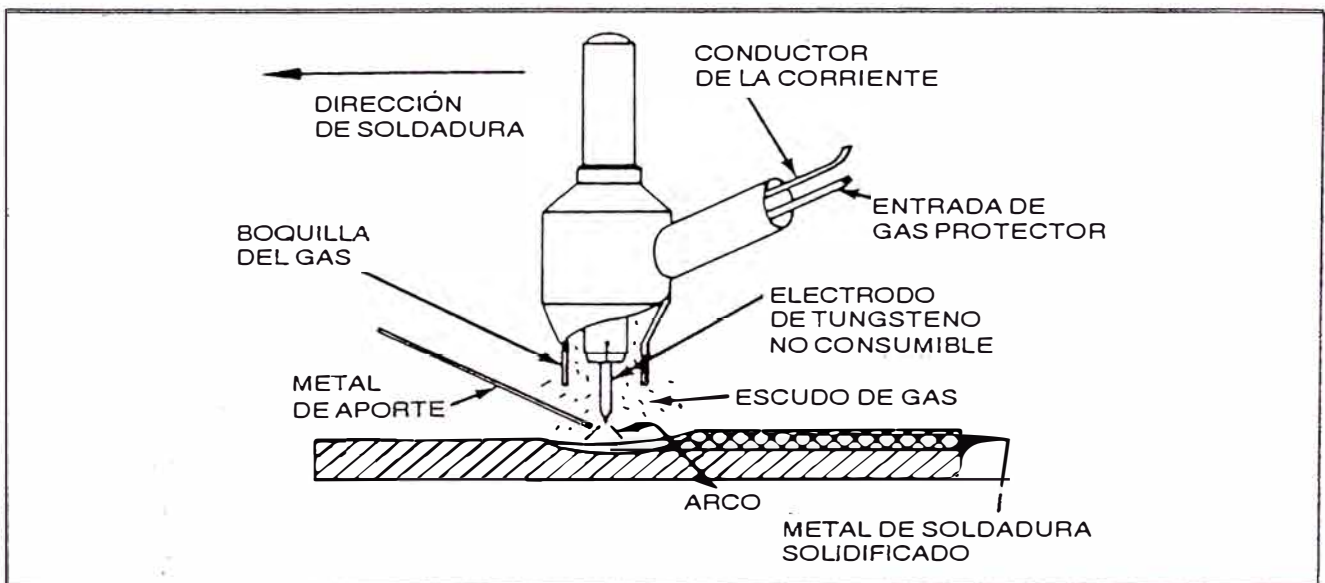
Ø 4 mm (5/32")	:	Nº 10
Ø 4.8 a 6.4 mm	:	Nº 12
≥Ø 6.4 mm	:	Nº 14
- Si se suelda en espacios cerrados con poca ventilación, es preciso suministrar aire auxiliar al soldador.
- La Norma de seguridad es según **ANSI Z49.1 : Seguridad al soldar y cortar**, publicada por la AWS.
- A fin de evitar choques eléctricos, el operador nunca debe soldar si está parado en una superficie húmeda.
- Cuando se suelda fuera de posición o con corrientes altas, para protegerse contra quemaduras debe usarse guantes resistentes al fuego, proteger tobillos y rodillas contra escoria y salpicaduras, se recomienda usar pantalones sin dobles y zapatos de trabajo altos.

4.2.2. PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO DE TUNGSTENO Y GAS. (GTAW)

Fundamentos del proceso

El proceso de soldadura por arco de tungsteno y gas se ilustra en la figura 4.4. El proceso utiliza un electrodo de tungsteno (o de una aleación de tungsteno) no consumible sostenido en un soplete. Se alimenta gas protector por el soplete para proteger el electrodo, el charco de soldadura y el metal de soldadura en proceso de solidificación de contaminación por parte de la atmósfera. El arco eléctrico se produce por el paso de corriente a través de l gas protector ionizado, que conduce la electricidad. El arco se establece entre la punta del electrodo y el trabajo. El calor generado por el arco funde el metal base. Una vez establecido el arco y el charco de

FIGURA 4.4 (a): Operación de Soldadura GTAW



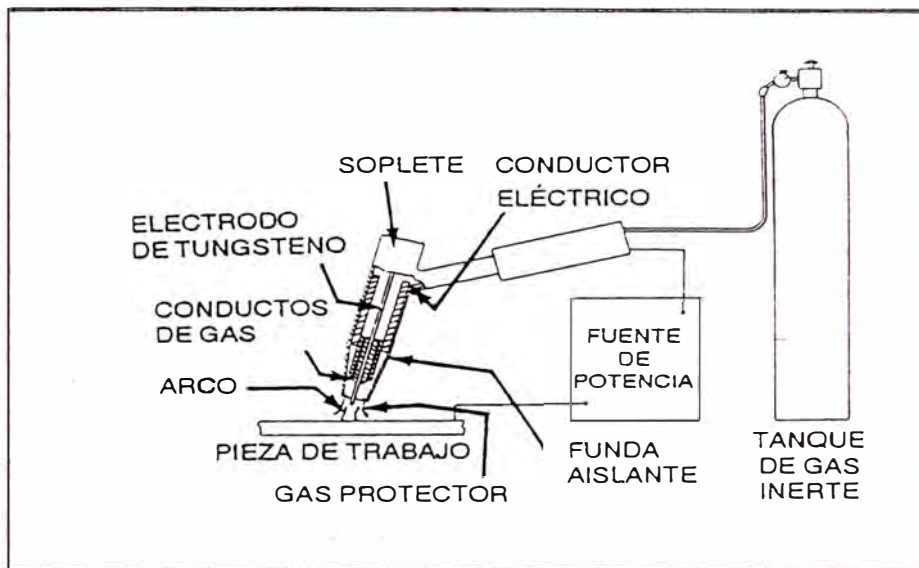


FIGURA 4.4 (b): Disposición del Equipo GTAW

soldadura, el soplete se mueve a lo largo de la unión y el arco funde progresivamente las superficies de empalme. Si se usa alambre de aporte, se alimenta por el borde delantero del charco de soldadura para llenar la unión. Todas las configuraciones de GTAW tiene en común cuatro componentes básicos:

- (1) Soplete
- (2) Electrodo.
- (3) Fuente de potencia para soldadura
- (4) Gas protector.

Ventajas del proceso.- Estas son algunas de las ventajas del proceso de arco de tungsteno y gas:

- (1) Produce soldadura de muy buena calidad, generalmente libres de defectos.
- (2) Está libre de las salpicaduras que ocurren con otros procesos de soldadura por arco.
- (3) Puede usarse con metal de aporte o sin él, según lo requiera la aplicación específica.
- (4) Ofrece control excelente de la penetración de pasada de raíz.

- (5) Puede producir soldaduras autógenas económicas a altas velocidades.
- (6) Puede usar fuentes de potencia de costo relativamente bajo.
- (7) Permite controlar de manera precisa las variables de soldadura.
- (8) Puede servir para soldar casi todos los metales, incluso las uniones de metales disímiles.
- (9) Permite controlar en forma independiente la fuente de calor y las adiciones de metal de aporte.

Limitaciones del Proceso.- Algunas de las limitaciones del proceso de arco de tungsteno y gas son:

- (1) Las tasas de deposición son más bajas que las que pueden alcanzarse con procesos SMAW con electrodo consumible.
- (2) El soldador requiere un poco más de destreza y coordinación que con la soldadura por arco de metal y gas o la de arco de metal protegido cuando suelda manualmente.
- (3) Para secciones de más de 10 mm (3/8") de espesor, resulta menos económica que los procesos de soldadura por arco con electrodo consumible.
- (4) Es difícil proteger debidamente la zona de soldadura en lugares donde hay corrientes de aire.

Entre los **problemas potenciales** del proceso están:

- (1) Puede haber inclusiones de tungsteno si se permite que el electrodo haga contacto con el charco de soldadura.
- (2) El metal de soldadura puede contaminarse si no se mantiene bien el escudo de gas protector alrededor del metal de aporte.
- (3) No es tolerable contaminación del metal base o de aporte.

- (4) Puede haber contaminación o porosidad causadas por fugas del refrigerante en sopletes enfriados por agua.

Variables del proceso.- Las principales variables en el proceso GTAW son:

- el voltaje del arco (longitud del arco),
- la corriente de soldadura,
- la velocidad de recorrido y,
- el gas protector.

La cantidad de energía producida por el arco es proporcional a la corriente y al voltaje. La cantidad transferida por unidad de longitud de soldadura es inversamente proporcional a la velocidad de recorrido. El arco en helio es más penetrante que en argón. Sin embargo, como todas estas variables tienen fuertes interacción, es imposible tratarlas como variables independientes al establecer los procedimientos de soldadura para uniones específicas.

- **Corriente del arco.-** En términos generales, la corriente del arco controla la penetración de la soldadura; su efecto es directamente proporcional, si no es que un poco exponencial. Además, la corriente del arco afecta el voltaje: si se mantiene constante la longitud del arco, su voltaje aumentará en proporción con la corriente. Por esta razón, si se desea mantener una longitud de arco fija, es preciso ajustar también el voltaje cuando se ajusta la corriente.

- **Voltaje del arco.-** El voltaje medido entre el electrodo de tungsteno y el trabajo se conoce comúnmente como voltaje del arco. Este voltaje es una variable muy dependiente, que acusa efectos por lo siguiente:

- (1) Corriente del arco.
- (2) Forma de la punta del electrodo de tungsteno.

- (3) Distancia entre el electrodo de tungsteno y el trabajo.
- (4) Tipo de gas protector.

El voltaje del arco cambia cuando cambian las otras variables, y sólo se utiliza para describir los procedimientos de soldadura porque es fácil de medir. Como las demás variables, como el gas protector, el electrodo y la corriente se determinan previamente, el voltaje del arco puede servir para controlar la longitud del arco, una variable crítica que es difícil de vigilar. La longitud del arco es importante en este proceso porque afecta la anchura del charco de soldadura; la anchura del charco es proporcional a la longitud del arco. Por tanto, en casi todas las aplicaciones con excepción de aquellas en las que se suelda lámina, la longitud de arco recomendada es la más corta posible.

- **Velocidad de recorrido.**- La velocidad de recorrido afecta tanto la anchura como la penetración de una soldadura por arco de tungsteno y gas, aunque el efecto sobre la anchura es más pronunciado que aquel sobre la penetración. La velocidad de recorrido es importante por su efecto sobre el costo. En algunas aplicaciones, la velocidad de recorrido se define como un objetivo, y las demás variables se seleccionan de modo que se logre la configuración de soldadura deseada a esa velocidad.

- **Alimentación del alambre.**- En la soldadura manual, la forma como el metal de aporte se añade al charco influye sobre el número de pasadas necesarias y el aspecto de la soldadura terminada. En la soldadura mecanizada y automática, la velocidad de alimentación del alambre determina la cantidad de metal de aporte depositada por unidad de longitud de la soldadura. Si se reduce la velocidad de alimentación del alambre, se incrementa la penetración y se aplanará el

perfil de la franja. Si el alambre se alimenta con demasiada lentitud, puede haber socavamiento, agrietamiento de la línea central y subrellenado de la unión. Al aumentarse la velocidad de alimentación del alambre se reduce la penetración de la soldadura y se produce una franja más convexa.

⇒ **Equipo.**

El equipo para GTAW incluye sopletes, electrodos y fuentes de potencia. Los sistemas de GTAW mecanizada puede incluir controles de voltaje del arco, osciladores del arco y alimentadores de alambre.

- **Sopletes para soldar.**- Los sopletes de GTAW sostienen el electrodo de tungsteno que transporta la corriente de soldadura al arco y conducen el gas protector a la zona del arco. Las especificaciones de los sopletes se refieren a la corriente de soldadura máxima que pueden transportar sin sobrecalentarse. En el Cuadro 4.3. Se dan los intervalos de corriente típicos. La mayor parte de los sopletes está diseñada para mejorar electrodos dentro de cierto intervalo de tamaños y diferentes tipo y tamaños de boquillas.

- **Sopletes enfriados por gas.**- El calor generado en el soplete durante la soldadura se elimina mediante enfriamiento por gas o bien por agua. Los sopletes enfriados por gas, eliminan el calor por medio del flujo del gas protector relativamente frío, a través del soplete, como se muestra en la figura 4.4. Los sopletes enfriados por gas están limitados a una corriente de soldadura máxima de unos 200 amperes.

<i>Cuadro 4.3.</i>			
<i>Especificaciones de corriente típicas para sopletes de GTAW enfriadas con gas y con agua</i>			
<i>Característica del soplete</i>	<i>Tamaño del soplete</i>		
	<i>Pequeño</i>	<i>Mediano</i>	<i>Grande</i>
Corriente máxima (trabajo continuo), A	200	200-300	500
Método de enfriamiento	Gas	Agua	Agua
Diámetros de electrodo Manejados, pulg.	0.020-3/32	0.040-5/32	0.040-1/4
Diámetros de copa de gas Manejados, pul.	¼ - 5/8	¼ - ¾	3/8 - ¾

- **Sopletes enfriados por agua.**- Los sopletes enfriados por agua eliminan el calor mediante el flujo continuo de agua a través de conductos interiores, el agua de enfriamiento entra en el soplete a través de la manguera de entrada, circula por el soplete y sale por la manguera de salida. Los sopletes enfriados por agua están diseñados para usarse con corrientes de soldadura en un ciclo de trabajo continuo más altas que los sopletes enfriados por gas de tamaño similar. Por lo regular es posible usar corrientes de 300 a 500 amperes. En la mayor parte de las aplicaciones mecanizadas o automáticas se emplean sopletes enfriados por agua.

Electrodos.- En GTAW la palabra tungsteno se refiere al elemento tungsteno puro y a las diferentes aleaciones de tungsteno empleadas como electrodos. Los electrodos de tungsteno son no consumibles si el proceso se emplea como es debido, ya que no se derriten ni se transfieren a la soldadura. En otros procesos, como SMAW, GMAW y SAW, el electrodo, el electrodo es el metal de aporte. La función del electrodo de tungsteno es servir como una de las terminales eléctricas del arco que proporciona el calor necesario para soldar. El punto de fusión del tungsteno es 3410°C (6170°F), y

cuando se acerca a esta temperatura se vuelve termoiónico; es decir, es una fuente abundante de electrones. El electrodo alcanza esta temperatura gracias al calentamiento por resistencia y, de no ser por el considerable efecto de enfriamiento de los electrones que se desprenden de su punta, dicho calentamiento haría que se fundiera la punta. De hecho, la punta del electrodo tiene una temperatura mucho menor que la parte que está entre la punta y el mandril con enfriamiento externo.

Clasificación de los electrodos.- Los electrodos de tungsteno se clasifican con base en su composición química, como se especifica en la Cuadro 4.4 Los requisitos para los electrodos de tungsteno se dan en la edición más reciente de ANSI/AWS A5.12, Especificación para electrodos de tungsteno y de aleación de tungsteno para soldadura y corte por arco. El sistema de identificación por código de color de las diversas clases de electrodos de tungsteno se muestra en la Cuadro 4.4

Cuadro 4.4.
Electrodos de tungsteno y copas de gas recomendados para diversas corrientes de soldadura

Diámetro del electrodo		Diam. Int. copa de gas	Corriente continua, A		Corriente alterna, A	
			Polaridad directa ^b	Polaridad Inversa ^b	Onda no Balanceada ^c	Onda balanceada ^c
pulg	mm	pulg	CCEN	CCEP		
0.010	0.25	¼	Hasta 15		Hasta 15	Hasta 15
0.020	0.50	¼	5-20		5-15	10-20
0.040	1.00	3/8	15-80		10-60	20-30
1/16	1.6	3/8	70-150	10-20	50-100	30-80
3/32	2.4	½	150-250	15-30	100-160	60-130
1/8	3.2	½	250-400	25-30	150-210	100-180
5/32	4.0	½	400-500	40-55	200-275	160-240
3/16	4.8	5/8	500-750	55-80	250-350	190-300
¼	6.4	3/4	750-1100	80-125	325-450	325-450

- a. Todos los valores se basan en el empleo de argón como gas protector.
- b. Usar electrodos EWTh-2.
- c. Usar electrodos EWP.

Clasificación AWS	Color^a	Elemento aleación	Óxido de aleación	Porcentaje en peso nominal del óxido de aleación
EWP	Verde	—	—	—
EWCe-2	Anaranjado	Cerio	CeO ₂	2
EWLa-1	Negro	Lantano	La ₂ O ₃	1
EWTh-1	Amarillo	Torio	ThO ₂	1
Ewrh-2	Rojo	Torio	ThO ₂	2
EWZr-1	Marrón	Zirconio	ZrO ₂	25
EWG	Gris	No se especifica ^b	—	—

- a. El color puede aplicarse en forma de bandas, puntos, etc. en cualquier punto de la superficie del electrodo.
 b. El fabricante debe identificar el tipo y el contenido nominal de la adición de óxido de tierra rara.

Tamaños y capacidades de corriente de los electrodos.- En la Cuadro 4.4. se indican los tamaños e intervalos de corriente de los electrodos de tungsteno y de tungsteno con torio, junto con los diámetros de copa de gas protector recomendados para usarse con diferentes tipos de potencia de soldadura.

Contaminación de los electrodos.- La contaminación del electrodo de tungsteno ocurre con mayor frecuencia cuando el soldador toca accidentalmente el charco de soldadura con la punta del electrodo o toca el tungsteno con el metal de aporte. El electrodo de tungsteno también puede oxidarse si el gas protector no es el adecuado o si su flujo es insuficiente durante la soldadura o después de extinguirse el arco. Otras fuentes de contaminación son: vapores metálicos del arco de soldadura, erupciones o salpicaduras del charco de soldadura, causadas por atrapamiento de gases, y evaporación de impurezas superficiales.

FIGURA 4.5 : Características de los tipos de corriente GTAW
(Ver Anexos)

la configuración más común empleada en GTAW, y se usa con argón, helio o una mezcla de los dos para soldar la mayor parte de los metales. Cuando el electrodo de tungsteno se conecta a la

terminal positiva (CCEP), se crea una acción de limpieza catódica en la superficie de la pieza de trabajo. Esta acción ocurre con todos los metales, pero es más importante cuando se suelda aluminio o magnesio porque elimina la película de óxido refractario que inhibe la humectación del soldamento por el metal de soldadura.

Gases Protectores.- El soplete dirige el gas protector hacia el arco y el charco de soldadura con el fin de proteger el electrodo y el metal fundido de la contaminación por gases atmosféricos. También puede usarse un gas purgante de respaldo para proteger el lado de debajo de la soldadura y las superficies de metal base adyacentes contra la oxidación durante la soldadura.

Tipos de gases protectores.- El argón y el helio, o las mezclas de estos dos, son los tipos más comunes de gases inertes empleados como escudo. En aplicaciones especiales se usan mezclas de argón e hidrógeno. Dependiendo del volumen utilizado, estos gases pueden suministrarse en cilindros o como líquidos en tanques aislados. El líquido se vaporiza y envía mediante tuberías a distintos puntos de la planta, con lo que se elimina el manejo de cilindros.

Argón: El argón (Ar) es un gas monoatómico inerte con peso molecular de 40. El argón de grado soldadura se refina hasta una pureza mínima de 99.95%. Esto es aceptable para soldar con GTAW la mayor parte de los metales excepto los reactivos y refractarios, para los cuales se requiere una pureza mínima del 99.997%. El argón se utiliza más ampliamente que el helio porque tiene las siguientes ventajas:

- (1) Acción de arco más uniforme y silenciosa.
- (2) Menor penetración.

- (3) Acción de limpieza al soldar materiales como el aluminio y el magnesio.
- (4) Menor costo y mayor disponibilidad.
- (5) Buena protección con tasas de flujo más bajas.
- (6) Mayor resistencia a ráfagas transversales.
- (7) Más fácil iniciación del arco.

Helio: El helio (He) es un gas monoatómico inerte muy ligero, con peso atómico de 4. El helio de grado soldadura se refina hasta una pureza de por lo menos el 99.99%. Con valores fijos de corriente de soldadura y longitud del arco, el helio transfiere más calor al trabajo que el argón. El mayor poder de calefacción del arco de helio puede ser ventajoso al soldar metales con elevada conductividad térmica y en aplicaciones mecanizadas de alta velocidad. Además, el helio se usa con mayor frecuencia que el argón para soldar placas gruesas. Las mezclas de helio y argón son útiles cuando se desea un término medio entre las características de ambos gases.

Características del argón y el helio: El factor principal que influye en la efectividad de la protección es la densidad del gas. El argón es aproximadamente una y un tercio veces más denso que el aire y diez veces más denso que el helio. El argón, después de salir por la boquilla del soplete, forma un manto sobre el área de soldadura. El helio, como es más ligero, tiende a elevarse alrededor de la boquilla. Trabajos experimentales han demostrado consistentemente que, para lograr una efectividad de protección equivalente, el flujo de helio debe ser de dos a tres veces el flujo del argón. La misma relación general se cumple para las mezclas de argón y helio, sobre todo las de alto contenido de helio.

Selección del gas protector: No hay una regla fija para escoger el gas protector para una aplicación en particular. En la mayor parte de las aplicaciones puede usarse con éxito argón, helio o una mezcla de argón y helio, con la posible excepción de la soldadura manual de materiales muy delgados, donde el argón es indispensable. En general, el argón produce un arco que opera de manera mas uniforme y silenciosa, se maneja con mayor facilidad y es menos penetrante que un arco escudado con helio. Por añadidura, el menor costo unitario y los requisitos de tasa de flujo más bajos del argón hacen a este mas preferible desde el punto de vista económico. El argón se prefiere en casi todas las aplicaciones, excepto aquellas en las que se requiere mayor penetración calorífica del helio para soldar secciones gruesas de metales con elevada conductividad térmica, como el aluminio y el cobre. En la Cuadro 4.6. se da una guía para seleccionar los gases.

Cuadro 4.6.
Tipos de corriente, electrodos de tungsteno y gases protectores recomendados para soldar diferentes metales

Tipo de metal	Espesor	Tipo de Corriente	Electrodo*	Gas protector
Aluminio..... a	Todos Más de 1/8 pulg Menos de 1/8 pulg	Corriente Alterna CCEN CCEP	Puro o con zirconio Toriado Toriado o con Zirconio	Argón o argón-helio Argón-helio o argón Argón
Cobre, aleaciones de cobre..... s	Todos Menos 1/8 pulg	CCEN Corriente alterna	Toriado Puro o con zirconio	Helio Argón
Aleaciones de magnesio..... a	Todos Menos 1/8 pulg	Corriente Alterna CCEP	Puro o con zirconio Con zirconio o con torio	Argón Argón
Niquel, aleaciones de níquel..... s	Todos	CCEN	Con torio	Argón
Aceros al carbono ordinarios, de baja aleación..... a	Todos Menos de 1/8 pulg	CCEN Corriente alterna	Con torio Puro o con zirconio	Argón o argón-helio Argón
Acero inoxidable..... e	Todos Menos de 1/8 pulg	CCEN Corriente alterna	Con Torio Puro o zirconiado	Argón o argón-helio Argón
Titanio.....	Todos	CCEN	Toriado	Argón



Soldadura manual.- La palabra “Manual” en el proceso GTAW implica que una persona controla todas las funciones del proceso de soldadura. Las funciones incluyen la manipulación del portaelectrodos y el control de las adiciones de metal de aporte, la corriente de soldadura, velocidad de recorrido y longitud del arco.

Equipo para soldadura manual: Además de una fuente de potencia apropiada y una fuente de gas protector, el equipo de GTAW manual incluye el soplete para soldar, mangueras y conductores eléctricos, pedal (o interruptor en el soplete) para regular los niveles de corriente durante el ciclo de soldadura, y controles del flujo de gas.

Técnicas de soldadura manual: La técnica para soldar a mano se ilustra en la figura 4.6. Una vez iniciado el arco, el electrodo se mueve describiendo un círculo pequeño hasta establecer el charco de soldadura deseado. Luego se sostiene el soplete con un ángulo de 15° respecto a la vertical como se muestra en la ilustración y se mueve a lo largo de la unión para fundir progresivamente las superficies de empalme. El metal de aporte, si se usa, se añade al borde delantero del charco. El portaelectrodos y la varilla de soldadura se deben desplazar progresivamente y con suavidad para que el charco de soldadura solidificada caliente no queden expuestos al aire que contaminaría el metal de soldadura o la zona térmicamente afectada. En general una envoltura grande de gas protector evita la exposición al aire. La varilla de soldadura por lo regular se sostiene con un ángulo de unos 15° respecto a la superficie del trabajo y se alimenta lentamente al charco de soldadura. Durante el proceso, el extremo caliente de la varilla no debe salir de la protección que brinda el escudo de gas inerte.

Soldadura Semiautomática.- La GTAW semiautomática se define como una soldadura con equipo que controla sólo la alimentación del metal de aporte; el avance del soplete se controla manualmente. Los sistemas semiautomáticos para GTAW se introdujeron alrededor de 1952 pero sólo se han usado en aplicaciones especiales.

Soldadura Automática.- La soldadura con equipo que lleva a cabo la operación sin que un operador ajuste los controles se denomina soldadura automática. El equipo puede o no cargar y descargar las piezas de trabajo.

FIGURA 4.6 : Técnica para soldadura manual

(Ver anexos)

➤ **Materiales.**

En esta sección se describen los materiales que pueden soldarse con el proceso GTAW. Las soldaduras autógenas se hacen fundiendo sólo el metal base. Si se usa metal de aporte, puede ser en forma de alambre o de inserciones consumibles precolocadas.

Materiales base: Casi todos los metales pueden soldarse con el proceso GTAW, incluidos varios grados de aceros al carbono, de aleación e inoxidables y otras aleaciones ferrosas; aleaciones resistentes al calor de diversos tipos; aleaciones de aluminio, aleaciones de magnesio, cobre y sus aleaciones, como cobre – níquel, bronce y latones, y aleaciones de níquel. Ciertos metales deben soldarse con el proceso GTAW porque es el que ofrece mayor protección en cuanto a contaminación por la atmósfera. Este

proceso resulta especialmente útil para soldar metales reactivos y refractarios y algunas aleaciones no ferrosas. No se usa para soldar metales como cadmio, estaño o zinc, cuyos líquidos tienen muy baja presión de vapor. La tabla 4.6. puede servir de guía para la selección de electrodos y gases. En general, los mejores resultados se obtienen con CCEN para casi todos los metales, a menos que se especifique lo contrario. La composición típica del electrodo de tungsteno es la toriada a 2%, si no se indica otra cosa.

Aceros al carbono y de aleación: La calidad de las soldaduras por arco de tungsteno y gas en aceros al carbono y de aleación acusa mayor influencia del contenido de impurezas del metal base (p.ej., azufre, fósforo, oxígeno) que las soldaduras hechas con SMAW o SAW. Esto se debe a que en GTAW no hay fundentes que eliminen o capturen estas impurezas. Los aceros de baja aleación y alta resistencia mecánica (HSLA) se sueldan fácilmente con el proceso GTAW, La pérdida de ductilidad por hidrógeno en estas aleaciones es un problema si hay contaminación por hidrocarburos o vapor de agua. El agrietamiento inducido por hidrógeno puede minimizarse con la aplicación de precalentamiento o un tratamiento térmico posterior o, en algunos casos en áreas muy húmedas, usando escudos de gas con estela. En general se usa argón como gas protector para soldar aceros al carbono y de aleación de hasta 12 mm (1/2 pulg) de espesor, porque el charco de soldadura es más fácil de controlar que si se usa helio. Al soldar secciones más gruesas puede emplearse argón o una mezcla argón-helio, dependiendo del espesor de las uniones.

Aceros inoxidables y aleaciones resistentes al calor: Los aceros inoxidables y las superaleaciones resistentes al calor con base de

hierro, níquel y cobalto se sueldan mucho con el proceso GTAW porque el gas inerte los protege de la atmósfera. Se recomienda argón para soldar a mano espesores de hasta 12mm (1/2 pulg) porque permite controlar mejor el charco de soldadura.

Metales de aporte.- Se dispone de metales de aporte para unir una amplia variedad de metales y aleaciones mediante soldadura por arco de tungsteno y gas. Si se usa metal de aporte, debe ser similar, aunque no necesariamente idéntico, al metal que se va a unir. Al unir metales disímiles, el metal de aporte será diferente de uno de los metales base, o de ambos. En general, la composición de metal de aporte se ajusta tratando de igualar las propiedades del metal base en su condición soldada (colada). Estos metales de aporte se producen con un mayor control sobre su química, pureza y calidad que los metales base. La elección del metal de aporte para cualquier aplicación es un término medio en cuanto a los aspectos de compatibilidad metalúrgica, idoneidad para el servicio propuesto y costo. También es preciso considerar las propiedades de resistencia a la tensión, el impacto y la corrosión, y de conductividad térmica o eléctrica que se requieren en un ensamble soldado en particular. En Cuadro 4.7. se dan las especificaciones de la AWS para metales de aporte aplicables a la soldadura por arco de tungsteno y gas.

Cuadro 4.7.	
Especificaciones de la AWS de metales de aporte apropiados para soldadura por arco de tungsteno y gas	
Número de especificación	Título
A 5.2.	Varillas de hierro y acero para soldadura con gas.
A 5.7	Varillas de electrodos para soldadura desnudos de cobre y aleaciones de cobre.
A 5.9	Varillas y electrodos para soldadura por arco de acero al cromo y al cromo níquel, resistentes a la corrosión, desnudos y compuestos con núcleo de metal, y trenzados.
A5.10	Varillas y electrodos desnudos para soldadura de aluminio y aleaciones de aluminio.
A 5.13	Varillas y electrodos de soldadura para recubrimiento.
A 5.14	Varillas y electrodos para soldadura desnudos de níquel y aleaciones de níquel.
A 5-16	Varillas y electrodos para soldadura desnudos de titanio y aleaciones de titanio.

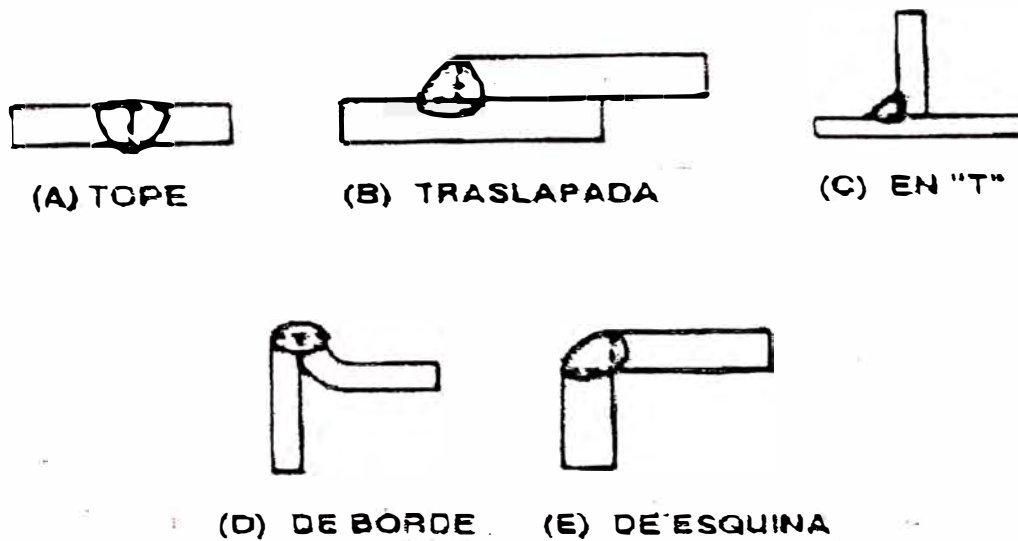
A 5-18	Electrodos de acero dulce para soldadura por arco de metal y gas.
A 5 – 19	Varillas y electrodos desnudos para soldadura de aleaciones de magnesio.
A 5-24	Varillas y electrodos para soldadura desnudos de zirconio y aleaciones de zirconio.

➤ Diseño de las Uniones.

En virtud de la diversidad de metales base y de sus características individuales (como tensión superficial, fluidez, punto de fusión, etc.), conviene usar geometrías o diseños de unión que ofrezcan condiciones óptimas para la soldadura. Entre los factores que influyen en el diseño de las uniones están la composición y espesor de los metales, los requisitos de penetración de la soldadura, la restricción de las uniones y los requisitos sus eficiencias.

Configuración básicas de las uniones.- Las cinco uniones básicas (a tope, traslapada, en “T”, de borde y de esquina) que se muestran en la figura 4.7. se pueden usar para prácticamente todos los metales. Hay muchas variaciones derivadas de estas uniones básicas. En todos los casos, el objetivo primordial es minimizar el costo al tiempo que se mantiene la calidad de soldadura y el nivel de rendimiento deseados para el diseño. Los factores que afectan el costo son el tiempo de preparación de la unión, el área de unión que debe rellenarse y el tiempo de preparación del equipo.

FIGURA 4.7 : Cinco uniones soldadas básicas



Preparación de la unión.- Una vez seleccionado un diseño de unión en particular, la consideración más importante es el método de preparación de la unión. Hay muchas formas de eliminar metal para preparar una configuración de unión dada; sin embargo, muchos problemas de GTAW, o supuestos problemas, son consecuencia directa del empleo de método inadecuados para preparar la unión. El más notable de éstos es el uso incorrecto de ruedas de amolar para preparar las uniones. El corte con gas oxicomcombustible y con arco de plasma también son aceptables a condición de que se elimine toda la escoria mediante un amolado minucioso.

Limpieza.- La limpieza, tanto de las áreas de unión como del metal de aporte, es muy importante cuando se suelda con el proceso GTAW. Es preciso eliminar por completo de los bordes de la unión y de las superficies metálicas los aceites, grasas, suciedad, pintura, crayón de marca y depósitos de óxido o corrosión, hasta una distancia que rebase la zona térmicamente afectada. Su presencia

durante la soldadura puede producir inestabilidad del arco y contaminación de la unión soldada.

Fijación.- Puede requerir fijación si las piezas por soldar no pueden sostenerse solas durante la soldadura o si no puede tolerarse ninguna distorsión resultante ni corregirse mediante enderezado.

Además, la fijación puede ser imprescindible en trabajos de alta calidad para mantener las estrechas tolerancias requeridas por el diseño o por los requisitos de inspección no destructiva.

Las funciones primarias de la fijación son las siguientes:

- (1) Situar las pieza con precisión dentro del ensamble.
- (2) Mantener la alineación durante la soldadura.
- (3) Minimizar la distorsión del ensamble soldado.
- (4) Controlar la acumulación de calor.

⇒ **Calidad de la Soldadura.**

Discontinuidades y defectos.- Las discontinuidades son interrupciones en la estructura típica de un ensamble soldado, y pueden ocurrir en el metal base, en el metal de soldadura o en las zonas térmicamente afectadas. Las discontinuidades que no satisfacen los requisitos del código o especificación de fábrica de una aplicación se clasifican como defectos, y su eliminación es necesaria porque podrían perjudicar el rendimiento del ensamble soldado en servicio.

Problemas y correcciones.-

Inclusiones de tungsteno.- Una discontinuidad que se presenta sólo en las soldaduras hechas con arco de tungsteno y gas son las

inclusiones de tungsteno. Es posible que se incrusten en una soldadura partículas de tungsteno del electrodo cuando se emplean procedimientos incorrectos con el proceso GTAW. Las causas más comunes son las siguientes:

- (1) Contacto de la punta del electrodo con charco de soldadura.
- (2) Contacto del metal de aporte y punta caliente del electrodo.
- (3) Contaminación de la punta del electrodo por salpicaduras del charco de soldadura.
- (4) Empleo de corriente por encima del límite para un tamaño o tipo de electrodo dado.
- (5) Extensión del electrodo del mandril más allá de su distancia normal (como cuando se usan boquillas largas), lo que causa sobrecalentamiento del electrodo).
- (6) Apretado incorrecto del mandril portaelectrodo.
- (7) Tasa de flujo de gas protector insuficiente o corrientes de aires excesivas, por ende la oxidación de la punta del electrodo,
- (8) Defectos como hendiduras o grietas en el electrodo.
- (9) Empleo de gases protectores indebidos, como mezclas argón-oxígeno o argón CO_2 que se usan para soldadura por arco de metal y gas.

Falta de protección.- Las discontinuidades relacionadas con la pérdida del escudo de gas inerte son las inclusiones de tungsteno previamente descritas, porosidad, películas e inclusiones de óxido, fusión incompleta y agrietamiento. El grado en que éstas ocurren está muy relacionado con las características del metal que se suelda. Además, las propiedades mecánicas del titanio, aluminio, níquel y aleaciones de acero de alta resistencia pueden sufrir un menoscabo importante si se pierde la protección por gas inerte. En muchos casos, la efectividad de la protección por gas puede

evaluarse antes de la soldadura de producción realizando una soldadura de punto y continuando el flujo de gas hasta que la soldadura se haya enfriado. Si el escudo fue efectivo, el punto tendrá aspecto plateado brillante.

Problemas de soldadura y sus remedios.- Son muchos los problemas que pueden surgir durante la preparación o realización de una operación de GTAW. Su solución requerirá una cuidadosa evaluación del material, la fijación, el equipo de soldadura y los procedimientos. En el Cuadro 4.8. se presentan algunos problemas que pueden presentarse y sus posibles remedios.

Cuadro 4.8.		
Guía de localización de problemas para soldadura por arco de tungsteno y gas		
Problema	Causa	Remedio
Consumo excesivo del electrodo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Flujo de gas insuficiente. 2. Operación con polaridad inversa. 3. Electrodo del tamaño incorrecto para la corriente requerida. 4. Calentamiento excesivo del portaelectrodos. 5. Electrodo contaminado. 6. Oxidación del electrodo durante el enfriamiento. 7. Empleo de gas que contiene oxígeno o CO₂ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar el flujo de gas. 2. Usar electrodo más grande o cambiar a polaridad directa. 3. Usar electrodo más grande. 4. Verificar que el mandril haga buen contacto. 5. Eliminar la porción contaminada. Los resultados seguirán siendo irregulares mientras haya contaminación. 6. Mantener el flujo de gas durante por lo menos 10 o 15 segundos después de apagar el arco. 7. Cambiar a las correcto.
Arco irregular	<ol style="list-style-type: none"> 1. El metal base está sucio o grasoso. 2. La unión es demasiado angosta. 3. El electrodo está contaminado. 4. El arco es demasiado largo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar limpiadores químicos apropiados, cepillo de alambre o abrasivos. 2. Abrir el surco de la unión; acercar más el electrodo al trabajo; reducir el voltaje. 3. Eliminar la porción contaminada del electrodo. 4. Acercar más el electrodo al trabajo para acortar el arco.
Porosidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Impurezas gaseosas atrapadas (hidrógeno, nitrógeno, ajre, vapor de agua). 2. Manguera de gas defectuosa o conexiones flojas. 3. Película de aceite en el metal base. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Purgar el aire de todas las línea antes de encender el arco; eliminar la humedad condensada en las líneas; usas gas inerte de grado para soldadura (99.99%). 2. Verificar que las mangueras y conexiones no tengan fugas. 3. Limpiar con agente químico sin propensión a descomponerse en el arco; NO SOLDAR SI EL METAL BASE ESTÁ HÚMEDO.
Contaminación de la pieza de trabajo con tungsteno.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contacto al encender con el electrodo. 2. Fusión del electrodo y aleación con el metal base. 3. Contacto entre el tungsteno y el charco fundido. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar iniciador de alta frecuencia; usar placa de encendido de cobre. 2. Usar corriente más baja o electrodo más grande; usar electrodo de tungsteno no torio o con zirconio. 3. Mantener el tungsteno fuera del charco fundido.

Prácticas seguras.- El tema general de la seguridad y las prácticas seguras en los procesos de soldadura, corte y similares se trata en ANSI Z49.1, *seguridad al soldar y cortar* . El empleo de

prácticas seguras al soldar y cortar asegurará que las personas no sufran heridas ni padezcan enfermedades y que las propiedades no sufran daños indeseados. Las áreas de peligro potencial durante la soldadura y el corte con arco incluyen , pero no están limitadas a el manejo de cilindros y reguladores, gases, humos, energía radiante y choque eléctrico. En esta sección se tratan brevemente las áreas asociadas a GTAW. Las prácticas seguras siempre deben ser la principal preocupación del soldador u operador.

- **Manejo seguro de cilindros y reguladores de gas.-** Los cilindros de gas comprimido deben manejarse con mucho cuidado. Los golpes, caídas o maltrato pueden dañar los cilindros, las válvulas o los dispositivos de seguridad y causar fugas o explosiones. Las tapas para proteger las válvulas, si están incluidas, siempre deben estar colocadas (apretadas a mano), excepto cuando los cilindros están en uso o conectados para usarse.

- **Gases peligrosos.-** Los principales gases tóxicos asociados a GTAW son el ozono, el dióxido de nitrógeno y el gas fosgeno. El fosgeno puede estar presente como resultado de la descomposición térmica o por luz ultravioleta de agentes limpiadores a base de hidrocarburos clorados, como tricloroetileno y percloroetileno, que se encuentren en las inmediaciones de las operaciones de soldadura.

Ozono.- La luz ultravioleta que emite el arco de soldadura actúa sobre el oxígeno de la atmósfera circundante para producir ozono. La cantidad de ozono que se produzca dependerá de la intensidad de la energía ultravioleta, la humedad, la acción filtradora de las emisiones de la soldadura y de otros factores.

Gases protectores inertes.- Es preciso contemplar una ventilación adecuada cuando se emplean gases inertes como protección y purgante. La acumulación de estos gases puede provocar asfixia en el personal de operación e inspección.

Vapores metálicos.- Generadas por el proceso GTAW pueden controlarse mediante ventilación natural, ventilación general, ventilación de escape local o equipo protector respiratorio, como se describe en ANSI Z49.1. El método de ventilación requerido para mantener el nivel de sustancias tóxicas en la zona de respiración del soldador dentro de límites de concentración aceptables depende directamente de varios factores, entre los que están el material que se suelda, el tamaño del área de trabajo y el grado de encerramiento o obstrucción del movimiento natural del aire en el lugar donde se está soldando. Es preciso evaluar cada operación en forma individual para determinar lo que se requiere.

Energía radiante.- Este es un peligro y puede causar heridas al soldador en dos áreas: los ojos y la piel. El tema general de la protección ocular se cubre en ANSI Z49.1 y ANSI Z87.1 Para proteger los ojos es preciso usar cristales o cortinas con filtros. Ver el Cuadro 4.9.

Cuadro 4.9.	
Tonos de lente recomendados para diversos intervalos de corriente de soldadura	
Número de sombra	Corriente de soldadura, A
8	Hasta 75
10	75 a 200
12	200 a 400
14	Más de 400

4.2.3. PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO DE METAL Y GAS (MGAW)

➤ **Introducción.**

Definición.- La soldadura por arco de metal y gas (gas metal arc welding, GMAW) es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte y el charco de soldadura. El proceso se realiza bajo un escudo de gas suministrado externamente y sin aplicación de presión.

GMAW puede operar en modalidades mecanizada, semiautomática o automática. Todos los metales de importancia comercial, como el acero al carbono, el acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodo y variables de soldadura apropiados.

• **Usos y ventajas:** Los usos del proceso, desde luego, están regidos por sus ventajas; las más importantes de éstas son:

- (1) Es el único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales.
- (2) GMAW no tiene la restricción de tamaño de electrodo limitado que se presenta con la soldadura por arco de metal protegido.
- (3) Puede soldarse en todas las posiciones, algo que no es posible con la soldadura por arco de metal sumergido.
- (4) Se logran tasas de deposición bastante más altas que con la soldadura por arco de metal protegido.
- (5) Las velocidades de soldadura son más altas que con soldadura por arco de metal protegido gracias a la alimentación

continua del electrodo y a las mayores tasas de deposición del metal de aporte.

(6) Como la alimentación de alambre es continua, es posible depositar soldaduras largas sin parar y volver a comenzar.

(7) Cuando se usa transferencia por aspersion, es posible lograr mayor penetración que con la soldadura por arco de metal protegido, lo que puede permitir el uso de soldaduras de filete más pequeñas para obtener una resistencia mecánica equivalente.

(8) Casi no se requiere limpieza después de la soldadura porque no se produce mucha escoria.

Estas ventajas hacen al proceso ideal para aplicaciones de soldadura en alto volumen de producción y automatizadas. Esto se ha hecho cada vez más obvio con la llegada de la robótica donde GMAW ha sido el proceso predominante.

• **Limitaciones:** Como el cualquier proceso de soldadura, hay ciertas limitaciones que restringen el uso de la soldadura por arco de metal y gas. Entre ellas están las siguientes:

(1) El equipo de soldadura es más complejo, más costoso y menos transportable que el de SMAW.

(2) GMAW es más difícil de usar en lugares de difícil acceso porque la pistola soldadora es más grande que un portaelectrodos de arco de metal protegido, y la pistola debe estar cerca de la unión (entre 10 y 19 mm) para asegurar que el metal de soldadura esté bien protegido.

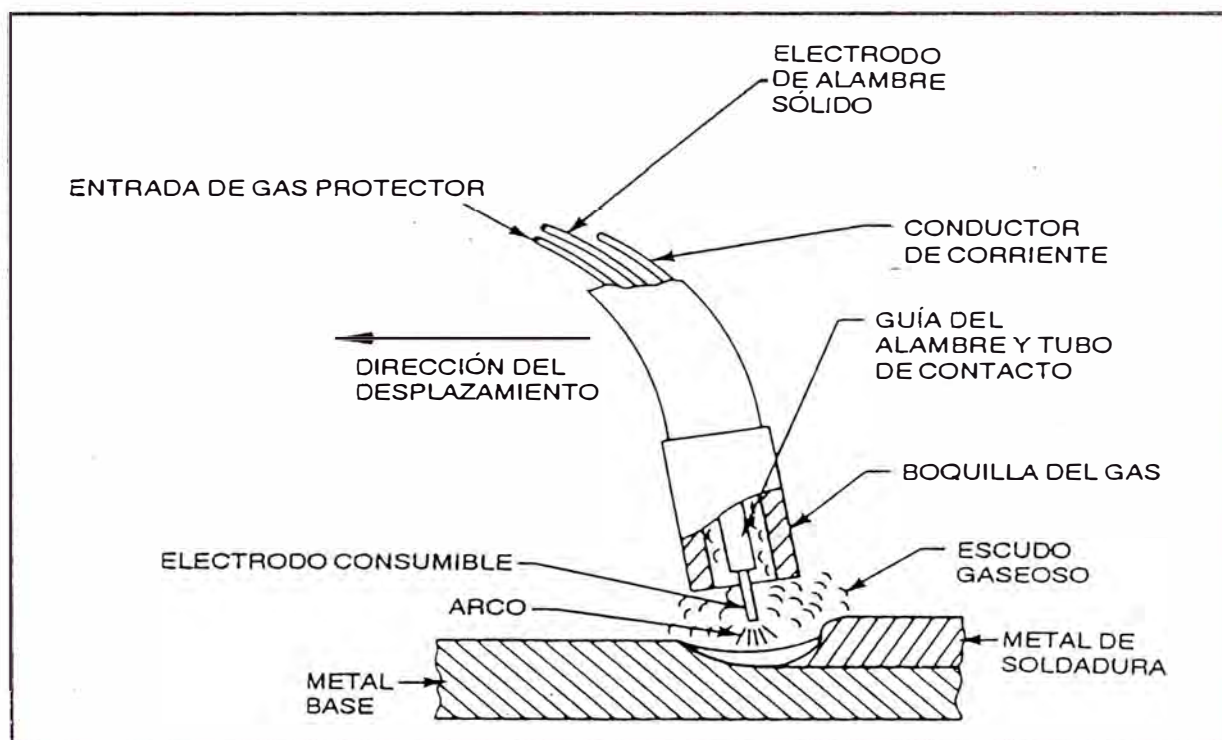
(3) El arco de soldadura debe protegerse contra corrientes de aire que puedan dispersar el gas protector. Esto limita las aplicaciones en exteriores a menos que se coloquen barreras protectoras alrededor del área de soldadura.

(4) Los niveles relativamente altos de calor radiado y la intensidad del arco pueden hacer que los operadores se resistan a utilizar el proceso.

➤ Fundamentos del Proceso.

Principios de Operación: El proceso GMAW se basa en la alimentación automática de un electrodo continuo consumible que se protege mediante un gas de procedencia externa. El proceso se ilustra en la figura 4.8. Una vez que el operador ha hecho los ajustes iniciales, el equipo puede regular automáticamente las

FIGURA 4.8: Proceso de soldadura GMAW



características eléctricas del arco. Por todo esto, en efecto, los únicos controles manuales que el soldador requiere para la operación semiautomática son los de velocidad y dirección del desplazamiento, así como también el posicionamiento de la pistola.

Cuando se cuenta con equipo y ajustes apropiados, la longitud del arco y la corriente (es decir, la velocidad de alimentación del alambre) se mantienen automáticamente. Los componentes básicas del equipo son la unidad de pistola soldadora y cables, la unidad de alimentación del electrodo, la fuente de potencia y la fuente de gas protector.

Mecanismo de Transferencia del metal: La mejor forma de describir las características del proceso GMAW es en términos de los tres mecanismos básicos empleados para transferir metal del electrodo al trabajo.

- (1) Transferencia en cortocircuito.
- (2) Transferencia globular.
- (3) Transferencia por aspersion.

El tipo de transferencia está determinado por varios factores. Entre los más influyentes de éstos están:

- (1) Magnitud y tipo de la corriente de soldadura.
- (2) Diámetro del electrodo.
- (3) Composición del electrodo.
- (4) Extensión del electrodo.
- (5) Gas protector.

Transferencia en cortocircuito: Este tipo de transferencia abarca el intervalo más bajo de corrientes de soldadura y de diámetros de electrodo asociados al proceso GMAW. La transferencia en cortocircuito produce un charco de soldadura pequeño, de rápida solidificación, que generalmente es apropiado para unir secciones delgadas, soldar fuera de posición y tapar aberturas de raíz anchas. El metal se transfiere del electrodo al trabajo sólo durante el

periodo en que el primero está en contacto con el charco de soldadura; no se transfiere metal a través del espacio del arco. El electrodo hace contacto con el charco de soldadura a razón de 20 a más de 200 veces por segundo. La rapidez con que aumenta la corriente debe ser suficiente para calentar el electrodo y promover la transferencia de metal, pero lo bastante baja como para minimizar las salpicaduras causadas por la separación violenta de la gota de metal. Esta tasa de aumento de la corriente se controla ajustando la inductancia de la fuente.

Transferencia globular: Con un electrodo positivo (CCEP), hay transferencia globular cuando la corriente es relativamente baja, sea cual sea el gas protector empleado. Sin embargo, con dióxido de carbono y helio este tipo de transferencia globular se caracteriza por un tamaño de gota mayor que el diámetro del electrodo. La gravedad actúa fácilmente sobre esta gota grande, por lo que en general sólo hay transferencia útil en la posición plana.

Transferencia con aspersion: Con un escudo rico en argón, es posible producir una modalidad de transferencia de “rocío axial” muy estable y libre de salpicaduras. Para esto es preciso usar corriente por encima de un valor crítico conocido como corriente de transmisión. Por debajo de este nivel, la transferencia se realiza en la modalidad globular antes descrita, a razón de unas cuantas gotas por segundo. Por encima de la corriente de transición, la transferencia se efectúa en forma de gotas muy pequeñas que se forman y sueltan a razón de centenares por segundo. Se aceleran axialmente a través del espacio del arco. La corriente de transición, que depende de la tensión superficial del metal líquido, es inversamente proporcional al diámetro del electrodo y, en menor

grado, a la extensión del electrodo. Varía con el punto de fusión del metal de aporte y la composición del gas protector. En la tabla 4.10 se dan las corrientes de transición típicas para algunos de los metales más comunes. El modo de transferencia por aspersion produce un flujo altamente direccional de gotas discretas aceleradas por las fuerzas del arco hasta alcanzar velocidades que vencen los efectos de la gravedad. Por esta razón, y en ciertas condiciones, el proceso puede usarse en cualquier posición. Como las gotas son más pequeñas que la longitud del arco, no hay cortocircuitos y las salpicaduras son insignificantes, si es que no se eliminan del todo. La modalidad de transferencia por arco de rocío puede servir para soldar casi cualquier metal o aleación gracias a las características inertes del escudo de argón. Sin embargo, puede ser difícil el proceso a láminas delgadas por las corrientes tan altas que se necesitan para producir el arco de rocío.

Cuadro 4.10.
Corrientes de transición de globular a aspersion para diversos electrodos

Tipo de electrodo de alambre	Diámetro del electrodo de alambre		Gas protector	Corriente de arco de rocío mínima, A
	Pulg	mm		
Acero dulce	0.030	0.8	98% de argón, 2% de oxígeno	150
Acero dulce	0.035	0.9	98% de argón, 2% de oxígeno	165
Acero dulce	0.045	1.1	98% de argón, 2% de oxígeno	220
Acero dulce	0.062	1.6	98% de argón, 2% de oxígeno	275
Acero inoxidable	0.035	0.9	98% de argón, 2% de oxígeno	170
Acero inoxidable	0.045	1.1	98% de argón, 2% de oxígeno	225
Acero inoxidable	0.062	1.6	98% de argón, 2% de oxígeno	285
Aluminio	0.030	0.8	Argón	95
Aluminio	0.045	1.1	Argón	135
Aluminio	0.062	1.6	Argón	180

Variables del proceso: Las que siguen son algunas de las variables que afectan la penetración de la soldadura, la geometría de la franja y la calidad global de la soldadura:

- (1) Corriente de soldadura(velocidad de alimentación)

- (2) Polaridad.
- (3) Voltaje del arco (longitud del arco).
- (4) Velocidad de recorrido.
- (5) Extensión del electrodo.
- (6) Orientación del electrodo
- (7) Posición de la unión que se va a soldar.
- (8) Diámetro del electrodo.
- (9) Composición y tasa de flujo del gas protector.

El conocimiento y control de estas variables es indispensable para producir consistentemente soldaduras de buena calidad. Estas variables no son del todo independientes, y cuando se modifica una casi siempre es necesario modificar una o más de las otras para obtener los resultados que se buscan. Se requiere considerable habilidad y experiencia para seleccionar los valores óptimos para cada aplicación. Estos valores óptimos son afectados por (1) el tipo de metal base, (2) la composición del electrodo, (3) la posición en que se suelda y (4) los requisitos de calidad. Por tanto, no hay un conjunto único de parámetros que produzca resultados óptimos en todos los casos.

➤ **Equipo.**

- El proceso GMAW se puede usar en forma semiautomática o automática. El equipo básico para cualquier instalación de GMAW consiste en lo siguiente:
 - (1) Pistola soldadora (enfriada por aire o agua).
 - (2) Unidad de alimentación del electrodo.
 - (3) Control de soldadura.
 - (4) Fuente de potencia para soldadura.

- (5) Suministro regulado de gas protector.
- (6) Suministro de electrodo.
- (7) Cables y mangueras para interconexión.
- (8) Sistema de circulación de agua (sopletes enfriados por agua).

• **Consumibles:** Además de los componentes del equipo, como las puntas de contacto y los forros del conducto, que se desgastan y deben reemplazarse, los consumibles del proceso GMAW son los electrodos y los gases protectores. La composición química del electrodo, del metal base y del gas protector determinan la composición del metal de soldadura. A su vez, esta composición determina en gran medida las propiedades químicas y mecánicas del ensamble soldado. Los que siguen son factores que influyen en la selección del gas protector y del electrodo:

- (1) Metal base.
- (2) Propiedades que debe tener el metal de soldadura.
- (3) Condición y limpieza del metal base.
- (4) Tipo de servicio o requisito de especificación aplicable.
- (5) Posición de soldadura.
- (6) Modalidad de transferencia de metal que se piensa usar.

Tipo de material base	Especificación de la AWS
Acero al carbono	A5.18
Acero de baja aleación	A5.28
Aleaciones de aluminio	A5.10
Aleaciones de cobre	A5.7
Magnesio	A5.19
Aleaciones de níquel	A5.14
Acero inoxidable de la serie 300	A5.9
Acero inoxidable de la serie 400	A5.9
Titanio	A5.16

-Electrodos: Los electrodos (metales de aporte) para la soldadura por arco de metal y gas están cubiertos por diversas especificaciones de la AWS para metal de aporte. Otras asociaciones que redactan normas también publican especificaciones de metal de aporte para aplicaciones específicas. Por ejemplo, la SAE redacta especificaciones para materiales aeroespaciales. En la Cuadro 4.11. se muestran las especificaciones de electrodos de la AWS, designadas como normas A5.XX, aplicables a GMAW.

➤ Gases Protectores

Generalidades: La función primaria del gas protector es impedir que la atmósfera entre en contacto con el metal de soldadura fundido. Esto es necesario porque la mayor parte de los metales, al calentarse hasta su punto de fusión en aire, presentan una marcada tendencia a formar óxidos y, en menor grado, nitruros. Además, el oxígeno reacciona con el carbono del acero fundido para formar monóxido y dióxido de carbono. Estos diversos productos de reacción pueden causar deficiencias de la soldadura, como escoria atrapada, porosidad y pérdida de ductibilidad del metal de soldadura. Además de proporcionar un entorno protector, el gas protector y la tasa de flujo tienen un efecto importante sobre lo siguiente:

- (1) Características del arco.
- (2) Modalidad de transferencia del metal.
- (3) Penetración y perfil de la franja de soldadura.
- (4) Velocidad de soldadura.
- (5) Tendencia al socavamiento.

- (6) Acción limpiadora.
- (7) Propiedades mecánicas del metal de soldadura.

En la Cuadro 4.12. se muestran los principales gases que se usan con GMAW. Casi todas son mezclas de gases inertes que también pueden contener pequeñas cantidades de oxígeno o CO₂.

Tabla 4.12.			
Gases protectores para transferencia por asperación en GMAW			
Metal	Gas Protector	Espesor	Ventajas
Aluminio	100% argón	● a 25mm (0 a 1 pulg)	Transferencia de metal y estabilidad del arco óptimas; mínimo de salpicaduras. Más alto aporte de calor que sólo con argón; mejoras características de fusión con aleaciones Al-Mg de la serie 5XXX.
	35% argón -65% helio	25 a 76mm(1a3 pulg)	
	25% argón -75% helio	más de 76mm (3 pulg)	Máximo aporte de calor; minimiza la porosidad.
Magnesio	100% argón	--	Excelente acción limpiadora.
Acero al carbono	95% argón	--	Mejora la estabilidad del arco; produce un charco de soldadura más fluido y controlable; buena coalescencia y perfil de franja; minimiza el socavamiento; permite velocidades más altas que el argón puro. Soldadura mecanizada de alta velocidad; soldadura manual de bajo costo.
	+3.5% oxígeno	--	
	90% argón +8/10% CO ₂	--	Soldadura mecanizada de alta velocidad; soldadura manual de bajo costo.
Acero de baja Aleación	98% argón	--	Minimiza el socavamiento; confiere buena tenacidad.
Acero inoxidable	-2% oxígeno	--	Mejora la estabilidad del arco; produce un charco de soldadura más fluido y controlable; buena coalescencia y perfil de franja; minimiza el socavamiento en aceros inoxidables gruesos. Ofrece mejor estabilidad de arco, coalescencia y velocidad de soldadura que la mezcla con 1% de oxígeno para piezas de acero inoxidable delgadas. Ofrece buen mojado; reduce la fluidez del metal de soldadura.
	99% argón	--	
	-1% oxígeno	--	
	98% argón	--	
	-2% oxígeno	--	
	100% argón	Hasta 3.2 mm (1/8 pulg)	

➤ Aplicaciones:

El proceso GMAW puede usarse con una amplia variedad de metales y configuraciones. El éxito en su aplicación depende de la elección correcta de lo siguiente:

- (1) Electrodo – composición, diámetro y empaque.
- (2) Gas protector y tasa de flujo.
- (3) Variables del proceso, incluidos amperaje, voltaje, velocidad de desplazamiento y modalidad de transferencia.
- (4) Diseño de las uniones (Ver anexos).

(5) Equipo, incluida la fuente de potencia, la pistola y el alimentador de alambre.

Selección del electrodo.- En la ingeniería de ensambles soldados, el objetivo es seleccionar los metales de aporte que producirán un depósito de soldadura con dos características básicas:

- (1) Un depósito que se asemeja mucho al metal base en sus propiedades mecánicas y físicas o que lo mejora; por ejemplo confiriéndole resistencia a la corrosión o al desgaste.
- (2) Un depósito de soldadura integro, libre de discontinuidades.

Cuadro 4.13.			
Electrodos recomendados para GMAW			
Material base		Clasificación de electrodo	Especificación de electrodo de la AWS (use la última edición)
Tipo	Clasificación		
Aluminio y aleaciones de aluminio (normas ASTM volumen 2.02)	1100 3003, 3004 5052, 5454 5083.5086 5456 6061, 6063	ER4043 ER5356 ER5554, ER556 O ER5183 ER5556 o ER5356 ER4043 o ER5356	A5.10
Cobre y aleaciones de cobre (normas ASTM Volumen 2.01)	Comercialmente puro Latón Aleaciones Cu-Ni Bronce manganeso Bronce de aluminio Bronce	ERCu ERCuSi-A, ERCuSn-A ERCuNi ERCuAl-A2 ERCuAl-A2 ERCuSn-A	A5.7
Titanio y Aleaciones de titanio (normas ASTM volumen 2.04)	Comercialmente puro Ti-6AL-4V Ti-O.15 Pd Ti-5*1-2.5 Sn Ti-13V-11Cr-3AL	ERTi-1, -2, -3, -4 ERTi-6Al-4V ERTi-0.2Pd ERTi-5A1-2.5Sn ERTi-13V-11Cr-3AL	A5.16
Aceros inoxidables austeníticos (normas ASTM volumen 1.04)	Tipo 201 Tipos 301, 302 304 y 308 Tipo 304L Tipo 310 Tipo 316 Tipo 321 Tipo 347	ER308 ER308 ER308L ER310 ER316 ER321 ER347	A5.9
Aceros al carbono	Aceros al carbono ordinario rodados en caliente y en frio	E70S-3, o E70S-1 E70S-2, E70S-4 E70S-5, E70S-6	A5.18

-Alambres tubulares: En el proceso GMAW se usan alambres tanto sólidos como tubulares. Estos últimos tiene un núcleo de polvo metálico que incluye pequeñas cantidades de compuestos estabilizadores del arco. Estos alambres producen un arco estable y

tienen eficiencia de deposición similares a las de los alambres sólidos. El enfoque tubular permite fabricar electrodos metálicos de baja escoria y alta eficiencia con composiciones que no sería fácil fabricar como alambres sólidos.

-Selección del gas protector: Como se apuntó en secciones anteriores, el gas protector que se emplea para el proceso de arco de metal y gas puede ser inerte (argón o helio), reactivo (CO_2) o una mezcla de ambos tipos. Se puede agregar un poco de oxígeno y en ocasiones de hidrógeno a fin de lograr otras características de arco y geometrías de franja de soldadura deseadas. La selección del mejor gas protector se basa en la consideración del material que se va a soldar y del tipo de transferencia de metal que se empleará. Para la transferencia por arco de rocío, el Cuadro 4.12. presenta los gases protectores de uso más común para diversos materiales.

-Establecimiento de las variables del proceso: La selección de los parámetros del proceso (amperaje, voltaje, velocidad de desplazamiento, tasa de flujo del gas, extensión del electrodo, etc) requiere una estrategia de prueba y error para determinar un conjunto de condiciones aceptable. Esto se dificulta aún más por la interdependencia de muchas de las variables, mismo que se lista en la Cuadro 4.14

Cuadro 4.14.

Condiciones típicas para la soldadura por arco de metal y gas de acero al carbono y de baja aleación en la posición plana

Espesor del material		Tipo de soldadura	Diámetro del alambre		Corriente y voltaje ¹		Velocidad de alimentación del alambre	Gas protector ²	Flujo de Gas
pulg	mm		pulg	mm	amps	volts	Pulg/min		Pies ³ /h
.062	1.6	A tope ³	.035	0.9	95	18	150	Ar 75%, CO ₂ -25%	25
.125	3.2	A tope ³	.035	0.9	140	20	250	Ar 75%, CO ₂ -25%	25
.187	4.7	A tope ³	.035	0.9	150	20	265	Ar 75%, CO ₂ -25%	25
.250	6.4	A tope ³	.035	0.9	150	21	265	Ar 75%, CO ₂ -25%	25
.250	6.4	A tope ⁴	.045	1.1	200	22	250	Ar 75%, CO ₂ -25%	25

1. Corriente continua con el electrodo positivo.
2. También puede usarse CO₂ grado soldadura.
3. Abertura de raíz de 0.8 mm (0.03 pulg)
4. Abertura de raíz de 1.6 mm (0.062 pulg)

-Selección del equipo: Al seleccionar equipo, el comprador debe considerar los requerimientos de la aplicación, el intervalo de potencia de salida, las características estáticas y dinámicas y las velocidades de alimentación del alambre. Si se contempla soldadura fuera de posición, el usuario deberá investigar las máquinas soldadoras de potencia a pulsos. Si se desea soldar acero inoxidable de calibre pequeño, podría considerarse una fuente de potencia con pendiente e inductancia ajustables. Si se piensa adquirir equipo nuevo, conviene pensar un poco en la versatilidad del equipo y en la estandarización. En cambio, si se piensa realizar un gran número de trabajos distintos (como en un taller), muchos de los cuales tal vez nos se conozcan en el momento de hacer la selección, la versatilidad es muy importante.

☉ Inspección y calidad de la soldadura:

-Introducción: Los procedimientos de control de calidad para las uniones de GMAW son muy similares a los que se usan para otros procesos. De acuerdo con las especificaciones aplicables, los

procedimientos de inspección deberán servir para determinar si es apropiado el desempeño del soldador satisfactorio y para realizar un examen completo del producto final soldado. La inspección de la soldadura del producto terminado se limita a los métodos de examen no destructivos como la inspección visual, con líquido penetrante, con partículas magnéticas, radiográfica y ultrasónica. Las pruebas destructivas (de tensión, corte, fatiga, impacto, flexión, fractura, pelado, sección transversal o dureza) por lo regular se limitan al desarrollo de ingeniería, la calificación de procedimientos de soldadura y la calificación del rendimiento de los soldadores y operadores.

-Posibles problemas:

Pérdida de ductilidad por hidrógeno: Es importante estar conscientes de los problemas de pérdida de ductilidad que pueden presentarse a causa del hidrógeno, si bien no es muy probable que esto suceda con GMAW porque no se usan fundentes o recubrimientos higroscópicos. No obstante, es recomendable tener en cuenta otras fuentes de hidrógeno. El metal depositado por GMAW no es tan tenaz como el depositado por soldadura por arco de tungsteno y gas. Sin embargo, cabe señalar que es posible añadir el gas protector oxígeno en proporciones de hasta el 5% o más sin afectar adversamente la calidad de la soldadura.

Limpieza: La limpieza del metal base cuando se usa GMAW es más crítica que cuando se usa SMAW o SAW (soldadura por arco sumergido). Los compuestos fundentes presentes en SMAW y SAW capturan impurezas y limpian el depósito de metal fundido eliminando óxidos y compuestos que forman gases. Estas escorias

fundentes no están presentes en GMAW, y esto hace crecer la importancia de limpiar minuciosamente el área de soldadura antes de soldar y entre cada pasada, sobre todo cuando se suelda aluminio.

Fusión incompleta: El menor aporte de calor característico de la modalidad de GMAW en cortocircuito da como resultado una penetración somera en el metal base. Esto es deseable en materiales de calibre delgado y al soldar fuera de posición, pero si la técnica de soldadura no es la apropiada, el resultado puede ser una fusión incompleta, sobre todo en el área de la raíz o a lo largo de las caras del surco.

Discontinuidades de soldadura: En los párrafos que siguen se analizan algunas de las discontinuidades de soldadura más comunes que pueden ocurrir con el proceso GMAW.

Socavamiento: Las siguientes son posibles causas de un socavamiento, y las medidas que pueden tomarse para corregirlo

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Velocidad de desplazamiento excesiva. (2) Voltaje de soldadura demasiado alto. (3) Corriente de soldadura excesiva. (4) Insuficiente permanencia. (5) Ángulo de la pistola.	Reducir la velocidad de desplazamiento. Reducir el voltaje. Reducir la velocidad de alimentación del alambre. Prolongar la permanencia en el borde del charco de soldadura. Cambiar el ángulo para que la fuerza del arco ayude a colocar el metal.

Porosidad: Las que siguen son posibles causas de porosidad, y las medidas que pueden tomarse para corregirla:

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Cobertura de gas protector insuficiente	Optimizar el flujo de gas. Aumentar el flujo hasta desplazar todo el aire de la zona de soldadura. Reducir el flujo excesivo para evitar turbulencia y el atrapamiento de aire en la zona de soldadura. Eliminar fugas de las líneas de gas. Eliminar corrientes de aire (de ventiladores, puertas abiertas, etc.) que incidan sobre el arco de soldadura. Restaurar por medio de

<p>(2) Contaminación por gas. (3) Contaminación del electrodo. (4) Contaminación de la pieza de trabajo.</p> <p>(5) Excesivo voltaje de arco. (6) Tubo de contacto demasiado alejado del trabajo.</p>	<p>calentadores los reguladores congelados (taponados) cuando se suelda con CO₂. Reducir la velocidad de soldadura. Reducir la distancia boquilla-trabajo. Detener la pistola al final de la soldadura hasta que se solidifique el metal fundido.</p> <p>Usar gas protector grado pios y secos. Usar sólo electrodos limpios y secos. Quitar de la superficie de trabajo toda la grasa, aceite, humedad, orín, pintura y suciedad antes de soldar. Usar un electrodo más desoxidante. Reducir el voltaje. Reducir la extensión.</p>
--	---

Fusión incompleta.- Las que siguen son posibles causas de fusión incompleta, y las medidas que pueden tomarse para corregirla:

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Las superficies de la zona de soldadura no están libres de películas o de exceso de óxido.	Limpiar todas las caras de los surcos y las superficies de la zona de soldadura, eliminando todas las impurezas de forja antes de soldar.
(2) Insuficiente aporte de calor.	Aumentar la velocidad de alimentación del alambre y el voltaje del arco. Reducir la extensión del electrodo.
(3) Charco de soldadura demasiado grande.	Minimizar el zigzag excesivo a fin de producir un charco más controlable. Aumentar la velocidad de recorrido.
(4) Técnica de soldadura inadecuada.	Si se usa una técnica de zigzag, permanecer momentáneamente en las paredes del surco. Mejorar el acceso a la raíz de las uniones. Mantener el electrodo dirigido hacia el borde delantero del charco.
(5) Diseño incorrecto de las uniones (véase la figura 4.38).	Usar un ángulo de surco suficiente para permitir el acceso al fondo del surco y a las paredes con la extensión de electrodo correcta, o usar un surco en "J" o en "U".
(6) Velocidad de recorrido excesiva.	Reducir la velocidad de recorrido.

Penetración incompleta de la unión: Las que siguen son posibles causas de una penetración incompleta en las uniones, y las acciones que pueden emprenderse para corregirla:

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Preparación incorrecta de la unión.	El diseño de la unión debe proveer acceso apropiado al fondo del surco y al mismo tiempo mantener la extensión de electrodo correcta. Reducir la cara de raíz si es excesivamente grande.

(2) Técnica de soldadura incorrecta.	Mantener el ángulo del electrodo normal a la superficie del trabajo a fin de lograr penetración máxima. Mantener el arco en el borde delantero del charco.
(3) Corriente de soldadura insuficiente	Aumentar la velocidad de alimentación del alambre (corriente de soldadura).

Grietas en el metal de soldadura: Todas las que siguen son posibles causas de que se agriete el metal de soldadura, y sus acciones correctivas:

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Diseño incorrecto de las uniones.	Mantener las dimensiones de surco correctas para que sea posible depositar suficiente metal de aporte y sobreponerse a condiciones de restricción.
(2) Razón profundidad(anchura de la soldadura demasiado alta	Aumentar el voltaje o reducir la corriente, o ambas cosas, a fin de ensanchar la franja de soldadura o reducir la penetración.
(3) Franja soldadura demasiado pequeña (sobre todo en franjas de filéte o de raíz).	Reducir la velocidad de desplazamiento para aumentar el área seccional del depósito.
(4) Excesivo aporte de calor, que causa demasiado encogimiento y distorsión.	Reducir la corriente o el voltaje, o ambas cosas. Aumentar la velocidad de desplazamiento.
(5) Friabilidad en caliente.	Usar electrodo con mayor contenido de manganeso (usar arco más corto para minimizar la pérdida de manganeso en el arco).
(6) Fuerte restricción de los miembros de la unión..	Usar precalentamiento para reducir la magnitud de los esfuerzos residuales. Ajustar la secuencia de soldadura a fin de reducir las condiciones de restricción.
(7) Enfriamiento rápido en el cráter del extremo de la unión	Eliminar los cráteres con la técnica de paso hacia atrás.

Grietas en la zona térmicamente afectada: El agrietamiento de la zona térmicamente afectada casi siempre está asociado a los aceros endurecibles.

Posibles causas	Acciones correctivas
(1) Endurecimiento en la zona térmicamente afectada.	Precalentar para hacer más lentas la tasa de enfriamiento.
(2) Excesivos esfuerzos residuales.	Utilizar tratamiento térmico para liberación de tensiones.
(3) Pérdida de ductibilidad por hidrógeno.	Usar electrodos limpios y gas protector seco. Eliminar contaminantes del metal base. Mantener la soldadura a temperaturas elevadas durante varias horas antes de enfriar (la temperatura y el tiempo necesario para eliminar el hidrógeno varían dependiendo del tipo de metal base).

☉ Prácticas seguras:

Introducción: La seguridad en la soldadura, el corte y procesos afines se trata en ANSI Z49.1, *Seguridad al soldar y cortar*. En la soldadura y el corte por arco hay ciertas áreas de peligro potencial (incluidos humos, gases, energía radiante, ruido, manejo de cilindros y reguladores y choque eléctrico) que ameritan consideración. En esta acápíte se describirán brevemente aquellas áreas que pueden estar asociadas al proceso GMAW.

Gases: Los principales gases tóxicos asociados al proceso GMAW son el ozono, el dióxido de nitrógeno y el monóxido de carbono.

- **Ozono:** La luz ultravioleta que emite el arco de GMAW actúa sobre el oxígeno de la atmósfera circundante para producir ozono. En general, la concentración de ozono aumenta al incrementarse la corriente de soldadura, al usar argón como gas protector y al soldar metales muy reflejantes. Se debe ventilar la zona de trabajo al aumentar la concentración de ozono.

- **Monóxido de carbono:** El calor del arco disocia el escudo de dióxido de carbono que se emplea con el proceso GMAW, con la formación de monóxido de carbono. El proceso de soldadura sólo crea cantidades pequeñas de dióxido de carbono, pero se pueden generar temporalmente concentraciones relativamente elevadas en la nubecilla de emisiones. El monóxido de carbono caliente se oxida a dióxido de carbono, así que las concentraciones del primero se reducen a niveles insignificantes a distancias de más de 75 ó 100 mm (3" ó 4") de la nubecilla de emisiones.

En condiciones de soldadura normales, esta fuente de monóxido de carbono no deberá representar un peligro. Se deberá suministrar ventilación suficiente para desviar la nubecilla o eliminar los humos y gases (véase ANSI Z49.1, Seguridad al soldar y cortar).

Energía radiante: La energía radiante total producida por el proceso GMAW puede ser más alta que la generada por SMAW, por su mayor energía de su arco, la menor producción de humos y el hecho de que el arco está más expuesto. En general, la energía radiante ultravioleta de máxima intensidad se produce cuando se emplea argón como gas protector y cuando se suelda aluminio.

Las sombras de filtro de vidrio recomendados en ANSI Z49.1. para GMAW se presentan como una guía en la Cuadro 4.15.

Cuadro 4.15.		
Tonos de filtro de vidrio sugeridos para GMAW		
Corriente de soldadura, A	Número de tono mínimo	Núm. De tono cómodo
Menos de 60	7	9
60 – 160	10	11
160 – 250	10	12
250 – 500	10	14

4.2.4 PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO SUMERGIDO (SAW)

⇒ Fundamentos del Proceso:

Descripción: La soldadura por arco sumergido (submerged arc welding, SAW) produce la coalescencia de metales calentándolos con un arco entre un electrodo de metal desnudo y el trabajo. El

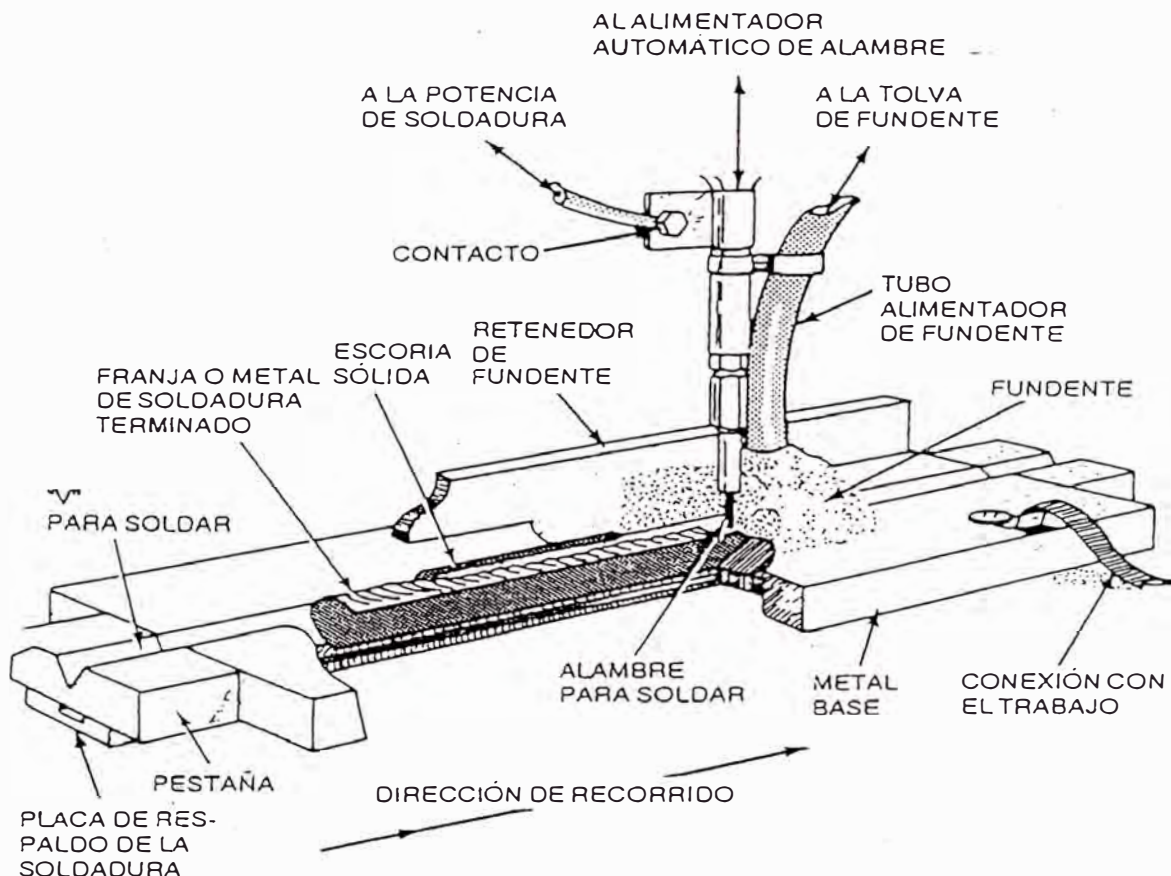
arco y el metal derretido están “sumergidos” en un manto de fundente granular fusible sobre el trabajo. No se aplica presión, y el metal de aporte se obtiene del electrodo y en ocasiones de un suministro complementario como una varilla para soldar o gránulos metálicos. En SAW, el arco está cubierto por fundente, el cual desempeña un papel preponderante porque: (1) la estabilidad del arco depende del fundente, (2) las propiedades mecánicas y químicas del depósito de soldadura final se pueden controlar con el fundente y (3) la calidad de la soldadura puede ser afectada por la forma como se maneje el fundente. La soldadura por arco sumergido es un proceso de soldadura de producción versátil capaz de soldar con corrientes de hasta 2000 amperes de ca o cc, empleando uno o varios alambres o tiras de metal de aporte. Es posible usar fuentes de potencia tanto de ca como de cc en la misma soldadura simultáneamente.

Principios de funcionamiento: En la soldadura por arco sumergido, el extremo de un electrodo continuo de alambre desnudo se inserta en un montículo de fundente que cubre el área o la unión que se va a soldar. Se enciende un arco empleando uno de seis métodos de iniciación del arco, mismos que se describirán más adelante en este capítulo. A continuación, un mecanismo alimentador de alambre comienza a introducir el electrodo en la unión a una velocidad controlada, y el alimentador se desplaza manual o automáticamente a lo largo de la soldadura. En la soldadura mecanizada o automática, el trabajo puede desplazarse debajo de un alimentador de alambre estacionario.

En todo momento, se alimenta fundente adicional adelante del electrodo y a su alrededor, y se distribuye continuamente sobre la unión. El calor producido por el arco eléctrico derrite

progresivamente parte del fundente, el extremo del alambre y los bordes adyacentes del metal base, creando un charco de metal fundido debajo de una capa de escoria líquida. El baño fundido cerca del arco presenta mucha turbulencia, y burbujas de gas ascienden rápidamente a la superficie del charco. El fundente flota sobre el metal derretido y protege por completo de la atmósfera la zona de soldadura y disuelve las impurezas del metal base y del electrodo, que entonces flotan sobre el charco. Además el fundente puede agregar ciertos elementos de aleación al metal de soldadura como extraerlos de él. El metal de soldadura y el fundente líquido se enfrían y solidifican, formando una franja de soldadura con una capa protectora de escoria encima. Es importante eliminar por completo la escoria antes de efectuar otra pasada de soldadura. El proceso se ilustra en la figura 4.10.

FIGURA 4. 10 : Esquema del proceso de soldadura SAW



Entre los factores que determinan si conviene o no usar soldadura por arco sumergido están:

- (1) La composición química y las propiedades mecánicas que debe tener el depósito final.
- (2) El espesor del metal base que se va a soldar.
- (3) La accesibilidad de la unión.
- (4) La posición en que se va a soldar
- (5) La frecuencia o la cantidad de soldaduras que se van a efectuar.

Métodos generales: La soldadura por arco sumergido se puede aplicar en tres modos distintos: automático, semiautomático y mecanizado. En todos ellos es preciso colocar el trabajo de modo que el fundente y el charco de soldadura permanezca en su sitio hasta solidificarse. Ya existen o pueden construirse muchos tipos de fijación y equipos de posicionamiento para satisfacer este requisito.

Soldadura semiautomática: Este proceso se realiza con una pistola soldadora de mano que suministra tanto el fundente como el electrodo. El electrodo es impulsado por un alimentador de alambre; el fundente puede suministrarse mediante una tolva de gravedad montada en la pistola o alimentarse a presión a través de una manguera. Este método requiere conducción manual empleando electrodos de diámetro relativamente pequeño y velocidades de recorrido moderadas. El desplazamiento puede ser manual o impulsado por un motor pequeño montado en la pistola.

Soldadura automática: En la soldadura automática se efectúa con equipo que realiza la operación de soldadura sin que un

operador tenga que vigilar y ajustar continuamente los controles. El costoso equipo de autorregulación se puede justificar si se desea alcanzar tasas de producción elevadas.

Soldadura mecanizada: En la soldadura mecanizada se emplea equipo que realiza toda la operación de soldadura, pero bajo la vigilancia de un operador que coloca el trabajo en su posición, inicia y detiene la soldadura, ajusta los controles y fija la velocidad de cada soldadura.

☛ **Equipo:**

Fuentes de potencia: La elección de la fuente de potencia para un sistema de soldadura por arco sumergido desempeña un papel operativo muy importante. Hay varios tipos de fuente de potencia adecuados para la soldadura por arco sumergido. Las fuentes de potencia de **cc** pueden ser del tipo de transformador-rectificador o de motor-generador, y proporcionar salida de voltaje constante (**cv**), corriente constante (**cc**) o salida **cv/cc** seleccionable. Las fuentes de potencia de **ca** por lo general son del tipo de transformador, y pueden suministrar una salida de **cc** o bien de **cv** de onda cuadrada. Como en general el proceso SAW es de corriente elevada con ciclo de trabajo alto, se recomienda una fuente de potencia capaz de suministrar un amperaje alto con ciclo de trabajo del 100%.

☛ **Materiales:**

La soldadura por arco sumergido se emplea para fabricar ensambles de casi todos los materiales empleados en la actualidad, desde aceros al carbono “ordinarios” hasta aleaciones exóticas con

base de níquel. La mayor parte de los aceros y aleaciones se pueden soldar fácilmente con alambres y fundentes comerciales, aunque algunos metales requieren alambres de electrodo especiales de composición química precisa y fundentes especiales diseñados para conferir a la unión soldada propiedades específicas.

Metales base: Las que siguen son clases generales de metales base que se pueden soldar:

- (1) Aceros al carbono con contenido de carbono de hasta 0.29%.
- (2) Aceros de baja aleación [con resistencia al vencimiento de hasta 100 ksi (690 Mpa)].
- (3) Aceros al cromo-molibdeno (0.5 a 9% de Cr y 0.5 a 1% de Mo).
- (4) Aceros inoxidable.
- (5) Aleaciones con base de níquel.

Electrodos.- Estos producen depósitos de soldadura que coinciden con los metales base ya descritos. Se suministran como alambre desnudo y como electrodos compuestos con núcleo metálico. Se empacan en carretes que van desde 11 Kg a 400 Kg. Los electrodos de acero suelen estar recubiertos de cobre, excepto los resistentes a la corrosión, éste recubrimiento prolonga la vida en almacenamiento, reduce el desgaste en tubo de contacto y mejora la conductividad eléctrica. En el **Cuadro 4.16.** se presentan pautas generales para seleccionarlo.

Cuadro 4.16.		
Alambres por arco sumergido – diámetros contra intervalo de corriente		
Diámetro de alambre		Intervalo de corriente (amperes)
pulg	mm	
5/64	2.3	200 – 500
3/32	2.4	300 – 600
1/8	3.2	300 – 800
5/32	4.0	400 – 900
3/16	4.8	500 – 1200
7/32	5.6	600 – 1300
1/4	6.4	600 – 1600

Fundentes.- Los fundentes protegen el charco de soldadura de la atmósfera al cubrir el metal con escoria fundida (fundente fusionado). Los fundentes limpian el charco de soldadura, modifican la composición química del metal de soldadura e influyen en la forma que adquirirá la franja de soldadura y en las propiedades mecánicas que tendrá. Los fundentes son compuestos minerales granulares que se mezclan de acuerdo con diversas formulaciones. Dependiendo del método de fabricación elegido, los diferentes tipos de fundentes se fusionan, aglomeran o mezclan por medios mecánicos.

- **Fundentes fusionados:** Tienen las ventajas: (1) buena homogeneidad química, (2) normalmente no son higroscópicos, simplifica el manejo y almacenamiento y (3) se recicla fácilmente.

- **Fundentes aglomerados:** Para fabricarlos,, las materias primas se pulverizan, se mezclan en seco y se aglomeran con silicato de potasio, silicato de sodio o una mezcla de ambos. Ya aglomerada, la mezcla húmeda se convierte en pelotillas y se cuece a una temperatura menor que la empleada con los fundentes fusionados. Las pelotillas se disgregan, se pasan por mallas para uniformar el tamaño y se empacan. Como ventajas se tienen que

son fáciles añadir desoxidantes y elementos de aleación, y puede usar capa de fundente más gruesa. Pero absorben humedad

- **Fundentes mezclados mecánicamente:** Estos se producen entre dos o más fundentes fusionados o aglomerados que se mezclan en la proporción necesaria para producir los resultados deseados. La ventaja de los fundentes mezclados mecánicamente es la posibilidad de combinar varios fundentes comerciales para operaciones de soldadura extremadamente críticas o patentadas.

Soldadura de materiales de acero al carbono: Los materiales de acero al carbono por lo regular se sueldan con combinaciones de electrodo y fundente clasificadas bajo la norma AWS A5.17, Electrodo de acero al carbono y fundentes para soldadura por arco sumergido. Los aceros típicos que se sueldan con estos consumibles se listan en ANSI/AWS D1.1, Acero de código de soldadura estructural, dentro de las clasificaciones de Grupo I y Grupo II. Estos aceros incluyen ASTM A 106 Grado B, A36, A516, Grados 55 a 70, A537 Clase 1, A570 Grados 30 a 50, API 5LX Grados X42 a X52 y ABS Grados A a EH36. Estos aceros habitualmente se suministran en la condición recién rodada o normalizados. En el **Cuadro 4.17.** ver propiedades mecánicas mínimas.

Cuadro 4. 17.
Propiedades mecánicas mínimas con consumibles de acero al carbono por AWS A5.17

Clasificación AWS	Condición de soldadura	Resistencia a la tensión		Resistencia al vencimiento		% de alargamiento en 2 pulg	Valores Charpy de impacto	
		KSI	MPA	KSI	MPA		(pies-Lb)	Temp. de prueba
F6A2-EL12	AW	60	414	48	331	22	20	(-29°C)-20°F
F6A2-EL12	AW	60	414	48	331	22	20	(-51°C)-60°F
F7A2-EL12	AW	70	483	58	400	22	20	(-29°C)-20°F
F6P4-EM12K	SR	60	414	48	331	22	20	(-40°C)-40°F

F7A2-EM12K	AW	70	483	58	400	22	20	(-29°C)–20°F
F7A6-EM12K	AW	70	483	58	400	22	20	(-51°C)–60°F
F7A2-EH14	AW	70	483	58	400	22	20	(-29°C)–20°F

Requisitos de precalentamiento y temperatura máxima entre pasadas: Las temperaturas con precalentamiento mínimas para soldar aceros estructurales con SAW se dan en la tabla 4.3. de ANSI/AWS D1.1-90.. Aunque estas temperaturas de precalentamiento mínimas son en general aceptables, hay que tener presente que ciertos diseños de unión y consumibles de soldadura de resistencia mecánica alta producen esfuerzos residuales elevados cuando se usan con materiales base de acero al carbono, y esto puede requerir precalentamiento a temperaturas más altas para evitar tanto el agrietamiento por licuefacción como el agrietamiento retardado (por hidrógeno). Otros códigos o especificaciones de ingeniería pueden requerir precalentamiento a temperaturas más altas que las especificadas o las calculadas usando ANSI/AWS D1.1. La temperatura entre pasadas máxima al soldar aceros al carbono por lo regular es de 260°C (500°F).

Electrodos y fundentes de acero al carbono: La especificación AWS A5.17 prescribe los requisitos que deben cumplir los electrodos y fundentes para soldadura por arco sumergido de aceros al carbono.

☞ Aplicaciones Generales del Proceso:

La SAW se usa en una amplia gama de aplicaciones industriales. La alta calidad de la soldadura, las elevadas tasas de deposición, la penetración profunda y la adaptabilidad a la operación automática

hacen que el proceso sea apropiado para la fabricación de ensambles soldados grandes. La SAW se usa mucho en la fabricación de recipientes a presión, la construcción de barcos, barcasas y carros de ferrocarril, la fabricación de tuberías y la manufactura de miembros estructurales que requieren soldaduras largas.

☛ Variables de operación:

En control de las variables de operación en la soldadura por arco sumergido es indispensable para obtener tasas de producción elevadas y soldaduras de buena calidad. Estas variables, en orden aproximado de importancia, son las siguientes:

- (1) Amperaje de soldadura.
- (2) Tipo de fundente y distribución de partículas.
- (3) Voltaje de soldadura.
- (4) Velocidad de soldadura.
- (5) Tamaño del electrodo.
- (6) Extensión del electrodo.
- (7) Tipo de electrodo.
- (8) Anchura y espesor de la capa de fundente.

El operador debe saber qué efecto tienen las variables sobre las acciones de soldadura, y cómo deben ajustarse.

☛ Tipos de soldaduras:

La soldadura por arco sumergido se usa para producir soldaduras de surco, de filete, de tapón y de recubrimiento. Las de surco por lo general se realizan en la posición plana, y las de filete, en las

posiciones plana y horizontal. La razón es que es más fácil contener el charco de soldadura y la capa de fundente en estas posiciones. Sin embargo, existen técnicas sencillas para producir soldaduras de surco en la posición horizontal. Es posible lograr buenas soldaduras por arco sumergido pendiente abajo con ángulos de hasta 15 grados respecto a la horizontal. Las soldaduras efectuadas con este proceso se pueden clasificar con respecto a lo siguiente:

- (1) Tipo de unión.
- (2) Tipo de surco.
- (3) Método de soldadura (semiautomático o mecanizado).
- (4) Posición de soldadura (plana u horizontal).
- (5) Deposición con una o varias pasadas.
- (6) Operación con uno o varios electrodos.

➤ Procedimientos de soldadura

Si se desea aprovechar al máximo los beneficios de alta producción del proceso SAW, es muy importante analizar las operaciones previas a la soldadura. Hay que considerar los siguientes aspectos:

- Diseño de uniones y preparación de los bordes,
- El embonamiento de las uniones
- Los respaldos de soldadura (tiras de respaldo, soldaduras de respaldo, barras de cobre, respaldo de fundente, etc.)
- Fijación de la pieza de trabajo,
- Inclinação de la pieza de trabajo,
- Conexión con la pieza de trabajo,
- Método para iniciar el arco (bola de lana de acero, alambre afilado, de fricción, con fundente derretido, etc.)
- Terminación del arco,

- Posición del electrodo,
- Pestañas de inicio y escurrimiento, y
- Eliminación de escoria.

➤ **Calidad de la soldadura:**

Problemas de porosidad: El metal de soldadura depositado por arco sumergido suele ser limpio y estar libre de porosidad perjudicial gracias a la excelente protección proporcionada por el manto de escoria fundida. Si llega a haber porosidad, puede estar en la superficie de la franja de soldadura o debajo de una superficie íntegra. Los factores que pueden causar porosidad son los siguientes:

- (1) Contaminantes en la unión.
- (2) Contaminación del electrodo.
- (3) Insuficiente cobertura con fundente.
- (4) Contaminantes en el fundente.
- (5) Fundente atrapado en la parte inferior de la unión.
- (6) Segregación de constituyentes del metal de soldadura.
- (7) Velocidad de desplazamiento excesiva.
- (8) Residuo de escoria de soldaduras de puntos provisionales hechas con electrodos cubiertos.

Como en otros procesos de soldadura, el metal base y el electrodo deben estar limpios y secos. Las velocidades de recorrido altas y la solidificación rápida del metal de soldadura asociada a ellas no dan tiempo para que los gases escapen del metal de soldadura fundido. Es posible reducir la velocidad de desplazamiento, pero

conviene investigar antes otras soluciones que no aumenten el costo de la soldadura.

Problemas del agrietamiento: El agrietamiento de las soldaduras en acero por lo regular está relacionado al agrietamiento por metal líquido (agrietamiento de la franja central). Los orígenes de este problema pueden estar en la geometría de la unión, las variables de soldadura o los esfuerzos en el punto donde el metal de soldadura se está solidificando. Una forma de resolver este problema es hacer que la profundidad de la franja de soldadura sea menor o igual que la anchura de la cara de la unión.

☞ **Recomendaciones de seguridad:**

- Los operadores siempre deben usar protección ocular como precaución contra salpicaduras, exposición a la luz del arco y partículas de escoria que pudieran salir despedidas.
- Las fuentes de potencia y del equipo accesorio, como los alimentadores de alambre, deben estar debidamente puestos a tierra. Los cables de soldadura se deben mantener en buenas condiciones.
- Ciertos elementos pueden ser peligrosos al vaporizarse. Los aceros de aleación, los aceros inoxidable y las aleaciones de níquel contienen elementos de ese tipo, como cromo, cobalto, manganeso, níquel y vanadio. Para muchos de esos elementos, el límite es de 1.0 miligramo por metro cúbico o menos,
- El proceso de arco sumergido limita en buena medida la exposición de los operadores a contaminantes aéreos porque la mayor parte de las emisiones de soldadura no logra escapar del

manto de fundente. En general, una ventilación adecuada mantendrá el área de soldadura libre de peligros.

4.3 CALIFICACION DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA

Los códigos de soldadura y las especificaciones técnicas controlan la calidad de un producto por soldadura deseada, predeterminando ambos los procedimientos para soldar y la capacidad de trabajo de los soldadores. El inspector de soldadura debe confirmar que las pruebas de calificación deben completarse satisfactoriamente y deben registrarse.

El propósito de la Especificación del Procedimiento de Soldadura (EPS) y el Registro de la Calificación del Procedimiento (RCP), es determinar que los trabajos por soldadura propuestos para construcción sean capaces de tener las propiedades requeridas para su aplicación proyectada. Se presupone que el soldador (operador manual) u operador de soldadura (operador de soldadura mecanizada) después de pasar la prueba de Calificación de Procedimiento de Soldadura (CPS) es un experto trabajador. Es decir la prueba de CPS es establecer las propiedades del trabajo de soldar, no la habilidad del soldador u operador de soldadura.

La prueba del performance de la calificación para soldadores tiene el criterio básico que la habilidad del soldador de depositar metal precisado sea legítima. La EPS lista en detalle los diferentes metales base a ser usados, los metales de relleno, el rango del precalentamiento y el calentamiento post soldadura, espesor y otras variables descritas para cada proceso, como los esenciales y los no esenciales. Las copias del EPS deben estar disponibles para referencia de los soldadores y operadores de soldadura e inspector.

Pueden hacerse los cambios en las variables no esenciales para satisfacer los requisitos de la producción sin la recalificación del procedimiento, con tal de que se documenten tales cambios en una revisión al EPS original o un nuevo EPS. El fabricante o contratista deben certificar que cada especificación del procedimiento de soldadura ha estado calificada y que las pruebas de especificación de procedimiento se han realizado y propiamente se han documentado en el registro de calificación de procedimiento. Se guardan los hechos específicos involucrados en una calificación de EPS en un formato llamado Registro de calificación de procedimiento (RCP), (**ver Anexos**) Este formato documenta las variables esenciales del proceso de soldadura específica, el espesor del metal depositado involucrado con cada proceso y los resultados de las pruebas.

Así que, ahora el fabricante tiene un procedimiento de soldadura escrito, preparó todo debidamente como es requerido por alguna especificación o código. Este procedimiento gobernará la producción de cualquier requerimiento de algún contrato particular. El próximo paso es determinar si éste realmente producirá juntas soldadas mecánicamente deseadas y otras propiedades, como las demandadas por los códigos y especificaciones citadas. Antes que la producción empiece, el inspector debe verificar que estos procedimientos de soldadura se han establecido y que ellos producirán las juntas de soldadura requeridos. Eso significa que el inspector debe haber testimoniado la calificación de soldadura y probado o él debe tener evidencia documentada que las juntas eran satisfactorias.

Son cuatro los controles que deben ser combinadas para asegurar las soldaduras satisfactorias en la producción y son:

- (a) Calificación de un procedimiento de soldadura.

- (b) Calificación del soldador u operador de soldadura para asegurar su habilidad para hacer depósitos de soldadura completas.
- (c) La supervisión conveniente y,
- (d) La inspección conveniente durante y después.

Pasos para la calificación de un procedimiento:

Son cuatro los pasos en la calificación de un procedimiento de soldadura:

- (1) **Preparación y soldado de las muestras convenientes.-**
Normalmente se usan platinas o tuberías representativas como medios de comprobación, el tamaño, espesor y el tipo de surco para soldar son gobernados por el espesor y el tipo de material a ser usado en producción. Estos y el número de muestras se prescriben por el código aplicable o especificación técnica. Los materiales y demás detalles de las juntas a ser soldadas deben estar de acuerdo con las especificaciones del procedimiento de soldadura particular a que serán calificadas.
- (2) **Prueba de las soldaduras.-** Normalmente, las pruebas incluyen la resistencia a la tensión, la ductilidad, y en el caso de la soldadura de filete los esfuerzos de corte. A veces la pruebas no destructivas usadas en producción son usadas en las pruebas. En el código de la AWS los requerimientos de número, tipo de muestra y demás características.
- (3) **Evaluación total de la preparación, soldadura, pruebas y resultados finales.-** Una vez que se han probado los especímenes de pruebas, deben llenarse los protocolos y demás archivos de juntas de soldadura para la revisión. Estos son analizados por el inspector o personal responsable del área para

determinar si las pruebas reúnen los requisitos de las especificaciones aplicables.

- (4) **Aprobación de Pruebas y Especificaciones.-** Como regla, se requiere la aprobación del cliente o agencia de inspección de las pruebas de calificación de procedimiento y resultado de las pruebas, y las especificaciones de procedimiento, antes de cualquier trabajo de soldadura que están bajo especificación de procedimiento

4.4 CALIFICACION DE SOLDADORES Y OPERADORES DE SOLDADURA.

Para la calificación de soldadores y operadores de soldadura el código prescribe que cada soldador pasará los exámenes mecánico y visual según QW – 302.1 y QW- 302.4 respectivamente. Alternativamente, los soldadores haciendo una soldadura de surco usando los procesos SMAW, SAW, GTAW, y GMAW o una combinación de éstos procesos, serán calificados por examen radiográfico. El examen radiográfico será según QW- 302.2

Las siglas QW-302.1, QW-302.4 y QW-302.2 corresponden a las especificaciones de los tipos de pruebas de la Norma ASME 2001 en su Sección IX que se requiere, además las normas QW-303.1 al QW-303.4 del código para calificación de las posiciones de soldadura, las mismas que la empresa debe disponer.

4.5 PRUEBAS DESTRUCTIVAS Y NO DESTRUCTIVAS EN CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA.

Según Código AWS, son cuatro los los tipos de pruebas requeridas para una calificación de procedimientos, las que se mencionarán brevemente como referencia de su aplicación en ICOM ya sea como convenio con una institución acreditada o como propios a ser implementada mas adelante:

- (1) **Pruebas mecánicas.-** Como ya se mencionó en el acápite 4.3 (2) de los pasos de calificación, también se debe concordar con el código aplicable AWS D1.1 en su sección QW -452, para pruebas de surco se presentan en QW -463.2(a) hasta QW -463.2(h) y para pruebas de filete concordar con QW -462.4(a) hasta QW -462.4(d) y QW 463.2(h).
- (2) **Pruebas Radiográficas.-** Cuando los soldadores y operadores de soldadura son calificados por examinación radiográfica, permitidos como en QW -304 para soldadores y QW -305 para operadores de soldadura. Las técnicas radiográficas y criterios de aceptación estarán en concordancia con QW- 191.
- (3) **Cupón de pruebas en tuberías.-** Para éstas pruebas de tubos para las posiciones 1G o 2G de la especificación QW -461.4 en concordancia con QW -463(d) y QW -463(e), para las posiciones 5G o 6G de QW. 461.4, en concordancia con QW -463.2(d) o QW -463.2(e), para las posiciones 2G o 5G serán removidos en concordancia con QW -46.23(f) o QW -46.23(g).
- (4) **Examen visual.-** Para las superficies de todas las platinas se examinarán visualmente por QW – 194 antes de cortar los especímenes. Para tuberías se examinarán visualmente por QW – 194 sobre toda la circunferencia dentro y fuera. (Todas las normas QW que aparecen más arriba corresponden al Código ASME)

4.6. BENEFICIOS PARA LA EMPRESA.

La soldadura es uno de los temas que más preocupaciones ha dado a la empresa por causa de los rechazos por falta de calidad y no conformidades y, en el presente informe se ha puesto hincapié en el desarrollo de los acápites concernientes tanto para la revisión de normas y especificaciones técnicas de los procesos así como los procedimientos de las calificaciones, para los que detallo los beneficios que acarreará para la empresa si se hace uso de las recomendaciones del presente informe:

- Al ponerse en vigencia un plan de calidad para la empresa, se normara todos los procedimientos de soldadura, se tendrá conocimiento de mayores criterios basados en los códigos de diseño: se estará en condiciones de gestionar proyectos de ingeniería de una manera más profesional, racional y eficaz para competir en cotizaciones y licitaciones a nivel regional y nacional.
- Al aplicar las normas y códigos de diseño se estará gestionando la ingeniería de la soldadura, que antes era un vacío, dejando solo en las manos del soldador toda la responsabilidad de los resultados de la calidad en proyectos, contratos y demás servicios de la soldadura.
- Se dispondrá de manuales de especificaciones de los procesos usuales en la empresa(desarrollado ajustadamente en el presente informe), para mejorar el desempeño de las operaciones, ahorros por la prevención de los reprocesos principalmente, puesto que últimamente se han tenido rechazos de productos y montajes por parte de los clientes.
- Se dispondrá de manuales de procedimientos para la calificación de los procedimientos de soldadura(CPS) y calificación de soldadores y operadores de soldadura para mejorar el desempeño del factor humano y la ingeniería del proyecto.

- Con la aplicación de la gestión de la calidad se implementará como estrategia de la dirección, la elaboración de la documentación no como un fin en sí mismo, sino que debería ser una actividad que aporte valor. Entre otros documentos los siguientes tipos de documentos serán utilizados en la gestión de la soldadura:
 - ✓ Manuales de calidad para especificaciones de procedimientos de soldadura y manuales para procedimientos de calificaciones, referidas líneas arriba.
 - ✓ Procedimientos documentados, instrucciones de trabajo y planos, que proporcionarán información sobre como efectuar las actividades y los procesos de manera coherente.
 - ✓ Planes de calidad necesarias tales como el Plan de aseguramiento de la calidad para un proyecto en sus diferentes procesos: inspección en la ejecución, inspección final y el protocolo de entrega. Además el Plan de control de calidad de trabajos y pruebas de soldadura (Ver éstos modelos en el anexo proporcionado)
 - ✓ Finalmente, los Registros de calidad tales como: Registros para especificaciones de procedimientos de soldadura (WPS), Registros de soldadores o pruebas de calificación de soldadores(WPQ) y Registros de calificaciones de procedimientos (PQR). (Ver éstos modelos en el anexo proporcionado).

CAPITULO V

5.0 PROCESOS DE MECANIZADO, CORTE Y CONFORMADO EN FRIO

5.1 INTRODUCCIÓN.

Los principales problemas a corregir en el Área de Máquinas herramientas dentro de ICOM, como se muestra en los análisis sistémicos del Capítulo 2, son el incumplimiento de los plazos de entrega, la calidad de los acabados, y las fallas del control de metrología. Las causas raíz son comunes para todas las áreas de la empresa principalmente por una inadecuada preparación técnica, falta de programas de trabajo y control de calidad de los procesos. Cabe mencionar que hace falta de un Plan de aseguramiento de la Calidad, dentro de la Gestión Integral de la Calidad.

Este Capítulo pretende ser la base para la elaboración de los Manuales de Operación de las máquinas y equipos críticos, así como del Plan de Mantenimiento de Planta, que se propondrá en el siguiente capítulo. Por eso la metodología a seguir es hacer una revisión de los aspectos técnicos mas relevantes a considerar dentro de la óptica y un Sistema de la Calidad principalmente, por ser éste el tema en estudio.

5.2 PRINCIPALES PROCESOS DE MECANIZADO

5.2.1 TORNEADO

Generalidades:

Como máquina herramienta el torno es quizá, junto con la fresadora, la máquina más importante del taller mecánico. En este tipo de máquinas la pieza está sometida a un movimiento de rotación y se conforma por medio de una herramienta dotada de un movimiento de avance, que normalmente es paralelo al eje de rotación de la pieza. El torneado, como todas las demás elaboraciones efectuadas con máquina herramienta, consiste en el arranque de material (viruta) de la pieza a elaborar. La viruta es arrancada por una herramienta en la que están soldadas unas placas cortantes, que son las que producen la función. Para que corten, estas placas deben ser de dureza superior a la del material a trabajar.

La herramienta (u) trabaja clavándose en la pieza (p). El giro rotatorio uniforme de esta última alrededor del eje de rotación (a) permite un desprendimiento continuo y regular del material. La fuerza necesaria para el arranque del material es trabajada por la pieza en elaboración, mientras que la herramienta hace de reacción a esta fuerza, estando rígidamente fijada al porta herramientas.

- *Movimiento de Corte (l)*: Es el principal y el que permite el corte del material. Se trata del movimiento giratorio que posee la pieza en elaboración.

- *Movimiento de avance (a)*: Es el movimiento rectilíneo que posee la herramienta y que presiona a lo largo de la superficie de trabajo para encontrar siempre nuevo material que arrancar.
- *Profundidad de pasada (p)*: Es el movimiento que determina la profundidad de giro, situando el útil en el interior de la pieza, regulando la profundidad de pasada y por consiguiente el espesor de la viruta.

El torno es la maquina que se emplea para la mecanización de piezas de revolución.

Operaciones que se realizan , sujetos a control.

Las operaciones que fundamentalmente se realiza en los tornos son: cilindrado, torneado cónico, taladrado, mandrinado, refrentado, tronzado, moleteado y roscado.

1. *Cilindrado:*

Definición: El cilindrado consiste en mecanizar un cilindro recto de longitud y diámetro adecuados o determinados. Una vez iniciado el corte con la profundidad y avance deseados, la herramienta, desplazándose automáticamente , realiza el trabajo sin dificultad. En general se dan dos clases de pasadas. Una o varias pasadas de desbaste para dejar la pieza a la cota deseada y una pasada de acabado para alisar la superficie.

Debe tenerse en cuenta que en el torneado influyen los siguientes Parámetros: N(RPM), Vc(velocidad de corte), p(profundidad), a(avance).

Diagrama de velocidades: Hay que prever las vibraciones para el caso de piezas delgadas y acostumbrarse a utilizar el diagrama de velocidades para elegir el número de vueltas del torno. Si el torno no dispone de diagrama, es conveniente confeccionarlo para ahorrar trabajo.

2. *Torneado Cónico:*

El torneado de conos por inclinación del carro orientable no puede hacerse con precisión sirviéndose de la graduación del mismo, ya que normalmente no se alcanzan apreciaciones de menos de 15'.

Si la inclinación no está acotada en el plano, se puede calcular de acuerdo con los datos que aparezcan en el mismo, según la fórmula siguiente:

$$S = \frac{D - d}{2} = \text{mm}$$

$$\text{Tg } \frac{\alpha}{2} = \frac{D - d}{2l} = \frac{1}{y} = \frac{2}{2x}$$

3. *Taladrado:*

En toda máquina de taladrar el movimiento principal se logra haciendo girar la broca y manteniendo la pieza estática. En el torno, por el contrario, la que gira es la pieza, permaneciendo sin girar la broca.

La broca se coloca generalmente en el contracabezal, haciéndola avanzar manualmente contra la pieza por medio del volante. Tiene este sistema el inconveniente de que el avance, a veces penoso para

el operario por ser manual, es imposible que sea uniforme y tenga un valor preciso. Para grandes brocas o series de piezas, puede dotarse a la broca de un movimiento automático.

4. *Mandrinado:*

Esta operación consiste en realizar cilindros o conos interiores, cajas, ranuras, etc. Como en el taladrado, el montaje debe ser tal que deje libre el extremo de la pieza.

Una de las dificultades que presenta el mandrinado procede de la forma y dimensiones de la herramienta, que normalmente no es muy robusta y frecuentemente ha de trabajar en un largo voladizo desfavorable.

5. *Refrentado:*

Se llama así a la realización de superficies planas en el torno. El refrentado puede ser completo en toda la superficie libre o parcial en superficies limitadas. También existe el refrentado interior.

La velocidad de corte presenta una dificultad especial, sobre todo cuando se trata de superficies grandes con diferentes considerables de diámetro, ya que si se selecciona una velocidad para el diámetro mayor, será pequeña para el diámetro menor.

Si llamamos a:

V = Velocidad de corte en metros por minuto.

a = Avance en mm por vuelta.

N = Revoluciones de la pieza por minuto

D = Diámetro de la pieza en mm.

L = Longitud torneada en mm.

t = Tiempo de duración de la pasada en una longitud L ,
se tiene:

$$V = \frac{D \times 3,1416 \times N}{1.000} = \text{metros por minuto}$$

$$N = \frac{V \times 1.000}{D \times 3,1416} = \text{rpm.}$$

6. *Tronzado:*

Esta operación consiste en cortar una pieza en partes. Es una operación delicada que requiere gran seguridad y experiencia, pero resulta más fácil si se tienen en cuenta las causas de la dificultad. El peligro principal está en los inconvenientes que encuentra la viruta para salir de la ranura, particularmente cuando la canal tiene cierta profundidad. Una de las dificultades de la operación es la variación de la velocidad de la periferia hacia al centro. A lo largo de la misma es conveniente, para grandes espesores, cambiar dos o más veces el número de revoluciones. Lo ideal sería disponer de variador de velocidad en el eje del torno. Ésta es una de las dificultades a tener en cuenta, para evitar la rotura de las herramientas.

7. *Moleteado:*

Consiste en cubrir la superficie de las piezas cilíndricas con dibujos especiales para hacerlas rugosas o más agradables a la vista. Se emplean herramientas llamadas moletas, montadas sobre un soporte llamado portagrafilas.

Es una operación fácil que sólo bien realizada resultados aceptables. Es preciso que las moletas conserven afiladas sus aristas, para la fácil penetración y correcta impresión de su dibujo.

8. Roscado:

El roscado en el torno puede hacerse por medio de machos y terrajas colocados en el contracabezal o por medio de una herramienta que tenga la forma de hilo de rosca y que se coloca en el portaherramientas. Las combinaciones de las cajas de avance son muy variadas; lo interesante es sacarles el máximo provecho. En el propio torno, y próximo a la caja, suelen llevar los tornos unas tablas impresas con los pasos que es posible obtener y las ruedas que hay que colocar las palancas en su lugar y las ruedas convenientes en la lira. Con todo, siempre es bueno asegurarse de que se va a obtener el avance previstos dando una pasada fina con la herramienta o comprobando el recorrido del carro sobre la bancada. Para ello se hace girar el eje principal cierto número de vueltas. Se mide el recorrido logrado por el carro durante las mismas. Se divide el recorrido por el número de vueltas del eje principal y se tendrá el avance real del torno, que debe ser igual al deseado.

Fuerza de corte y potencia absorbida por el torneado: El arranque del material en el mecanizado exige aplicar las cuchillas con una fuerza suficiente, que se denomina fuerza de corte. Por el gran número de factores que pueden intervenir en su valoración, esta fuerza sólo se puede calcular aproximadamente, pero aun así interesa conocer este valor aproximado para poder dimensionar las cuchillas y soportes y los órganos de accionamiento de la máquina y poder calcular además la potencia necesaria para el movimiento de todos estos elementos.

En virtud de los datos experimentales obtenidos se ha comprobado que la fuerza total de corte puede valorarse por la siguiente expresión:

$$f = K \times s \quad \text{o bien} \quad f = K \times p \times a$$

siendo s la sección de la viruta cortada, que en el caso de torno puede ponerse en función del paso y del avance ($s = p \times a$), y K un coeficiente al que se ha denominado fuerza específica de corte, que puede considerarse como la fuerza de corte por unidad de sección de viruta cortada. La fuerza específica de corte crece con la resistencia del material, siendo la relación entre ambas sensiblemente constante e igual a 4,5 para el acero.

Cuadro 5.1 : Valores del coeficiente K de la fuerza específica de corte en función de la resistencia a la tracción del material.

Resistencia R kg/mm	Valores K kg	$\frac{K}{R}$
50	228	4,5
60	278	4,6
75	342	4,5
90	406	4,5
100	484	4,8

La potencia necesaria en la cuchilla para el avance del material se compone de las potencias necesarias de avance correspondientes a

cada una de las fuerzas en que, como hemos comentado anteriormente, puede descomponerse la fuerza de corte, y que hemos denominado t , a , r .

$$P = t \times V = \frac{t \times V}{60 \times 75} = CV$$

5.2.2 FRESADO

Generalidades:

La fresadora es una máquina dotada de una herramienta característica denominada fresa, que animada de un movimiento de rotación, mecaniza superficies en piezas que se desplazan con movimiento rectilíneo bajo la herramienta. Cuando el eje de la fresa es perpendicular a la superficie de la pieza que se mecaniza, el fresado se llama frontal.

Los movimientos de trabajo de la fresadora son:

- *Movimiento de corte.* Por rotación de la fresa.
- *Movimiento de avance.* Por desplazamiento rectilíneo de la pieza.
- *Movimiento de profundidad de pasada.* Por desplazamiento vertical de la pieza.

En la actualidad el campo de aplicación de la fresadora es el mecanizado casi ilimitado de piezas pequeñas; además, como se pueden equipar con dispositivos especiales, se está extendiendo cada

vez más la mecanización de piezas de cualquier tamaño; cualquier taller cuenta con una de estas máquinas.

Las fresadoras tienen, para la misma operación, mucho mayor rendimiento que las demás máquinas herramientas, pues como cada diente o arista de la fresa no está en fase de trabajo y por tanto en contacto con la pieza, más que una fracción de tiempo que dura lo que dura una revolución de la fresa, ésta experimenta menos fatiga, tiene menor desgaste y trabaja a temperatura inferior a la de las cuchillas de los tornos sin que pueda considerarse su trabajo intermitente, ya que siempre hay una arista de la fresa en fase de trabajo.

Movimientos de la herramienta:

El único movimiento de la herramienta es el de rotación alrededor de su eje. Es el movimiento de corte. El movimiento de rotación lo recibe la herramienta del eje principal de la fresadora, sobre cuyo portaherramientas va fijada y que es accionado por el motor a través de una caja de engranajes, que permite obtener, variando los engranajes, diferentes velocidades de giro del eje. Mediante el inversor puede hacerse girar el eje en los dos sentidos distintamente, para acomodarlo según el sentido de desplazamiento de la pieza, ya que hay tres procedimientos fundamentales de fresado:

Fresado tangencial	{	En oposición a fresado normal
		En concordancia o fresado equicorriente

Fresado frontal

Fresas:

La variedad de formas de las fresas es tan amplia como la variación de piezas creadas por el hombre, en que tengan que intervenir las operaciones de fresado. Normalmente estas variaciones son para realizar formas especiales.

A continuación se indican los tipos más frecuentes de fresas.

- a) Fresa cilíndrica de diente helicoidal. Sirve para operaciones de acabado.
- b) Fresa cilíndrica de diente helicoidal. Sirve para elaborar material duro y tenaz.
- c) Fresa de dientes helicoidales para elaborar materiales de resistencia media.
- d) Fresa cilíndrica de dientes helicoidales para materiales ligeros.
- e) Fresa cilíndrico-frontal que sirve para elaborar materiales duros y tenaces,
- f) Fresa cilíndrico-frontal. Sirve para el acero dulce y de dureza media.

Tipos de fresadoras:

Fresadoras horizontales: Este tipo de fresadoras son las que tienen el eje horizontal. Son las que han servido de base para el desarrollo de los tipos más modernos.

Fresadoras verticales: Se denominan así por que su eje portafresas es vertical.

Fresadoras universal: Las fresadoras universales pueden trabajar con herramientas horizontales y con herramientas verticales. Para esto su puente es desplazable hacia atrás y así se facilita la transformación de la fresadora de eje vertical.

Fresadoras especiales: Hay otras máquinas que son verdaderas fresadoras adaptadas para una clase de trabajo determinado o equipadas con dispositivos especiales, que se distinguen de las fresadoras convencionales pero que mantienen un parentesco perfectamente establecido.

Condiciones de corte para el fresado:

- Los ángulos de afilado de los dientes de las fresas dependen del tipo de fresa, de su material y del material a mecanizar.
- Respecto a las velocidades de corte, son mayores que las de ninguna otra herramienta, pues dichas velocidades están solo limitadas por el calentamiento de la herramienta y las fresas se calientan menos, porque sólo trabajan los dientes en una fracción de su rotación, enfriándose en contacto con el aire el resto de ella. Estas velocidades dependen también del material de la fresa y del material a mecanizar. Si se desea obtener las velocidades en revoluciones por minuto, partiendo de las velocidades de corte iniciales puede utilizarse la fórmula siguiente que anteriormente hemos utilizado y que es de fácil deducción:

$$N = \frac{1.000V}{\pi.D}$$

En cualquier trabajo de fresado deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Comenzar el trabajo con una velocidad de avance pequeña y aumentarla progresivamente, ya que la capa superficial es más dura que las interiores.
- b) Procurar trabajar con velocidad de corte elevada y modificar el avance durante el trabajo, pues el avance afecta más a la máquina que la velocidad de corte.
- c) En los trabajos de desbastado se debe adoptar una velocidad de corte media. Para el acabado, reducir el avance y aumentar la velocidad de corte a fin de mejorar el acabado de superficie.
- d) Refrigerar con líquidos de corte la herramienta para conseguir un enfriamiento máximo.
- e) Emplear sólo fresas de acero rápido en aquellos trabajos en que se tema un calentamiento excesivo de la herramienta.

Fuerza, momento torsor y potencia absorbida

Si en esta fórmula se sustituyen n por su valor en función de la velocidad de corte v deducida en:

$$N = \frac{1.000.V}{\pi.D}$$

Tendremos:

$$F = K \frac{2.a.b.\pi.\sqrt{e(D-e)}}{1.000.V.Z} \quad (11)$$

La potencia absorbida será:

$$P = \frac{FV}{e} \text{ siendo } e \text{ el rendimiento de la máquina.}$$

Como la velocidad viene en metros por minuto habrá que dividir por 60 para ponerla en metros por segundo.

$$P = \frac{F.V}{60.e}$$

Y si deseamos obtener P en HP:

$$P = \frac{F.V}{60.75.e} = \frac{F.V}{4.500.e}$$

Atenciones y cuidados para con las máquinas-herramientas

Las máquinas-herramientas están fabricadas con una precisión extrema y por esta razón son caras y delicadas. Si se quiere que rindan buen trabajo durante mucho tiempo, hay que manejarlas con cuidado.

1. No debe poner nunca en marcha una máquina cuyo modo de funcionar nos sea desconocido. Las consecuencias podrían ser deterioro o accidente.
2. Los puntos de engrase manual deben ser engrasados diariamente. La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro.
3. Antes de empezar el trabajo, compruébese si todas las palancas están en su posición correcta.

4. Hay que proteger las guías contra la introducción de virutas. Las guías se desgastan, de lo contrario, rápidamente y esto da como resultado un trabajo poco exacto.
5. Los cojinetes no deben adquirir nada más que una temperatura tibia.
6. No debe llegar al motor ni agua ni polvo. En caso de perturbaciones en el motor, debe ser desconectado. Dé aviso, inmediatamente, de cualquier avería.
7. Límpiense las máquinas con frecuencia. No es conveniente emplear para ello aire a presión, porque las virutas y el polvo se prensan con ello en las guías.
8. Obsérvense los carteles de prevención de accidentes.

Fabricación económica

Las piezas deben ser bien fabricadas y de modo económico. Es decir, que en la fabricación tiene importancia decisiva los puntos de vista de carácter económico.

Para fabricar económicamente hay que considerar:

1. Que las piezas tiene que ser utilizables, o sea que el material, la forma, la precisión y la calidad superficial han de responder a las condiciones deseadas.
2. Que el tiempo de fabricación ha de ser tan pequeño como sea posible.
3. Que en la fabricación han de ser pequeños los gastos, por ejemplo, el desgaste en herramientas y máquinas tiene que ser reducido, así como el consumo de primeras materias y de materiales auxiliares y el de energía, etc.

5.3 UNA REVISIÓN A LAS TOLERANCIAS

Generalidades:

En vista de la imposibilidad de construir piezas a medidas rigurosamente iguales a las fijadas, se ha introducido en los proyectos el concepto de tolerancia. Este concepto es particularmente interesante cuando se trata de trabajos en serie y se elaboran piezas que han de ser totalmente intercambiables, tanto para el montaje de una máquina como para utilizarlas como recambio, lo cual ocurre en especial en la fabricación de automóviles. Puede decirse con absoluta seguridad que la fabricación bajo tolerancia es lo que ha permitido el espectacular avance obtenido en la industria, y ha hecho que los artículos se abaraten hasta el extremo de que en muchas oportunidades resulta más rentable adquirir una máquina nueva que repararla.

Definiciones

La Federación Internacional de Entidades de Unificación creó un comité encargado de elaborar un sistema internacional de tolerancias que unificase los diversos sistemas nacionales. El resultado de sus trabajos son las tolerancias ISA. El sistema de tolerancias ISA sustituye y amplía los diferentes sistemas adoptados antes por los diversos países. Comprende principios fundamentales, definiciones e indicaciones necesarias, para diferentes ramas de la industria, para la fabricación racional de piezas mecánicas, especialmente en relación con la intercambiabilidad de las piezas.

Campo de tolerancia t o, más sencillamente, tolerancia t , o sea la inexactitud admisible en la fabricación, es la diferencia entre la medida máxima y la medida mínima admitidas para una misma dimensión. Por lo tanto, la tolerancia está comprendida entre dos límites, llamados límite de tolerancia superior L y límite de tolerancia inferior L .

La dimensión efectiva es la que en realidad tiene la pieza una vez ejecutada.

Así, por ejemplo, si denominamos CM a la cota máxima y Cm a la mínima admitidas para que una pieza sea válida, la tolerancia será la diferencia entre las dos medidas, es decir:

$$T = CM - Cm$$

Si, por ejemplo.

$$CM = 100,425 \text{ y } Cm = 100,183$$

La tolerancia será:

$$T = CM - Cm = 100,425 - 100,183 = 0,242$$

La dimensión nominal es el valor indicado para una dimensión determinada.

Dicha medida determina la posición de la línea cero a la cual se refieren las siguientes diferencias nominales:

- ***Diferencia superior*** D_S :

Es la diferencia entre dimensión máxima admisible y dimensión nominal; la distancia entre el límite superior de tolerancia y la línea cero.

- ***Diferencia inferior D_i :***

Es la diferencia entre dimensión mínima admisible y dimensión nominal; o sea, la distancia entre el límite inferior de tolerancias y la línea cero.

- ***Ajuste o encaje:***

Es la designación genérica del acoplamiento de dos piezas, una interior y otra exterior. Se caracteriza por su juego o interferencia.

- ***Juego J :***

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje cuando el primero es mayor que el segundo.

- ***Juego máximo J_{\max} :***

Es la diferencia entre la dimensión máxima del agujero y la mínima del eje.

- ***Juego mínimo J_{\min} :***

Es la diferencia entre la dimensión mínima del agujero y la máxima del eje.

- ***Interferencia I :***

Es la diferencia entre el diámetro efectivo del agujero y el efectivo del eje cuando, antes de acoplar las piezas, el diámetro del agujero es menor que el eje.

- ***Interferencia máxima I_{\max} :***

Es la diferencia entre la dimensión máxima del eje y la mínima del agujero.

- ***Interferencia mínima I_{\min} :***

Es la diferencia entre la dimensión mínima del eje y la máxima del agujero.

Los términos “dimensión efectiva”, y “juego”, o “interferencia”, se refieren al cuerpo geométrico ideal. Al emplear estas definiciones habrá que tener en cuenta la diferencia que en la práctica pueda existir entre el cuerpo ideal y la pieza real. Así, por ejemplo: el juego mínimo será la diferencia entre el diámetro del círculo mínimo inscrito en un agujero y el diámetro del círculo máximo circunscrito a un eje.

La temperatura de referencia para medidas lineales es de 20°C

5.4 CALIDADES SUPERFICIALES : DUREZA Y RUGOSIDAD

Conceptos

El Durómetro.- Son aparatos destinados a medir la dureza de los materiales férricos y no férricos. Existen cuatro tipos diferentes de escalas para determinar las durezas, a saber:

- Shore HS
- Vickers HV
- Rockwell HR
- Brinell HB

Dureza Rockwell:

Aplicaciones generales. Para todos los aceros con $HB \geq 430$ y para las piezas con dimensiones que no permitan efectuar el ensayo Brinell.

Cuadro 5.2: Dureza Rockwell

Indicación normal	Aplicaciones
HR escala A	<p>Piezas cementadas con espesor de la capa endurecida < 0.2 mm.</p> <p>Piezas con pequeñas dimensiones y ligero espesor, para los cuales resulta excesivo la carga de 100 kg del ensayo HR. Escala D para aleaciones duras para herramientas</p> <p>Aceros con bajo y medio contenido de carbono (con $R \leq 80$ kg/mm²), latón, bronce aleaciones de Al.</p>
HRB	<p>Piezas cementadas con espesor de la capa endurecida ≥ 0.4 mm.</p> <p>Piezas templadas con carga de rotura 150 kg/mm². Piezas con</p>
HRC	<p>carga de rotura ≥ 50 kg/mm², que por su forma no pueden soportar la carga y huella del ensayo HB5/750/15.</p> <p>Piezas cementadas con espesor de la capa endurecida $0.3 \div 0.4$ mm. Piezas de pequeñas dimensiones y ligero espesor para las</p>
HR escala D	<p>cuales resulta excesiva la carga de 150 kg del ensayo HRC.</p> <p>Fundiciones, aleaciones de Al, aleaciones de Mg, materia plástica termoendurentes. Empleada alternativamente con HRB</p>
HR escala E	<p>Materiales plásticos termoendurentes y materiales blandos (Pb).</p>
HR escala L	
HR escala	<p>Piezas de pequeñas dimensiones y ligero espesor para las cuales resulta excesivo la carga de 60 kg de la escala A, por ejemplo:</p>

Dureza Vickers

Aplicaciones generales. Sólo para piezas nitruradas, para los procesos de endurecido superficial con espesor mínimo, y en lo general, para piezas sumamente ligeras.

Para garantizar la seguridad de la medidas, a carga de ensayo debe escogerse de forma que se obtenga un huella con las mayores dimensiones posibles, aunque compatible con el espesor de la pieza a ensayar.

Cuadro 5.3: Aplicaciones particulares HV

Indicación normal	Aplicaciones
HV 10	Piezas nitruradas. Piezas cementadas con un espesor sumamente pequeño en la capa endurecida, para las cuales el resultado del ensayo HRC puede ser falso debido al hundimiento de la capa situada debajo de la endurecida.
HV 30	Piezas en las cuales es indispensable obtener una huella imperceptible. Piezas sumamente ligeras con un radio de curvado $\leq 5\text{mm}$, sobre las cuales no es posible efectuar ensayos Tockwell.

RUGOSIDAD

Generalidades:

Una superficie, aunque esté bien elaborada, no presenta nunca una superficie geoméricamente perfecta. Si la examinamos con un aparato especial, nos revelará que está constituida por una sucesión de crestas y valles. Naturalmente, cuanto más pequeños sean éstos, más perfecta será la superficie elaborada.

á la superficie elaborada.

Medida de la rugosidad superficial

El error de forma de una superficie consiste en la desviación de la superficie real, S_r , respecto a la superficie técnica S_t . Como la rugosidad posee un carácter irregular, para calcularla se deben seguir numerosos relieves en planos diversos. Pero, en la práctica, la medida viene efectuada sólo si algún perfil prevalece perpendicularmente sobre la orientación del control. Deformando con un aumento vertical superior al aumento horizontal el perfil real de una superficie, viene a esclarecer el método de medida de la rugosidad, definiendo:

L = longitud del trazo de medida. Es el trazo de perfil técnico sobre el cual se efectúa el relieve de la rugosidad.

Lm = línea media del perfil. Es la línea ideal, paralela al perfil técnico, que divide el perfil real de modo que el área rayada sobre éste (cresta) sea igual al área rayada bajo el mismo (valle).

El valor de la rugosidad R_a se obtiene por la media aritmética de trece mediciones sobre distintos puntos de la superficie de la pieza, es decir,

$$R_a = \frac{\sum Y}{N}$$

5.5 CORTE Y CONFORMADO EN FRÍO: CIZALLA, PLEGADORA Y ROLADORA

A) Corte de la Chapa

Generalidades:

El corte es una operación mediante la cual una pieza de forma y contorno definidos es separada del resto del material en elaboración por medio de máquinas adecuadas. El corte de la chapa puede efectuarse en caliente o en frío. El corte en frío se basa en el efecto de la presión ejercida por una herramienta cortante contra la chapa. Según el tipo de elaboración, y en particular según el tipo de corte, hay diversos procedimientos:

- Corte manual
- Cizallado.
- Corte mediante sierra
- Entallado
- Punzonado
- Taladrado con arranque de viruta

a. Corte Manual

Para el corte a mano se utiliza el escalpelo, constituido por una barra de acero templado al carbono o de acero al cromo-tungsteno

b. Corte con Máquina

Para efectuar cortes rápidos y precisos en piezas de dimensiones limitadas, perfiles, tubos, etc. de materiales diversos en general, se emplean las máquinas de sierra, que son máquinas de forma y dimensiones diversas pero basadas todas en un mismo principio: el corte del material con arranque de viruta mediante herramientas de corte múltiple (sierras).

Cizalla Eléctrica

La cizalla es la máquina mas importante para el corte de la chapa. Se fabrican de muy diversas formas y tamaños. Las hojas tienen una longitud que oscila entre uno y seis metros y pueden cortar, según su potencia, chapas hasta un espesor de 20-25 mm. Está formada por una estructura (1) y una bancada (2) sobre la que se va fijada la hoja fija, mientras que la otra, que es móvil, está fijada en un soporte que se desliza a través de una guías (g) alojadas en el montante de la estructura. El soporte es accionado por dos bielas (b) montadas por medio de dos excéntricas (e) fijas a un árbol que, unido por un extremo a un embargue (v), es movido por un motor eléctrico. La fase de corte de la chapa por medio de la cizalla es la siguiente. La chapa avanza sobre el plano de apoyo (a) contra el tope que regula al anchura del corte, situado en la parte posterior de la máquina. El pisador (p) baja e inmoviliza la chapa a lo largo de la línea de corte. A continuación la hoja de corte baja y efectúa el corte accionada por el pedal (c) que pulsa el operario.

Por medio de la cizalla, se pueden obtener cortes netos y precisos. La parte más delicada de la cizalla son las hojas, que han de tener un ajuste perfecto y una tolerancia de corte, que viene a ser del orden del 10% del material a cortar. Periódicamente se debe proceder al afilado de las dos hojas; para ello se sueltan mediante los tornillos de bloqueo. Éstos se fabrican normalmente en aceros indeformables y disponen de cuatro cantos de corte. El afilado debe efectuarse manteniendo la forma primitiva de la hoja y teniendo en cuenta la amplitud del corte. Como al efectuarse el afilado las hojas pierden altura, para paliar estas diferencias se interponen entre ellas y el portahojas unas gruesas y apropiadas placas.

B) *Plegado y Curvado*

Generalidades:

El plegado o curvado de la chapa es la operación mediante la cual se puede dar a la chapa una forma determinada, a mano o a máquina, utilizando la propiedad elástica del material. El conformado consiste en una operación de plegado o curvado. Aunque estas dos operaciones pueden ser reunidas en una sola por medio del estampado. El plegado propiamente dicho se produce cuando la chapa se deforma según un radio de curvatura muy pequeño, que suele estar comprendido entre cero (plegado a canto vivo) y $7 \div 8$ veces el espesor de la chapa: $R < 7 \div 8 S$. Cuando este radio supera con mucho el espesor de la chapa, la operación toma el nombre de curvado: $R > 7 \div 8 S$. El estampado define y caracteriza la operación por la presencia de radios de diversas longitudes: $R_1 \neq R_2 \neq R_3$. Al plegar o curvar una pieza de chapa ésta sigue cierto radio, que debe ser previamente trazado y cortado según la plantilla de contorno más apropiada a fin de obtener la dimensión final.

Para conseguir el conformado la chapa debe estar sujeta a un esfuerzo de flexión hasta superar el límite elástico del material, de modo que la deformación obtenida asuma un carácter permanente. Durante esta operación las fibras del material que permanecen en el exterior de la curva o zona convexa están sujetas a esfuerzos de compresión. Ahora bien, entre las dos zonas, se encuentra un plano en el cual las fibras no están solicitadas por ningún esfuerzo. Esta es la zona neutra.

Plegado de la Chapa

La operación de plegado consiste en realizar sobre la chapa un ángulo diedro con un canto más o menos redondeado. Para conseguir un plegado debe ejercerse mediante un dispositivo denominado estampa, cierta presión sobre la chapa, que generalmente está apoyada en un sostén apropiado denominado "contraestampa o matriz". Las partes que componen este mecanismo de plegado son las siguientes:

- a) Estampa
- m) Matriz
- p) Esfuerzo de plegado
- c) Chapa plegada
- b) Espesor de la chapa
- b) Longitud del pliegue
- r) Radio interno del pliegue.
- l) Anchura de las caras plegadas.

La identidad del esfuerzo de plegado depende de los siguientes factores:

- a. El esfuerzo de plegado debe ser proporcional al límite de “desnerviación”, que va en función de la dureza, de la resistencia a la tracción y del alargamiento, o sea, de los datos característicos del material empleado.
- b. Cuando más grande sea el espesor de la chapa, tanto más intenso debe ser el esfuerzo de plegado. Además el espesor de la chapa limita el radio mínimo del pliegue realizable.
- c. La longitud del pliegue a conseguir influye de la misma manera que en el caso del espesor.
- d. Cuanto más pequeño es el radio interno del pliegue, que está vinculado al espesor de la chapa, tanto mayor es el esfuerzo de plegado requerido. Un radio interno muy pequeño respecto al espesor puede suponer la rotura de la chapa.
- e. De la anchura de las caras a plegar depende la amplitud máxima de la matriz. Aumentando la amplitud de las caras, disminuye el esfuerzo de plegado; pero hasta cierto límite, ya que si las caras sobresalen mucho se producen arrugas adyacentes al pliegue. Disminuyendo la anchura de las caras, aumenta el esfuerzo y se corre el riesgo de provocar roturas.
- f. Para obtener un radio de curvatura correcto se debe tener en cuenta el retorno elástico del material. Por lo tanto, la estampa y la matriz deberán tener un radio de curvatura inferior al de la pieza a curvar.

El desarrollo en plano de una chapa plegada se calcula según el plano neutro de la chapa misma. Experimentalmente se ha comprobado que la distancia (Y) del plano neutro a la superficie interna de la curva es igual a la mitad del espesor (S) de la chapa cuando ésta no supera al 1 mm. Mientras que (Y) es de cerca de un tercio del espesor cuando supera el milímetro:

Si S mayor que 1 mm., entonces $Y = 1/3 S$.

Además:

$$Y = \frac{2H}{\pi} - R$$

Donde: $H = L - A - B$

Plegadora

La plegadora es una máquina para plegar o doblar la chapa en formas diversas. Los tipos más importantes son las plegadoras de mesa oscilante, las plegadoras mecánicas y las plegadoras hidráulicas.

Prensa Plegadora de Accionamiento Mecánico

Estas prensas se denominan prensas de rodillera porque en ellas el esfuerzo se ejerce por medio de un mecanismo excéntrico que efectúa un movimiento similar al de la rodilla humana.

Las prensas plegadoras mecánicas se basan en la siguiente cadena cinemática.

- a) Motor.
- b) Volante de inercia.
- c) Embrague y freno.
- d) Reductor de velocidad.
- e) Cigüeñal
- f) Biela
- g) Pistón
- h) Cuchilla de estampar

- i) Contraestampa o matriz
- j) Bancada

El motor imprime el movimiento a todos los órganos de la máquina. El volante (b) recibe el movimiento del motor de forma regular y uniforme para poder actuar sobre el pistón (g) que sostiene la cuchilla de estampar (h). El embrague a fricción tiene la misión de acoplar con suavidad el volante a la parte de la máquina dotada de movimiento alternativo, o sea el engranaje de reducción (d), y después el cigüeñal (e) que manda a la biela (f). El embrague es accionado en las máquinas de media potencia por medio de un pedal (p). El freno interviene, para detener el movimiento cuando ha terminado el ciclo de trabajo o para interrumpir el funcionamiento de la máquina.

C) Curvado a máquina

Roladora Eléctrica

La calandra en su origen es una máquina muy simple, ya que está constituida por tres rodillos sujetos por medio de dos montantes laterales. Estas máquinas permiten calandrar chapas de espesor de hasta 40 mm, largos hasta 6.000 mm y anchos hasta 2.000 mm. Normalmente el rodillo de arrastre es el superior, que recibe el movimientos de un grupo motor. La mesa es regulable en altura por medio del husillo de regulación, a fin de adaptarla a los diferentes espesores de la chapa. Los dos rodillos inferiores giran locos y están dotados de regulación vertical para imprimir la curvatura a la chapa. En esta calandra el soporte del cilindro superior es basculante, así que liberando la extremidad de dicho cilindro se pueden extraer las virolas completamente calandradas.

Para la curvatura de chapas de grandes dimensiones y de grandes espesores, las calandras a motor alcanzan grandes dimensiones,. Existen tipos cuyos rodillos tienen una longitud de 10 metros. Otras son capaces de curvar chapas de hasta 150 mm de espesor. Estas máquinas han de estar constantemente servidas por guías, tanto para colocar la chapa a curvar como para extraer la virola realizada.

5.6 METROLOGIA

Galgas o calas patrón

Entre los instrumentos o mejor dicho calibres de control se encuentra las galgas patrón. Estas galgas son bloques prismáticos de un acero especial con dos caras opuestas levigadas perfectamente planas y paralelas, que conforman la superficie de medida. El espesor del bloque es constante en cualquier punto de la superficie de medida , cuya dimensión nominal viene grabada en una de sus caras. Estas galgas se conocen también como bloques Johansson, en honor al técnico sueco que las inventó.

El material que se emplea para la fabricación de los bloques es un acero de alto contenido en carbono, templado, revenido y estabilizado para eliminar las tensiones internas. Este acero puede contener diversos porcentajes de materiales como cromo, manganeso, silicio, vanadio y tungsteno.

Las principales características de los bloques son:

- Alto grado de precisión dimensional, plenitud y paralelismo de la superficie de medida, que debe mantenerse dentro de una tolerancia muy estricta.
- El grado de finura de la superficie es también muy estricta (rugosidad $R_a \leq 0,025$ mm).
- Elevada dureza superficial (60÷65 HRc).
- Bajo coeficiente de dilatación térmica.
- Deben ser inalterables, indeformables e inoxidable.

Calibrador

El pie de rey es el instrumento de medida lineal que mas se utiliza en el taller. Por medio del pie de rey se pueden controlar medidas de longitud externas, internas y de profundidad.

La precisión del pie de rey oscila de acuerdo con el precio del mismo, pero normalmente es de: 1/10, 1/20, 1/50 de mm.

Micrómetro

El micrómetro para medidas exteriores es un aparato formado por un eje móvil (c) con una parte roscada (e), al extremo de la cual va montado un tambor graduado (f); haciendo girar el tambor graduado se obtiene el movimiento del tornillo micrométrico (e) y por consiguiente el eje móvil (c), que va a apretar la pieza contra el punto plano (b). Sobre la parte fija (d), que está solidaria al arco (a), va marcada la escala lineal graduada en mm.

Lectura del micrómetro (Palmer)

El micrómetro presenta dos graduaciones para la lectura del milímetro y la centésima de milímetro.

La rosca del tornillo micrométrico tiene un paso de 0,5 mm. Por tanto con un giro completo del tornillo, el tambor graduado avanza o retrocede 0,5 mm.

- **Micrómetro de profundidad**

El micrómetro de profundidad sirve para comprobar la medida de la profundidad del agujero, acanaladuras, etc. Se diferencia del micrómetro para medidas externas en que se sustituye el arco por un puente aplicado a la cabeza del micrómetro.

- **Micrómetro de interiores**

El micrómetro para interiores sirve para medir el diámetro del agujero y otras cotas internas superiores a 50 mm. Está formado por una cabeza micrométrica sobre la que pueden ser montados uno o más ejes combinables de prolongamiento.

- **Goniómetro**

El Goniómetro es un aparato para medir ángulos con aproximaciones inferiores a 1° . Generalmente la aproximación del nonio del goniómetro es de $5'$.

- **Regla de Senos**

La regla de senos es un instrumento para la medida de los ángulos.

Es utilizado para el control de la inclinación y de un ángulo muy preciso (con aproximaciones de $10''$). Está constituido por una barra de acero rígida perfectamente plana que se apoya sobre dos cilindros idénticos. La recta que pasa por los ejes de los cilindros es rigurosamente paralela a la

superficie de la barra, así que cuando los dos cilindros están sobre un plano, el ángulo entre éstos y la superficie de la barra es nulo.

Llevando una extremidad de la barra a una medida de altura (h), la inclinación (α) resulta que puede ser calculada con la fórmula siguiente:

$$\text{Sen } \alpha = \frac{h}{d}$$

Siendo (d) la distancia fija entre los dos ejes de los cilindros. De aquí la denominación de barra o regla de senos.

Calibres

Los calibres son instrumentos utilizados para el control, sobre todo, de piezas producidas en serie. Tienen formas y dimensiones determinadas y son necesarios para un control rápido. Mediante los calibres no se pueden medir la cota de una pieza, pero sí es posible establecer que la cota o controlar esté comprendida dentro del campo de tolerancia asignado. La forma y la dimensión del calibre deben ser muy precisas, ya que son para controlar piezas que pueden tener tolerancias muy estrictas.

Los principales tipos de calibres son:

- Calibres para ejes.
- Calibres para agujeros.
- Calibres para piezas cónicas.
- Calibres para ejes acanalados.
- Calibres para roscas externas e internas.

- *Calibres de trabajo.* Son los que se utilizan en el taller para verificar las dimensiones de las piezas en fase de trabajo. Como se usan con cierta frecuencia, deben revisarse periódicamente.
- *Calibres de verificación.* Son los que se utilizan en la fase de verificación y antes de que la pieza salga al mercado. Son más precisos que los anteriores y menos sujetos a problemas de desgaste.
- *Calibres de patrón.* Son aquellos que se utilizan para controlar periódicamente los calibres de taller y de verificación. Como se fabrican con tolerancias más estrictas que los anteriores, son más costosos y delicados.

El Comparador

Generalidades.-

El comparador es un instrumento utilizado para el control del error de forma de una pieza y para la medida comparativa (por diferencia) entre la dimensión de una pieza sujeta a examen y la de una pieza patrón. Al ser un instrumento de comparación, es necesario que durante su uso esté sólidamente sujeto a una base de referencia. A tal efecto se vienen usando soportes especiales. El comparador lleva un palpador retráctil que va unido a un índice móvil, atravesando un mecanismo de amplificación. La rotación del índice sobre el cuadrante es proporcional a la desviación vertical del palpador.

El palpador primero mide el patrón y luego la pieza a examen. La desviación del índice sobre el cuadrante indica en centésimas de mm la diferencia de cota entre la pieza y el patrón.

- **Comparador Universal:**

El comparador universal está fabricado básicamente como un comparador normal. La única diferencia radica en la posibilidad de orientar el palpador según un ángulo cualquiera respecto al eje del instrumento. Este instrumento puede ser utilizado para el control de medidas internas o externas y en los puntos en que es difícil o imposible usar el comparador normal. El campo de medida, según el tipo, varía de 0,2mm a 2 mm.

- **Comparador para interiores o alexómetro:**

El comparador para interiores, llamado también alexómetro, sirve para el control de agujeros pequeños y profundos. El alexómetro tiene una aproximación centesimal, aunque también los hay que aprecian 0,002 mm. El registro y la apreciación del instrumento se efectúan con un anillo patrón o bien con otros instrumentos de precisión superior a la del alexómetro.

- **Comparador electrónico:**

El comparador electrónico está basado en la variación de capacidad de un condensador. La figura 42 muestra el esquema de un medidor capacitivo, en el cual el circuito está alimentado por tensión alterna y se cierra en un condensador, en el que una armadura (a_1) es fija y la otra (a_2) es móvil y unida al palpador (b) del instrumento.

5.7 BENEFICIOS PARA LA EMPRESA

Los beneficios que aporta el presente Capítulo son los siguientes:

- Es la revisión de los principales aspectos técnicos y procedimientos de mecanizado de los procesos de la maestranza, cuyo objetivo es elaborar los *Manuales de procedimientos* para las Máquinas herramientas principales de Taller, caso del tomo, Fresa, Mandrinadora, Cepilladura, Taladradora.
- Para efectos del control de la calidad y el Plan de aseguramiento de la calidad, éste capítulo aporta los Indicadores de gestión seleccionados.
- Es la revisión de los aspectos técnicos y procesos de corte y conformado en frío, que sirvan de base para la elaboración de los *Manuales de operación y mantenimiento* de las principales máquinas del Taller, caso de la Plegadora Eléctrica, Cizalla Eléctrica, Roladora y Prensa hidráulica. Estas máquinas por dar servicio pesado, requieren mayores cuidados en la puesta a punto de operación y el mantenimiento.
- Uno de los aspectos más relevantes de los problemas de calidad en el mecanizado de la empresa es la Metrología y los acabados. Este capítulo pretende dar una orientación general para la mejora del desempeño del operador que por falta de una preparación técnica adecuada se conduce a errores en el trabajo dimensional y acabados de las piezas trabajadas. Siendo otro problema la falta de instrumentos de medida, tanto para el trabajo como para el control de calidad. También éste capítulo forma parte de las bases para la elaboración del Manual de calidad de la empresa..

CAPITULO VI

6.0 OTROS PROCESOS DE TALLER

6.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se reúnen los otros procesos de taller no menos importantes como el Control de tratamientos térmicos y termoquímicos, el Arenado y Pintura de estructuras metálicas, el corte en caliente(oxicorte), así como de dos temas que requieren atención especial, puesto que en el pasado fueron causantes de problemas de calidad y el rechazo de los clientes como son : Montaje Electromecánico en Obra, que carecían de una Planificación y organización de calidad así como la Gestión de mantenimiento Electromecánico para la Planta ICOM.

Es necesario revisar los temas seleccionados en el presente capítulo por ser clave para el mejoramiento de la calidad del servicio, por lo que se elaborará los manuales respectivos.

6.2 CONTROL DE TRATAMIENTOS TERMICOS

Generalidades:

Los tratamientos térmicos son operaciones de calentamiento y enfriamiento mediante las cuales se modifican la constitución y la estructura de los metales o aleaciones.

Se basan en que las transformaciones en el estado sólido, para que puedan realizarse completamente, necesitan el tiempo suficiente. Un enfriamiento lento hasta la temperatura ambiente permitirá la total transformación de los constituyentes, obteniéndose con ello una estructura y una constitución determinadas. Si calentamos de nuevo hasta temperaturas superiores a la de transformación y al enfriar otra vez no se aumenta la velocidad de enfriamiento, la transformación encontrará más dificultades para realizarse y será sólo parcial (o será impedida totalmente si la velocidad es suficientemente rápida), obteniéndose así una constitución y una estructura distintas a las anteriores.

En todo ciclo de tratamiento térmico hay que considerar tres fases, a saber: calentamiento hasta una temperatura determinada, tiempo de permanencia en ella y enfriamiento hasta la temperatura ambiente, siendo los siguientes factores los que intervienen en el resultado final:

- Velocidad de calentamiento.
- Temperatura alcanzada y tiempo de permanencia.
- Velocidad de enfriamiento y medio de enfriamiento.
- Efecto de la masa (espesor o diámetro de las piezas)

a) Recocido: En los trabajos de forja, doblado, enderezado, torneado, etc., en los aceros se desarrollan tensiones internas que deben eliminarse antes de templear las piezas, pues en otro caso darían origen a la formación de grietas. Para eliminar estas tensiones internas se procede al recocido de las piezas, que consiste en calentarlas y enfriarlas lentamente. El recocido antes del temple se recomienda no sólo para las herramientas que acaban de ser preparadas, sino también siempre que

hayan de templarse las que, hallándose en uso, están siendo sometidas a choques.

b) Normalizado: Tratamiento térmico que se da a los aceros al carbono de construcción. Se utiliza también en piezas fundidas, forjadas, laminadas, mecanizadas, etc.; y, en general, siempre que se trate de eliminar las tensiones producidas por cualquier método de conformación. También tiene interés para destruir los efectos de un sobrecalentamiento o un tratamiento térmico anterior, ya que afina la estructura. Consiste en calentar el acero a una temperatura de 30 a 50°C superior a la crítica (A_{c3}) y, una vez transformado completamente, dejarlo enfriar al aire en calma.

c) Temple: Consiste en calentar el acero por encima de la temperatura crítica superior y luego enfriarlo suficientemente deprisa para que se forma una estructura martensítica.

Con este tratamiento se mejoran las características mecánicas, aumentando:

- Resistencia a la tracción
- Límite elástico.
- Dureza.

A costa de disminuir:

- Alargamiento
- Estricción
- Resilencia

También modifica las propiedades físicas (aumento del magnetismo remanente y de la resistencia eléctrica) y las propiedades químicas (aumento de la resistencia a la acción de ciertos ácidos).

Factores que influyen

Los factores que influyen en el temple del acero son los siguientes:

- Composición.
- Tamaño del grano
- Estructura.
- Forma y tamaño de las piezas
- Estado superficial.
- Medio de enfriamiento.

Todos ellos tiene gran importancia en el resultado final del tratamiento; por ejemplo, para las mismas condiciones de enfriamiento, la dureza de los aceros de carbono templados es mayor cuanto más alto es su porcentaje de carbono.

d) *Revenido:* Consiste en calentar el acero, después de haber sido templado a una temperatura inferior a la de austenización, y luego someterlo a un enfriamiento más bien rápido.

Con este tratamiento se pretende conseguir algunos de los fines siguientes:

- Mejorar los efectos del temple.
- Disminuir las tensiones internas originadas en el temple.
- Modificar las características mecánicas disminuyendo dureza y resistencia a la rotura, así como aumentado tenacidad, plasticidad y estricción. Al conjunto de las operaciones de temple y revenido a que se somete un producto siderúrgico, se le denomina bonificado.

El revenido da al acero las propiedades adecuadas al fin a que se destina. Cuanto mayor sea la dureza del acero templado, o sea, cuanto mayor sea la cantidad de martensita que contenga, más alto será el nivel

de las propiedades que puedan lograrse con un buen revenido, disminuyendo la dureza hasta un valor suficiente y aumentando, en cambio, la tenacidad.

TRATAMIENTOS TERMOQUÍMICOS

Generalidades

Los tratamientos térmicos, en ocasiones, no son suficientes para mejorar ciertas características, particularmente en la superficie de los metales. Cuando se necesitan piezas con una superficie muy dura, resistentes al desgaste y la penetración, y con el núcleo central muy tenaz para poder resistir y soportar los esfuerzos a que están sometidas, se usan diversos procedimientos tales como los tratamientos termoquímicos.

Se denominan termoquímicos (o de cementación) porque, aparte las operaciones de calentamiento y enfriamiento, modifican la composición química del acero en la capa superficial mediante el aporte o la difusión de ciertos elementos (carbonos, nitrógeno, azufre, etc.)

Con ellos se trata de conseguir algunos de los fines siguientes:

- Aumentar la dureza superficial sin alterar la tenacidad del núcleo.
- Favorecer las cualidades de lubricación y rozamiento
- Aumentar la resistencia al desgaste.
- Aumentar la resistencia a la fatiga.
- Mejorar la resistencia a la corrosión.

a) Cementación: Consiste en aumentar el contenido de carbono de la superficie de un acero mediante un calentamiento a temperaturas comprendidas entre 850 y 950°C en presencia de un medio capaz de cederle carbono, denominada agente cementante o carburante. La cementación va seguida siempre de temple y revenido.

Se aplica a piezas que requieran gran dureza superficial (60 a 65HRc) y resistencia al desgaste, junto a elevados niveles de ductilidad y resistencia para poder soportar esfuerzos de importancia. Se emplean principalmente aceros de bajo contenido de carbono (menos del 0,2%), aleados o no.

El proceso a seguir depende de varios factores que influyen sobre la estructura y el espesor de la capa (0,3 a 1,5 mm.). Éstos son:

- Composición del acero.
- Agentes cementantes.
- Temperatura de cementación.
- Tiempo de cementación

b) Nitruración: Tratamiento termoquímico que consiste en enriquecer la superficie del acero por medio de la absorción del nitrógeno, calentándolo a unos 500°C en una corriente de amoníaco. Consigue capas extraordinariamente duras sin necesidad de un tratamiento posterior.

Los efectos que intenta conseguir son:

- Capas superficiales más duras (78 HRc) que las cementadas.
- Superficies más resistentes al desgaste y, en algunos casos también, más resistentes a la corrosión.

c) **Cianuración:** Se utiliza para crear una capa superficial, rica en carbonos y nitrógeno, introduciendo el acero en un baño líquido a 800 o 900°C y formando fundamentalmente por cianuro sódico y otras sales (cloruros y carbonatos sódicos).

El espesor de la capa cianurada depende de la duración del proceso, siendo en general igual o inferior a 0,30 mm en un tiempo inferior a una hora. Se emplea para endurecer y aumentar la resistencia al desgaste de piezas de acero de bajo y medio contenido de carbono. Una vez realizado el tratamiento, se les da un temple para conseguir la máxima dureza (hasta 65 HRc).

d) **Carbonitruración:** Este tratamiento, al igual que el anterior, tiene por objeto crear una capa rica en carbono y nitrógeno, calentando el acero entre 700 y 900 °C y en una atmósfera gaseosa formada por una mezcla de hidrocarburos, amoníaco y óxido de carbono. De esta forma se obtienen capas que oscilan entre 0,1 y 0,6 mm de espesor en un proceso que dura varias horas. Presenta las ventajas, sobre la cementación, de producir menos deformaciones y de efectuarse a menor temperatura. Se aplica a aceros al carbono y a aceros de aleación, consiguiéndose su máxima dureza con un tratamiento de temple posterior al proceso. Se usa preferentemente para tratar ruedas dentadas y piezas de poco espesor.

6.3 ARENADO Y PINTURA

- PINTURAS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El uso de las pinturas constituye sin duda, el procedimiento mas versátil de protección contra la corrosión en el sentido de que pueden ser aplicadas “in situ”, una vez instaladas.

Las superficies metálicas expuestas al medio ambiente atmosférico pueden ver incrementado su deterioro debido a una creciente contaminación, producto de la expansión industrial y los progresos tecnológicos. Frente a este hecho, la tecnología en el campo de las pinturas ha ido alcanzando un importante desarrollo, contando hoy en día con nuevos recubrimientos que pueden proporcionar una eficaz protección, entre ellos tenemos los de caucho clorado, epóxicos, vinílicos, poliuretánicos y otras combinaciones mixtas de los mismos.

Considerando además que una alternativa para reducir los costos de mantenimiento de pintado se puede lograr mediante el aumento de la vida útil de la pintura, nos cabe considerar dentro de un programa de ingeniería que entre tantos tipos y marcas de pintura, se estudie su selección en función a las condiciones de trabajo a que va a estar expuesta.

De esta manera, la exposición de este tema consta primero en describir y analizar los factores que inciden en la selección y especificación del Sistema de Pintado; segundo presentar algunas alternativas de sistemas de pintura seleccionados en función a la severidad del medio ambiente; y por último exponer las recomendaciones del Sistema de Pintado elaborado para algunas obras importantes del Perú.

Definición:

Pinturas de Mantenimiento Industrial

Se denominará así a los Recubrimientos protectivos aplicados sobre superficies nuevas o ya existentes para mantenerlos, protegerlas y alargar su vida. Siendo el acero al carbono el material de mayor uso en

la construcción y funcionamiento de plantas y servicios industriales, y a su vez, de ser más fácilmente atacado o deteriorado que otros materiales, a lo largo del tema nos referiremos en especial a la protección anticorrosiva del acero.

- **Sistema de Pintado:** Funciones, Mecanismos de Protección.

El diseño de un sistema de pintado significa además de la especificación de los tipos de pintura a usarse, recomendar la forma de preparación de superficies, el método de aplicación, el número de capas a aplicarse, su espesor de película por capa y el del total del sistema, tiempo de secado entre capa y capa, grado de dilución de las pinturas, etc.

Un esquema de pinturas no está constituido por un solo tipo de pinturas, sino por una serie de ellas, donde cada componente cumple un determinado papel en el funcionamiento del esquema.

Un esquema de pinturas está constituido normalmente por una pintura base anticorrosiva y un acabado.

Sobre la base anticorrosiva descansan dos grandes responsabilidades: Control de Corrosión y Adherencia, Capa en íntimo contacto con la superficie metálica, a la cual se adhieren fuertemente, retardan su corrosión y suministran una superficie de anclaje para la siguiente capa de pintura. El efecto anticorrosivo lo ejerce de tres formas: Como capa barrera, como capa inhibidora de corrosión y por su resistencia electrolítica. La capa de acabado debe tener como características fundamental una excelente resistencia al ambiente o a los agentes externos en contacto con ella. La acción de protección se basa fundamentalmente en el efecto de capa barrera, el cual se logra con el

espesor de película, el grado de impermeabilidad y su resistencia química.

Cuando se recubren superficies metálicas muy pulidas como galvanizado, aluminio, cobre o bronce es imprescindible la aplicación de imprimantes activos o “wash primer” con la finalidad de dar adherencia al sistema de pinturas.

- **Selección de sistema de pintado:** Factores de Estudio

- a) **Calidad de la preparación de superficie**

Es opinión generalizada que una adecuada preparación superficial contribuye más que ningún otro factor al éxito de los recubrimientos protectores. Esto es particularmente cierto, tratándose de esquemas de pinturas de alta calidad y resistencia química, cuyo requisito imprescindible es su aplicación sobre substratos limpios y adecuadamente preparados. De acuerdo al tipo de recubrimiento, será la calidad de la preparación de superficie o viceversa

- b) **Forma de aplicación:**

Para definir el tipo de pintura a aplicarse debe también considerarse cuál es el método de aplicación disponible, los intervalos de tiempo de secado para repintar, el grado de dilución de pintura, etc.

Debe tenerse en cuenta que no todas las pinturas pueden aplicarse con todos los métodos de aplicación tales como: brocha, rodillo, pistola convencional, pistola airless, etc. Cuando se trata de aplicar la primera mano de imprimación en condiciones meteorológicas desfavorables (alta humedad condensada, vientos, lluvias) y sobre superficies mal preparadas, es preferible usar brochas, puesto que sus movimientos alternativos provocan mejor penetración de la pintura.

c) Naturaleza del medio ambiente

Deben considerarse los factores meteorológicos antes de especificar el tipo de pintura, puesto que el momento de pintar tiene un considerable efecto sobre el valor protector y vida del recubrimiento. Las altas humedades relativas del medio provocan que sobre las superficies metálicas que se encuentran a una temperatura igual a la temperatura del rocío, se condense la humedad y en consecuencia, la aplicación sobre esta pintura de alto valor protector no tendrá un buen comportamiento debido a la baja capacidad de humectación de estos.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que el curado de las pinturas está en función a las temperaturas del medio en consecuencia deberán conocerse las condiciones de secamiento antes de decidirse por el recubrimiento a aplicarse.

En el supuesto que durante las primeras etapas (aplicación y curado del recubrimiento), no actúan factores adversos que malogren desde ya y de modo definitivo el recubrimiento, la vida de la pintura, estará condicionada por la agresividad específica del lugar de exposición.

CUADRO 6.1

SISTEMA DE PINTURA	ARENADO	LIMPIEZA MECANICA
Alquídico en aceite	8 – 9	9
Epoxy – Vinílico	6 – 7	3
Epoxy – Ester	9	0
Bituminoso Epoxy	9	4
Caucho Clorado	10	0
Zinc Rich Epoxy	10	3
Zinc Rich Etil Silicato	10	6
	9.0	3.6

Selección y Características de los Sistemas de Pintado para Mantenimiento Industrial

Como se ha visto anteriormente, la selección de un sistema de pintado depende varios factores que deben ser estudiados por el especialista antes de decidir el sistema específico; sin embargo con la finalidad de describir los sistemas de mayor uso en el campo de pinturas de mantenimiento industrial, en esta sección se ha tomado en cuenta su selección en función a la severidad del ambiente para lo que ha sido necesario ensayos de campo, laboratorio y conocimiento de Record de trabajos reales con diferentes sistemas. Asimismo, se presentan las características: Ventajas y limitaciones de algunos recubrimientos con el objeto de que sirvan de guía para el ingeniero en la selección del sistema adecuado.

Selección de Sistemas de Pintado en función a la severidad del medio ambiente

La clasificación de la severidad del medio ambiente utiliza en esta sección, se ha realizado en función a la velocidad de corrosión del acero, por lo que desde este punto de vista, tenemos los siguientes grados de severidad.

Medio ambiente de Protección Normal

En el ambiente Industrial normal no agresivo y expuesto a la intemperie con vapores o humos suaves y ocasionales. En promedio, en una planta industrial hasta un 76% del área de pintar pertenece a esta categoría.

De acuerdo a la velocidad de corrosión del acero, en esta área de exposición, la velocidad de corrosión es menor a 75 micrones por año.

Medio ambiente Moderado

Ambiente corrosivo por salpicaduras, vapores, etc, sin contacto directo continuo y permanente. No inmersión. En una planta industrial el 12,5% del área total a pintar está expuesta a este medio.

La velocidad de corrosión del acero en este medio es de 75 a 150 micrones por año.

Medio ambiente Severo

Exposición continúa a emanaciones o vapores, salpicaduras o derrames frecuentes de materiales químicos. Contacto con materiales corrosivos e inmersión en agua.

El promedio, el 12.5% del área total a pintarse en una planta industrial está expuesta a este ambiente.

La velocidad de corrosión del acero en este ambiente es de 150 a 250 micrones por año.

Sin embargo, cuando la velocidad de corrosión es mas de 250 micrones por año, no es apropiados aplicar pintura sino utilizar otro material de construcción de mayor resistencia.

MEDIO AMBIENTE DE PROTECCIÓN NORMAL

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE: Mínimo limpieza mecánica SP-3; o Arenado Comercial SP-6

SUPERFICIE: Acero

Cuadro 6.2

SISTEMA	PRIMER	ACABADO	ESPESOR DE PEL. SECA (MILS)	TEMPERATURA LIMITE °C
Alquidico Largo ó mediano en aceite	Alquidico	Alquidico	4.5– 5.5	90°C
Epoxi-Ester	Epoxi-Ester	Alquidico	4.5– 5.5	90°C
Alquidico Silicona	Alquidico	Alquidico	4.5 – 5.5	90°C

MEDIO AMBIENTE MODERADO

PREPARACIÓN SUPERFICIE: Mínimo arenado cercano al blanco SP-10

SUPERFICIE: Acero

Cuadro 6.3

SISTEMA	PRIMER	ACABADO	ESPESOR DE PEL. SECA (MILS)	TEMPERATURA LIMITE – °C
Epoxi-Ester	Epoxi-Ester	Epoxi-Ester	5 a 6	90 °C
Caucho clorado	Caucho clorado	Caucho clorado	5 a 6	66°C
Poliuretano	Poliuretano	Poliuretano	6 a 8	90°C
Vinílico	Vinílico	Vinílico	5 a 6	66°C
Epoxi (catalizado con poliamida ó amina)	Epoxi	Epoxi	6 a 8	140°C
Zinc Rich Epoxy / Epoxy	Zinc Rich Epoxy (Org)	Epoxi	6 a 8	140°C
Zinc Rich Inorgánico	Zinc Rich Etil Silicato (Inorg)	Ninguno	3 a 4	399°C

MEDIO AMBIENTE SEVERO

PREPARACIÓN DE SUPERFICIE: Mínimo Arenado al Metal Blanco SP-5

SUPERFICIE: Acero

Cuadro 6.4

SISTEMA	PRIMER	ACABADO	EPS (MILS)	TEMPERATURA LIMITE - °C
Caucho Clorado HB	Cuacho Clorado HB	Cuacho Clorado HB	10 – 12	66°C
Vinílico HB	Vinílico HB	Vinílico HB	10 – 12	66°C
Poliuretano	Epoxy	Poliuretano	10 – 12	90°C
Epoxy (cat. Con poliamida ó amina)	Epoxy HB	Epoxy HB	12 – 13	140°C
Coal Tar Epoxy	Coal Tar Epoxy	Coal Tar Epoxy	14 – 16	140°C
Zinc Rich Epoxy / Coal Tar Epoxy	Zinc Rich Epoxy (Org.)	Epoxy HB	10 – 12	140°C
Zinc Rich Inorg. Caucho Clorado Vinil / Epoxy	Zinc Rich Etil Silicato (Inorg)	Cuacho Clorado Vinílico Epoxy	10 – 12	66 - 140°C
Epoxy-Fenólico HB	Epoxy-Fenólico HB	Epoxy-Fenólico HB	10 – 12	220°C

6.4 RESEÑA DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO:

ICOM, dentro de sus actividades empresariales también presta servicios de fabricación y montaje electromecánico dentro y fuera de Chimbote,

participando de licitaciones e invitaciones de cotización y presupuestos dentro de la Región, tal es el caso de obras dentro SIDERPERU como terceros para reparaciones y ampliaciones dentro de planta, bajo la modalidad de contrato a suma alzada y precios unitarios.

Experiencias principales recientes:

- *Compañía:* Antamina Port.
Obra: Diseño, Fabricación y Montaje de Troiler Boom y Sistema de Izaje del bote contra incendios
- *Compañía:* C. A. Laredo.
Diseño: PBH Brasil.
Obra: Fabricación y montaje de ductos de gases calientes del caldero N° 5.

Problemas de Calidad:

1er. Caso:

- Diseño no óptimo del Sistema de Izaje .
- Sistema de acabados y pintura deficientes.
- No se cumplieron las normas de seguridad.
- Falta herramientas adecuadas.

2do. Caso:

- El contrato con terceros no garantiza el cumplimiento de los plazos, ni la calidad de la soldadura, al no exigírseles calificación de soldadores y procedimientos.
- No se cumplieron las normas de seguridad.
- No se cumplieron los plazos de entrega.

Recomendaciones para una buena Planificación del Montaje Electromecánico desde la óptica de la Calidad

1. Preparar un Manual Básico o Piloto de Presupuestos y Propuestas de ICOM y cuyo contenido tenga los siguientes lineamientos básicos.

Lineamientos de Presupuestos:

I. Selección de Proyectos.

- Comités de Selección
- Criterios de Selección:
 - Tamaño del Proyecto.
 - Plazo
 - Tipos de contrato
 - Sectores y tipos de proyectos.
 - Clientes
 - Competidores
 - Riesgo y rentabilidad.
 - Capacidad de ICOM.

- Proceso de selección
- Mejoras al proceso de selección
- Medición del éxito del proceso de selección

Usar indicadores como: afectividad comercial y % de propuestas que cumplan los criterios de selección.

- Documentos de apoyo al proceso

II. Desarrollo de Propuestas y Propuestas

- Organización para la preparación de un presupuesto

- Proceso de puestos y propuestas
- Participación del Residente de obra en proceso de presupuestos.
- Medición del éxito del proceso de presupuesto.
- Documentos de apoyo al proceso.

III. Planeamiento de Obra

- Proceso de planeamiento de obra, pasos:
 - Conceptualización de la obra.
 - Instalaciones de la obra.
 - Organización de la obra.
 - Cronograma macro de ejecución.
- Documentación del Planeamiento

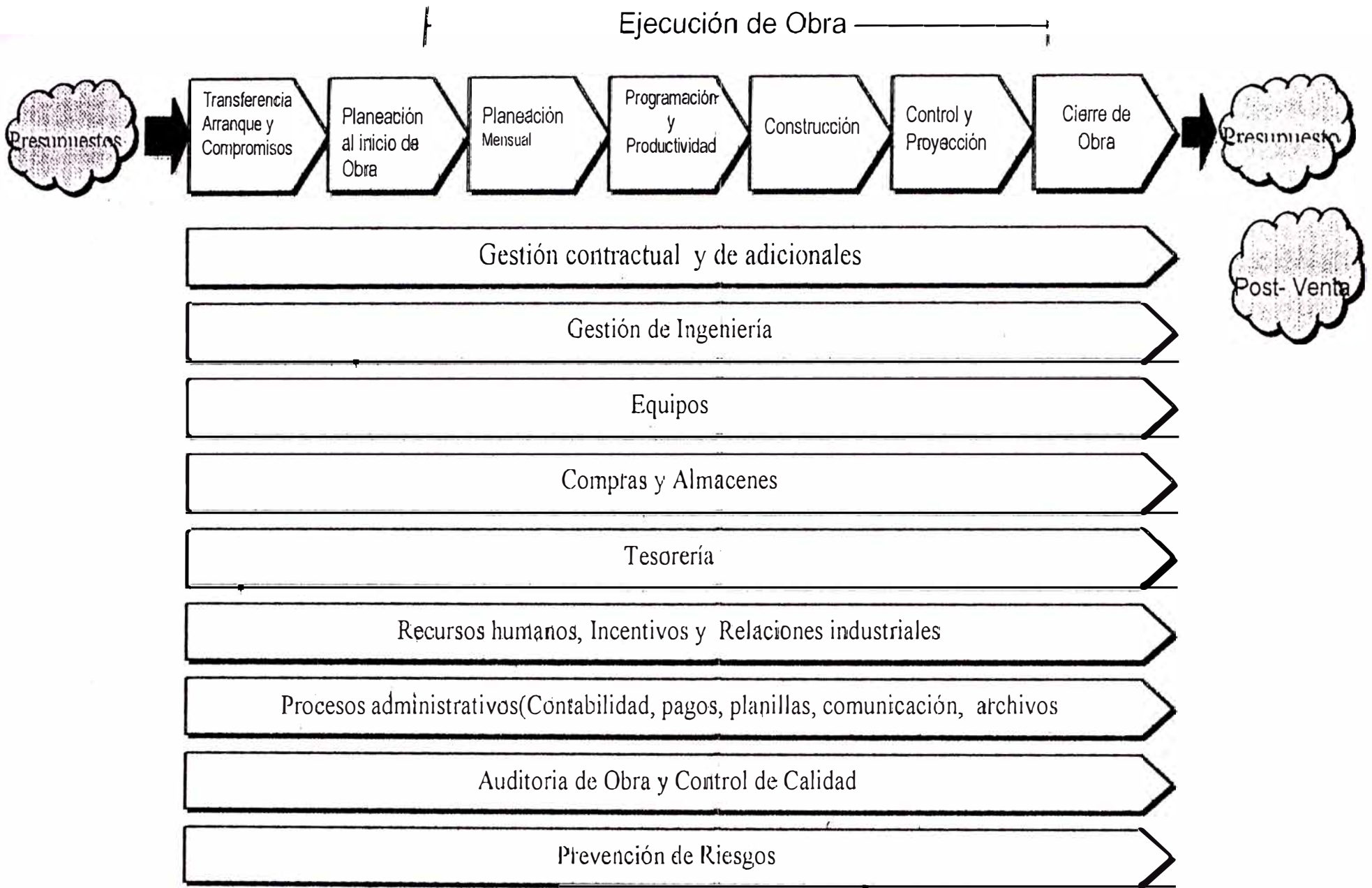
IV. Organización de Obra

- Organización básica de obra
- Tipos de obra.
- Dimensionamiento de obras.
- Definición y control.

2. Preparar un Manual Piloto de Gestión de Obra de ICOM y cuyo contenido tenga los siguientes lineamientos básicos.

- I.** TRANSFERENCIA , ARRANQUE Y COMPROMISOS.
- II.** PLANEACIÓN AL INICIO DE OBRA.
- III.** ORGANIZACIÓN DE OBRA
- IV.** PLANEACIÓN MENSUAL.
- V.** PROGRAMACIÓN Y PRODUCTIVIDAD
- VI.** CONTROL Y PROYECCIÓN
- VII.** CIERRE DE OBRA

- VIII.** GESTION CONTRACTUAL Y DE ADICIONALES.
- IX.** GESTIÓN DE INGENIERIA
- X.** RELACION CLIENTE – SOCIO
- XI.** EQUIPOS
- XII.** COMPRAS Y LOGÍSTICA.
- XIII.** TESORERIA.
- XIV.** RR.HH., INCENTIVOS Y RELACIONES INDUSTRIALES.
- XV.** PROCESOS ADMINISTRATIVOS.
- XVI.** AUDITORIA DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD
- XVII.** PREVENCIÓN DE RIESGOS.





- Presentación de la propuesta
 - Proyecto
 - Contrato
 - Plan de Obra
 - Presupuesto
 - Control
- Revisión del plan de arranque preparado por presupuestos.
- Definición del plan de arranque.
- Implementación del plan de arranque.
- Reunión de compromiso
 - Compromisos y metas
 - Incentivos
 - Riesgos y Oportunidades

- Planeamiento mensual
- Programación y Productividad
- Construcción
- Control
 - Semanal
 - Mensual
 (Retroalimentación a Presupuestos)

- Preparación del plan de cierre
- Ejecución del cierre
 - Actividades con cliente
 - Actividades internas
 - Actividades con terceros
- Transferencia del cierre incluso a oficina principal para sub-contratación
- Preparación de relatorio y análisis de brechas.



6.5 CORTE CON OXIGENO

Introducción:

El corte con oxígeno (OC) abarca un grupo de procesos de corte empleados para separar o eliminar metales mediante una reacción exotérmica del oxígeno con el metal base. En el caso de algunos metales resistentes a la oxidación, la reacción puede facilitarse con el uso de un fundente químico o un polvo metálico. Los procesos de corte con oxígeno más comunes son el corte con gas oxicombustible, con arco de oxígeno, con lanza de oxígeno, con fundente químico y con polvo metálico.

Fundamentos del Proceso

Definición y descripción general

Los procesos de corte con gas oxicombustible (OFC) separan o eliminan metal mediante la reacción química de oxígeno con el metal a temperaturas elevadas. La temperatura requerida se mantiene con una flama de gas combustible que arde en oxígeno. En el caso de metales resistentes a la oxidación, la reacción se acelera por la adición de fundentes químicos o polvos metálicos al chorro de oxígeno de corte.

Este proceso ha recibido varios otros nombres, como quemado, corte con flama y maquinado con flama. La operación de corte propiamente dicha la realiza el chorro de oxígeno; la flama de oxígeno-gas combustible es el mecanismo empleado para calentar el metal base a una temperatura de precalentamiento aceptable y para mantener la operación de corte.

El soplete de OFC es una herramienta versátil que puede llevarse con facilidad al lugar donde se va a trabajar. Sirve para cortar placas de hasta 2 m (7 pies) de espesor. Gracias a que el chorro de oxígeno de

corte tiene un “filo” de 360°, constituye un procedimiento rápido para cortar tanto bordes rectos como figuras curvas hasta las dimensiones requeridas sin necesidad de equipo de manipulación costoso. La dirección de corte puede alterarse continuamente durante la operación.

Principios de funcionamiento

Las funciones del soplete son producir flamas de precalentamiento mediante la mezcla del gas y el oxígeno en las proporciones correctas y suministrar un chorro concentrado de oxígeno de alta pureza a la zona de reacción. El oxígeno oxida el metal caliente y también hace soltar los productos de reacción fundidos eliminándolos del corte. El soplete mezcla el combustible y el oxígeno para las flamas de precalentamiento y dirige el chorro de oxígeno hacia el corte. La punta de corte del soplete contiene varias salidas para flamas de precalentamiento y un conducto central para el oxígeno de corte.

Las flamas de precalentamiento sirven para calentar el metal hasta una temperatura en la que el metal reaccionará con el oxígeno de corte. El chorro de oxígeno oxida rápidamente casi todo el metal de una sección angosta para efectuar el corte. Los óxidos del metal y el metal derretido son expulsados del área de corte por la energía cinética del chorro de oxígeno. Cuando el soplete se desplaza sobre la pieza de trabajo a una velocidad apropiada, se obtiene una acción de corte continua. El soplete puede moverse a mano o con un carro mecanizado.

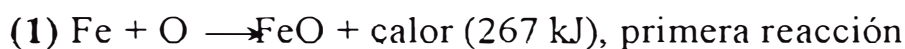
La precisión de una operación manual depende en gran medida de la habilidad del operador. La operación mecanizada casi siempre mejora la precisión y la rapidez del corte y el acabado de las superficies cortadas.

Ancho del corte: Cuando se corta una pieza con un proceso de OC, se elimina progresivamente una franja angosta del metal. El ancho de esta franja se denomina ancho del corte. El control del ancho del corte es importante en las operaciones en las que la precisión dimensional de la pieza y la ortogonalidad de los bordes cortados son factores significativos del control de calidad. En el proceso OFC, el ancho del corte depende del tamaño de la salida de oxígeno, del tipo de punta empleada, de la velocidad de corte y de las velocidades de flujo del oxígeno de corte y de los gases de precalentamiento. Al aumentar el espesor del material, por lo regular es necesario incrementar la velocidad de flujo del oxígeno. Se requieren puntas de corte con salidas más grandes para el oxígeno de corte cuando se incrementa la velocidad de flujo. En consecuencia, la anchura del corte aumenta al aumentar el espesor del material cortado.

Arrastre: Cuando se ajusta la velocidad del soplete de corte de modo que el chorro de oxígeno entra por la parte superior del corte y sale por la parte inferior sin apartarse del eje de la punta del soplete, el corte tendrá arrastre cero. Si se aumenta la velocidad de corte, o si se reduce el flujo de oxígeno, habrá menos oxígeno disponible en las regiones inferiores del corte. Al haber menos oxígeno, la velocidad de la reacción de oxidación disminuirá, y además el chorro de oxígeno tendrá menos energía para expulsar los productos de reacción del área de corte. El resultado es que la parte más distante del chorro de corte se atrasa con respecto a la parte más cercana a la punta del soplete. La longitud de este retraso, medida a lo largo de la línea del corte, se denomina arrastre.

Aspectos químicos del corte con oxígeno

El proceso de corte con oxígeno se basa en la capacidad del oxígeno de alta pureza para combinarse rápidamente con el hierro cuando éste se calienta hasta su temperatura de ignición, por encima de 870°C (1600°F). El oxígeno de alta pureza oxida de inmediato el hierro, liberándose calor por varias reacciones. Las ecuaciones químicas balanceadas para estas reacciones son las siguientes:



La tremenda liberación de calor de la segunda reacción predomina sobre la de la primera reacción, que resulta complementaria en la mayor parte de las aplicaciones de corte. La tercera reacción ocurre en ciertas medidas en las aplicaciones de corte más pesadas. Estequiométricamente, 0.29 m³ (104 ft³) de oxígeno oxidan 1 kg (2.2 lb) de hierro a Fe₃O₄.

En operaciones prácticas, el consumo de oxígeno de corte por unidad de masa de hierro varía dependiendo del espesor del metal. El consumo de oxígeno por unidad de masa es mayor que en la reacción estequiométrica ideal cuando el espesor es menor que aproximadamente 40 mm (1-1/2 pulg), y es menor cuando el espesor es mayor.

Oxígeno

El oxígeno empleado para las operaciones de corte debe tener una pureza del 99.5% o superior, pues las impurezas reducen la eficiencia de la operación de corte. Una disminución del 1% en la pureza del oxígeno, a 98.5%, resultará en una reducción de la velocidad de corte de aproximadamente un 15%, y en un aumento de cerca del 25% en el consumo de oxígeno de corte. La calidad del corte sufrirá menoscabo, y

aumentará la cantidad y la tenacidad de la escoria adherida. Si la pureza del oxígeno se reduce al 95% o menos, la acción de corte conocida desaparece convirtiéndose en una acción de fusión y lavado que casi siempre resulta inaceptable.

Combustibles de Pre calentamiento

Las funciones de las flamas de pre calentamiento durante la operación de corte son las siguientes:

- (1) Elevar la temperatura del acero hasta el punto de ignición.
- (2) Agregar energía calorífica al trabajo para mantener la reacción de corte.
- (3) Crear un escudo protector entre el chorro de oxígeno de corte y al atmósfera.
- (4) Eliminar el orín de la superficie del acero, así como incrustaciones, pintura y demás sustancias extrañas que impedirían o retardarían el avance normal de la acción de corte.

Selección del combustible

Al elegir un combustible de pre calentamiento, es preciso considerar factores como los siguientes:

- (1) Tiempo requerido para el pre calentamiento cuando se inician cortes en bordes cuadrados y esquinas redondeadas, y también cuando se perforan agujeros para iniciar cortes.
- (2) Efecto sobre las velocidades de corte para cortes en línea recta, de figuras y de biseles.
- (3) Efecto de los factores anteriores sobre la cantidad de trabajo procesado.
- (4) Costo y disponibilidad del combustible en cilindro, a granel o por tubería.

- (5) Costo del oxígeno de precalentamiento requerido para quemar con eficiencia el gas combustible.
- (6) Capacidad de utilizar el combustible de manera eficiente para otras operaciones, como soldadura, calentamiento y soldadura de latón, si es necesario.
- (7) Seguridad para transportar y manipular los recipientes del gas combustible.

Para obtener el mejor rendimiento con un mínimo de riesgo, los sopletes y puntas deberán estar diseñados para el combustible específico que se elija.

Acetileno

El acetileno se usa ampliamente como gas combustible para corte con oxígeno y también para soldadura. Sus ventajas principales son la disponibilidad, la alta temperatura de flama y la familiaridad que un gran número de usuarios tiene con las características de la flama.

La combustión de acetileno en oxígeno produce una flama corta y caliente con un cono interior brillante en cada salida de precalentamiento. El punto más caliente se encuentra en el extremo de este cono interior. La combustión se completa en la flama exterior larga. La clara distinción entre las dos flamas ayuda a ajustar la proporción oxígeno/acetileno para las características de flama deseadas.

Propano

El propano se utiliza rutinariamente para el corte con oxígeno en varias plantas debido a su disponibilidad y a su valor calorífico total mucho más alto (MJ/m^3) que el del gas natural. Para que haya una combustión correcta durante el corte, el propano requiere de 4 a 4 ½ veces su

volumen de oxígeno de precalentamiento. Este requisito se compensa hasta cierto punto por su mayor valor calorífico. Se almacena en forma líquida y resulta fácil transportarlo al lugar de trabajo.

Ventajas y Desventajas

El corte con gas oxicombustible tiene varias ventajas y desventajas cuando se le compara con otras operaciones para cortar metales, como el aserrado, el fresado y el corte con arco.

Ventajas

Entre las diversas ventajas del OFC se cuentan las siguientes:

- (1) En general, los aceros pueden cortarse con mayor rapidez por OFC que por procesos de eliminación mecánica de fragmentos.
- (2) Las secciones con formas y espesores que resulta muy difícil producir por medios mecánicos pueden separarse económicamente mediante OFC.
- (3) Los costos básicos del equipo de OFC manual son bajos en comparación con los de las máquinas herramienta.
- (4) El equipo de OFC manual es muy portátil y puede utilizarse en el campo.
- (5) La dirección del corte puede cambiarse rápidamente y con un radio pequeño durante la operación.
- (6) Es posible cortar placas grandes en el lugar donde están moviendo el soplete de OFC en vez de la placa.
- (7) El OFC es un método económico de preparación de los bordes de placas para los diseños de uniones en bisel y de surco para soldadura.

Desventajas

El corte de metales con gas oxicomcombustible tiene varias desventajas. Entre las más importantes están las siguientes:

- (1) Las tolerancias dimensionales son bastante más deficientes que las alcanzables con máquinas herramienta.
- (2) En esencia, el proceso está limitado comercialmente al corte de hierro colado y aceros, aunque pueden cortarse otros metales de fácil oxidación, como el titanio.
- (3) Las flamas de precalentamiento y la escoria al rojo vivo que sale despedida representan riesgos de incendio y quemaduras para la planta y el personal.
- (4) La quema del combustible y la oxidación del metal requieren un control de emisiones apropiado y una ventilación adecuada.
- (5) Los aceros endurecibles pueden requerir precalentamiento, postcalentamiento, o ambas cosas, para controlar sus estructuras metalúrgicas y propiedades mecánicas en la vecindad de los bordes cortados.
- (6) Se requieren modificaciones especiales del proceso para el corte OFC de hierros colados y aceros de alta aleación.

CALIDAD DE CORTE

La obtención de una calidad aceptable en OFC depende de los requisitos del trabajo. Las operaciones de recuperación y la separación de miembros para convertirlos en chatarra no requieren cortes de alta calidad. Se utiliza el corte con oxígeno para completar con rapidez las operaciones sin preocuparse por la calidad de las superficies cortadas.

Cuando los materiales cortados se emplean en fabricación son un procesamiento ulterior de las superficies cortadas, la calidad de las

superficies podría ser vital. La calidad de un corte puede abarcar cosas como:

- (1) Ángulo apropiado entre la superficie cortada y las superficies adyacentes.
- (2) Lo plano de la superficie.
- (3) Lo recto del borde del precalentamiento del corte.
- (4) Tolerancias dimensionales de la figura cortada.
- (5) Adherencia de escorias tenaces.
- (6) Defectos de la superficie cortada, como grietas y bolsas.

En general, estos aspectos sólo se controlan con precisión en el OFC a máquina. Para un corte de alta calidad se requiere un buen control de la posición del soplete, de la iniciación del corte, de la velocidad de recorrido y de la estabilidad de la plantilla. Además hay que mantener y limpiar el equipo con regularidad. Con el equipo adecuado en buenas condiciones, un operador capacitado y piezas de trabajo razonablemente limpias y bien apoyadas, es posible cortar figuras con tolerancias de 0.8 a 1.6 mm (1/32 a 1/16 pulg) de material con un espesor máximo de 51 mm (2 pulg). Para ello es preciso que las puntas de corte, las flamas de precalentamiento, la precisión y el flujo de oxígeno de corte y la velocidad de recorrido sean todos los correctos. Independientemente de las condiciones de operación, las líneas de arrastre que aparecen en la superficie cortada y que resultan del modo como el hierro se oxida dentro del corte. Unas líneas de arrastre poco marcadas en la superficie no se consideran como un defecto. La magnitud del arrastre es importante; si es demasiado grande, la esquina en el extremo del corte tal vez no se cercene por completo, con lo que la pieza no se separará.

La calidad de la superficie cortada depende de muchas variables, siendo las más significativas las siguientes:

- (1) Tipo del acero.
- (2) Espesor del material.
- (3) Calidad del acero (ausencia de segregaciones inclusiones, etc.)
- (4) Condición de la superficie del acero.
- (5) Intensidad de las flamas de precalentamiento y razón oxígeno de precalentamiento/gas combustible.
- (6) Tamaño y forma del orificio del oxígeno de cortar.
- (7) Pureza del oxígeno de cortar.
- (8) Taza de flujo del oxígeno de cortar.
- (9) La Limpieza y la uniformidad del extremo de salida de la boquilla.
- (10) Velocidad de corte.

6.6 GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO

I. Introducción.

Uno de los mayores problemas de ICOM analizados en el Capítulo 2, es la parada de las máquinas y equipos por fallas mecánicas, además del sistema eléctrico que no cuentan con un plan de Mantenimiento, con la consecuente demora en los trabajos y pérdidas de producción, mucho de los cuales es por falta de repuestos claves que no se cuentan en Almacén, y por falta de un programa de Mantenimiento Preventivo adecuado, interviniéndose la máquina luego de la ocurrencia de la falla. Es decir, ICOM no cuenta con una filosofía del Mantenimiento. Se propone organizar un PLAN DE MANTENIMIENTO por etapas y un Programa de de Capacitación Técnica de Operadores y de los responsables, con la finalidad de reducir las paradas y contar con las máquinas y equipos completamente operativos.

II. Objetivo del Mantenimiento de Planta

El objetivo fundamental Mantenimiento de Planta, es la utilización óptima de la mano de obra, materiales, dinero y equipos; con la finalidad de conseguir un mantenimiento eficiente y programado, evitando la aplicación innecesaria del mantenimiento correctivo. Esto se logrará a través del cumplimiento de las siguientes *CONSIDERACIONES*:

- **Garantizar** la disposición inmediata de instalaciones y equipamiento:
- **Preservar** las inversiones de capital.
- **Crear** confiabilidad en las instalaciones y en el equipamiento.
- **Asegurar** que el proceso opere dentro del control estadístico.
- **Reparar y restaurar** la capacidad productiva que se haya deteriorado, oportunamente.
- **Reemplazar o reconstruir** la capacidad productiva agotada, oportunamente.

III. PLAN DE MANTENIMIENTO DE PLANTA

Para lograr el cumplimiento del objetivo, se ha establecido un Plan de Mantenimiento, que consta de las siguientes partes:

1. Organización
2. Identificación del trabajo de mantenimiento.
3. Control del trabajo
4. Planeación y estimación del trabajo
5. Programación del trabajo
6. Ejecución del trabajo
7. Valorización del trabajo
8. Control de inventarios de piezas de repuestos
9. Compra de materiales

10. Necesidades de personal, y equipo de mantenimiento

11. Capacitación en mantenimiento

PROPÓSITOS

- Realizar un mantenimiento programado en lugar de esperar a que falle la maquinaria.
- Proporcionar un control efectivo de los recursos de mantenimiento.
- Proporcionar un nivel adecuado de mantenimiento.
- Iniciar una acción correctiva proactiva en lugar de reactiva.
- Relevar al supervisor de mantenimiento de las tareas administrativas diarias que interfieran con el liderazgo del equipo de trabajo.
- Correlacionar los recursos de mantenimiento con la carga de trabajo.
- Proporcionar un método de valorar la diferencia entre costo real de un trabajo y lo que debería costar.
- Proporcionar la información detallada necesaria para identificar las áreas problema que necesiten atención específica.

BENEFICIOS

- Obtención económica de la duración de vida anticipada de las instalaciones y del equipamiento.
- Mejorar la confiabilidad y disponibilidad del equipamiento y servicios.
- Mejorar el espíritu de trabajo del personal de mantenimiento.
- Incrementar la productividad de los trabajadores de mantenimiento
- Disminuir la necesidad de inversión de capital, utilizando las instalaciones y equipos existentes hasta su máxima expectativa de vida.
- Crear datos técnicos que permitan mejorar las instalaciones, maquinarias y materiales.
- Disponibilidad de datos que apoyen los requisitos del presupuesto.

6.7 BENEFICIOS PARA LA EMPRESA

Al elaborar un Plan de control de calidad para los materiales, se tomará en cuenta las especificaciones de éstos que estén contenidos en el contrato o requisitos del producto, para lo cual se hará un Registro de calidad sobre el Tratamiento térmico y termoquímico exigido. ICOM debe aprobar el laboratorio para el control de dureza, así como exigir un Certificado por el servicio efectuado.

Ahora se cuenta con un Código o normas para la correcta aplicación del Arenado y Pintura de las estructuras metálicas en los contratos puesto que, en la región de Chimbote se tiene severas condiciones que favorecen la corrosión en todas sus formas.

Ahora se cuenta con las especificaciones técnicas para el correcto uso de los equipos de oxicorte, para el corte en caliente del acero y optimizar los insumos con la consecuente ahorro de recursos (Oxígeno, Gas Propano y Acetileno)

Se contará con los lineamientos necesarios para iniciar un Plan de Mantenimiento o una gestión de Mantenimiento electromecánico básico para implantar por etapas, puesto que el mantenimiento correctivo aplicado en ICOM, genera mayores costos de fabricación y el incumplimiento de plazos por fallas de las máquinas. Este Plan constituye de un manejo del Mantenimiento Preventivo, con miras al moderno Mantenimiento Proactivo y el Productivo Total (TPM).

El tema del montaje Electromecánico en Proyectos de Ingeniería y competir a nivel de FIANSA (Trujillo), IMECON y BRIDA (Lima) en obras de la región ya no será un tabú, puesto que se contará con un “Manual de Gestión de Obras”.

CAPITULO VII

7.0 GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

7.1 BASES CONCEPTUALES Y MODELO DE GESTIÓN PARA ICOM

7.1.1 Indicadores de gestión

Un indicador es mucho más que un dato estadístico; está asociado a la misión de la gerencia y de la organización; agrega valor a la empresa al proporcionarle retroinformación y es sistémico, esto es, se debe considerar como el producto de observar la empresa como un macrosistema. En este sentido, el indicador es una relación de observaciones y cifras que pueden compararse y ser objeto de mejora permanente.

Llegar a establecer indicadores requiere de seis pasos:

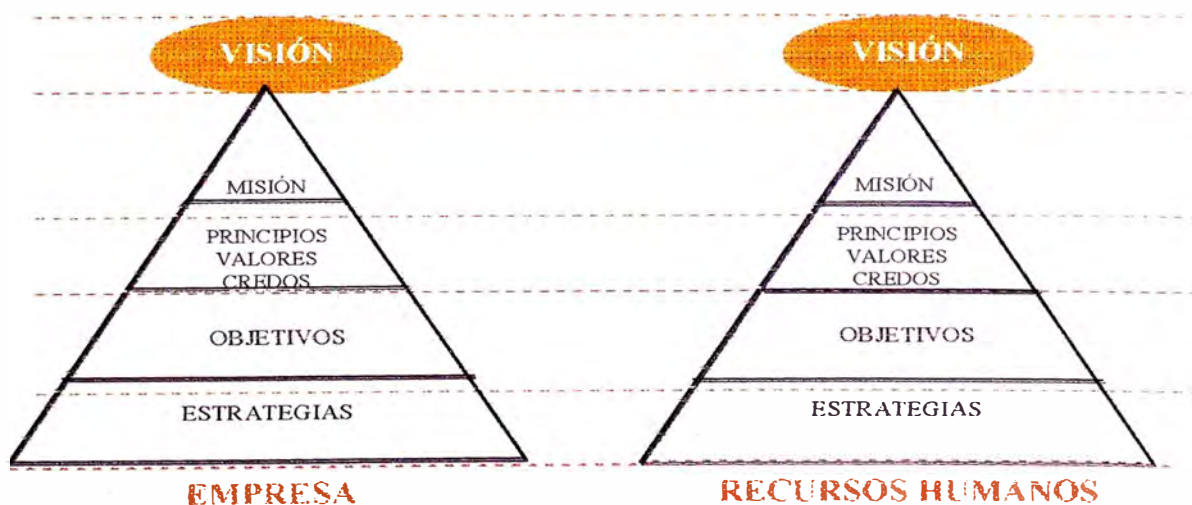
- I.** Conocer la visión de la empresa.
- II.** Conocer, dentro de esta visión, cuál es el valor agregado esperado de cada unidad de gestión (Recursos Humanos, por ejemplo).
- III.** Desdoblar el valor agregado.
- IV.** Definir la métrica del sistema.
- V.** Establecer estándares.
- VI.** Elaborar planes y programas para lograr las metas adecuadamente.

Analicemos en qué consiste cada uno de los pasos referenciales. Para ello tomaremos como ejemplo el área de Recursos Humanos.

1. CONOCIMIENTO DE LA VISIÓN DE LA EMPRESA.-

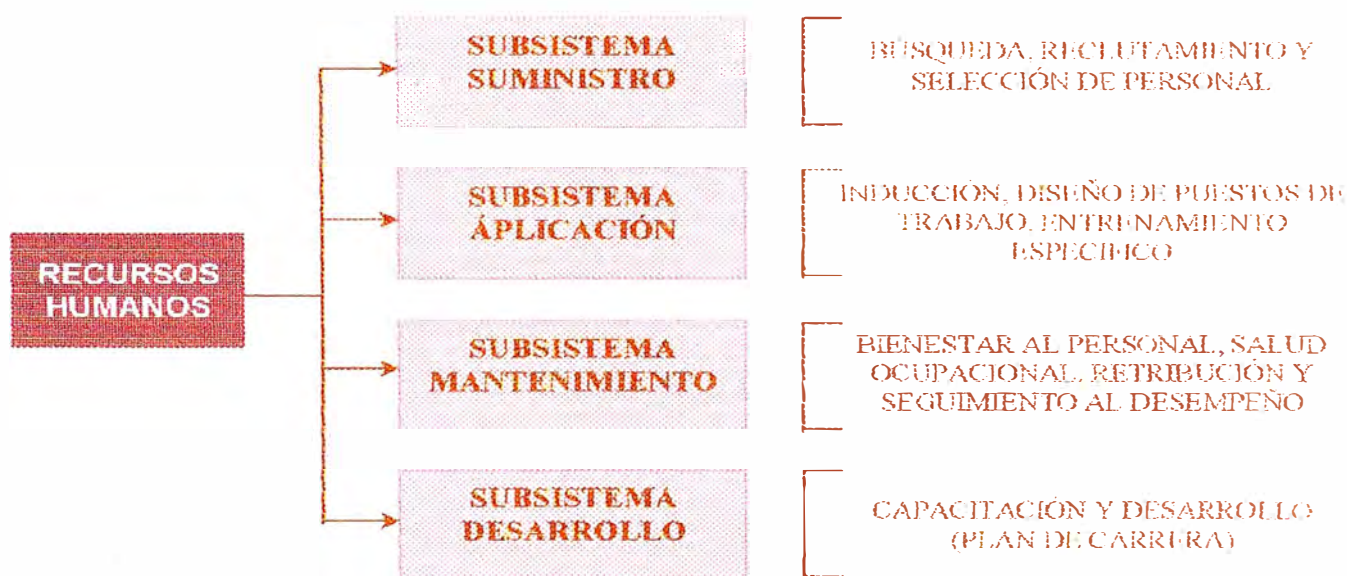
Aunque habitualmente las personas conocen la visión declarada por la organización, no todos han participado en su definición, razón por la cual no siempre están alineados con ella; esto es, sus principios y valores o el interés por el cliente, no están direccionados hacia los credos de la empresa o el logro de la satisfacción del cliente (interno y externo). La gestión de Recursos Humanos, como sector de resultado que da soporte a la organización, tiene una específica contribución a la visión de la misma en la medida que logre un funcionamiento eficaz y eficiente, así como óptimos resultados en todos los procesos que apoyan la administración de las personas.

Figura 7.01



2. VALOR AGREGADO ESPERADO DE CADA UNIDAD DE GESTIÓN O “SECTOR DE RESULTADO” = RECURSOS HUMANOS.- Si agregar valor es sumar al producto o servicio final, bondades, características, propiedades que lo hacen mejor, diferente y más competitivo, será necesario determinar cuál es el VALOR AGREGADO que, cada sistema de apoyo en la administración de las personas, aporta en tomo a la VISIÓN, MISIÓN, PRINCIPIOS y CREDOS ORGANIZACIONALES de la empresa.

Figura 7.02



3. DESDOBLAR EL VALOR AGREGADO.- Consiste en:

- Establecer cuáles son los sub-sistemas que pertenecen al sistema mayor (Gerencia de Recursos Humanos) y su correspondiente valor agregado.
- Definir un modelo lógico de comportamiento del sistema mayor.

A) Subsistemas del Sistema Mayor (Cuadro 7.01)

SUBSISTEMAS	VALOR AGREGADO DE LA ORGANIZACIÓN
Suministro de Recursos Humanos	Proveerla de personas con sanos principios, valores de vida, conocimientos y habilidades que le permitan desarrollar óptimamente su trabajo.
Aplicación de las Personas a la Empresa	Socializarlas adecuadamente, a partir de un acertado diseño del puesto de trabajo (enfoque sistemático o de Valor Agregado) y efectivo entrenamiento en la labor que realizará.
Mantenimiento de las Personas en la Empresa (Retenerlas)	Diseñar y desarrollar actividades que permitan a las personas un “mejor estar” en la organización y mejores condiciones en su ambiente de tarea (retribución económica equitativa y competitiva, programa de salud ocupacional, vivienda y seguimiento al desempeño).
Desarrollo del Talento Humano	Potenciar a las personas de la empresa mediante procesos permanentes de retroalimentación, acompañamiento, seguimiento y proyección de carrera, tomando a cada una de ellas como elemento clave (estratégico), de cara a las exigencias del siglo 21: el carácter distintivo de las organizaciones está en el conocimiento del cual disponen las personas.

B) Modelo lógico de comportamiento del sistema mayor (Gerencia de Recursos Humanos).

Si permanentemente una PYME busca un óptimo desempeño de su personal para con ello lograr mejor resultado, este sólo se logrará cuando, además de traer a la organización personas con sanos principios y valores, estas dispongan de conocimientos (C), habilidades (H) y motivación (M) para hacer su trabajo y de la capacidad del sistema organizacional.

En otras palabras, el desempeño de las personas estará en función de estas cuatro variables. Es este el modelo lógico sobre el cual descansará la construcción de los indicadores.

$$D = f(C, H, M, Cs)$$

4. DEFINIR LA MÉTRICA DEL SISTEMA.- Se trata de determinar cuán EFECTIVO (eficaz y eficiente) es el subsistema observado y como se le percibe en cuanto al servicio que presta. Será EFICAZ si logra satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes internos (todas las divisiones de la empresa: operaciones, administración-finanzas, ventas). Será EFICIENTE si para lograr el resultado, se utilizan óptimamente los recursos asignados por la empresa (presupuesto, personas, equipo, información, tiempo, métodos de trabajo) y no se incurre en fallas en los procesos establecidos. Será un buen proveedor de servicio al interior de la organización, cuando los clientes lo utilizan, (consultan), o cuando el índice de reclamos baja.

5. ESTABLECER ESTÁNDARES.- Una forma de saber si el subsistema SUMINISTRO DE PERSONAL es eficaz, es determinar cuál ha sido, para un período previsto (un semestre, un año), el valor de la “capacitación gasto” y compararla con el valor de la “capacitación costo”. Si, por ejemplo, elaborado el índice, este fuera mayor al 5%, afirmaremos que el subsistema suministro no es EFICAZ. De igual forma podemos establecer su EFICIENCIA si, para hacer su labor, el área que maneja el proceso de selección tiene presupuesto económico asignado al pago de personal temporal o al de horarios por servicios externos de búsqueda de personal y este es

ejecutado en su totalidad o inclusive con adiciones. Allí no hay EFICIENCIA así el resultado final produzca EFICACIA.

6. ELABORAR PLANES Y PROGRAMAS PARA LOGRAR LA META.- Los planes y programas deben elaborarse atendiendo las causas básicas que originan el problema.

7.1.2 ANÁLISIS DE FODA

Es una técnica ampliamente conocida que consiste en analizar la información obtenida del análisis interno y del entorno de la empresa clasificándola según cuatro criterios: fortalezas (F), oportunidades (O), amenazas(A) y debilidades (D), con la finalidad de determinar la posición estratégica de la empresa. Sus características como matriz de análisis son:

- **Es subjetiva**, toma como referencia total.
- **Es indicativa**, no proporciona criterios definitivos, sino que facilita información para la elaboración de estrategias.
- **Es relativa**, aporta soluciones para un periodo de tiempo y unas circunstancias concretas.

La importancia de este análisis radica en que las alternativas estratégicas que se elijan están condicionadas por las fortalezas y debilidades de la empresa y por las oportunidades y amenazas que presenta el entorno.

La finalidad de este análisis es poder elegir estrategias que se fundamenten en las fortalezas de la empresa con el fin de explotar

las oportunidades, contrarrestar las amenazas y corregir las debilidades.

Las empresas para que tengan éxito deben ser capaces de identificar adecuadamente sus fortalezas y debilidades, lo que les permitirá adaptarse en forma rápida y oportuna a los cambios que se producen en el entorno, y que les pueden representar oportunidades o riesgos que deberían aprovechar o hacer frente, según sea el uso.

¿Cómo realizar el análisis FODA?

a) Elaboración de la hoja de trabajo

Con base en el análisis interno y del entorno de la empresa, debe hacerse una agrupación de los factores claves de cada uno de esos análisis. Para ello se puede utilizar una hoja de trabajo que permita esta clasificación. En el Cuadro 7.2 se muestra un modelo de hoja de trabajo.

Cuadro 7.02 : Hoja de trabajo FODA

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Enumerar oportunidades claves	Enumerar riesgos claves
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Enumerar fortalezas claves	Enumerar debilidades claves

b) Selección de factores claves de éxito (FCE)

Matriz de Impacto

c) Ponderación de factores

Los factores que se incluyen en el FODA ponderado son aquellos de más alto impacto en cada uno de los cuadrantes. Su enumeración debe ser de Alto a Bajo impacto en forma descendiente.

d) Realización FODA

Con base en la selección de los factores claves de éxito (FCE) de más alto impacto se realiza el análisis FODA, que consiste en relacionar oportunidades, riesgos, fortalezas y debilidades, preguntándose cómo convertir un riesgo en oportunidad, cómo aprovechar una fortaleza, cómo anticipar el efecto de un riesgo y prevenir el efecto de una debilidad.

Este análisis originará un primer acercamiento a la formulación de estrategias para la empresa. Para realizar el análisis FODA, se puede utilizar la matriz que se presenta en el Cuadro 7.4.

Cuadro 7.04 : Análisis FODA

	OPORTUNIDADES	RIESGOS
	Enumerar las de mayor impacto FCE	Enumerar los de mayor impacto FCE
FORTALEZAS	ESTRATEGIAS	ESTRATEGIAS
Enumerara las de mayor impacto FCE.	FO	FR
DEBILIDADES	ESTRATEGIAS	ESTRATEGIAS
Enumerar las de mayor impacto FCE	DO	DR

Como se puede observar en la matriz de análisis FODA, al confrontar cada uno de los factores claves de éxito, deberán aparecer estrategias FO – FA – DO – DA. Como se mencionó anteriormente, este análisis es de gran valor para los siguientes pasos del proceso de formulación de planeamiento estratégico, principalmente porque debe permitirnos definir los objetivos y formular estrategias que posibiliten aprovechar las oportunidades mediante nuestras fortalezas, neutralizar los riesgos y eliminar nuestras debilidades.

7.1.3 CULTURA ORGANIZACIONAL

En esencia, este término no se aparta de la definición general de cultura que se presentó anteriormente; sin embargo, se mencionarán algunos de los aspectos que determina la cultura en una organización:

1. Autonomía individual. Grado de responsabilidad, independencia y oportunidad de ejercitar la iniciativa que las organizaciones permiten a los individuos.
2. Estructura. Medida en que las reglas, regulaciones y supervisión directa son usadas para vigilar y controlar el comportamiento de los trabajadores.
3. Apoyo. Grado de cordialidad y apoyo dado por los administradores a sus subordinados.
4. Identidad. Medida en la que los miembros se identifican con la organización en su conjunto más que con un grupo de trabajo o campo de experiencia profesional en particular.

5. Forma de recompensar el desempeño. Manera en que la asignación de recompensas y reconocimiento en la organización (como los incrementos salariales, las promociones , etc) considera criterios congruentes con los sistemas administrativos que se utilizan.

6. Tolerancia al conflicto. Nivel de aceptación de conflictos que existen en las relaciones entre compañeros, grupos de trabajo y la administración, así como la disposición a ser honesto y abierto ante las diferencias.

7. Tolerancia del riesgo. Medida en la cual se estimula a los trabajadores a ser agresivos, innovadores y a tomar riesgos.

La cultura de una organización, como la de una sociedad, no es fija y puede cambiar. Es la suma de las percepciones compartidas por todos sus miembros, cada uno de los cuales está consciente de ellas y por lo mismo puede cambiarlas.

- **Método de Lewin Davis & Newstrom, (1991).** Este método se basa en una metodología muy simple que involucra los siguientes pasos:

1. **Descongelamiento.** En este paso se prepara al grupo de enfoque, o a la organización en su conjunto, para entrar al cambio, mediante la explicación del problema o la situación que se enfrenta. Esto se puede hacer mediante una análisis en equipo, lo cual facilita la aceptación del proceso de cambio por los integrantes del mismo, o mediante un equipo representante de los miembros de la organización, siempre y cuando esta representatividad sea legítima.

En esta etapa el aspecto clave es que los miembros del equipo sientan que el problema es parte de ellos, y no que es asignado a ellos. En casos extremos, la aparición de una situación de crisis o emergencia facilita el proceso de descongelamiento.

2. Movimiento. En esta parte del proceso los individuos, guiados por la dirección, efectúan el cambio necesario. Este cambio se debe hacer en dos niveles culturales: es de aceptación y el de valoración del cambio, lo que incluye los supuestos base de la organización y la adopción de nuevos hábitos de trabajo. Para ello es necesario lograr la aceptación del cambio por parte del grupo.

3. Recongelamiento. Los hábitos introducidos en el punto anterior, al ser asimilados lentamente por los miembros del equipo, se internalizan y se vuelven parte de la cultura. La responsabilidad de la dirección es reforzar este cambio mediante la adopción de políticas y procedimientos de evaluación y reconocimiento del desempeño humano que aseguren los nuevos hábitos de trabajo. Esto es esencial, pues en el caso de que se pierda, el cambio puede ser ineficaz o poco duradero.

El modelo de Lewin propone un esquema de cambio muy general, pero es orientador en cuanto al camino que sigue todo proceso de transformación cultural. Cada caso particular necesita de la interpretación específica del significado de descongelamiento, movimiento y recongelamiento.

7.1.4 El ciclo PHVA

El ciclo PHVA es muy similar al ciclo Deming. Las cuatro palabras, Planear, Hacer, Verificar, Actuar, describen muy bien las etapas y se exponen de una manera más explícita como sigue:

Planear.- Determinar las metas y los métodos para alcanzar esas metas.

Hacer.- Educar a los empleados y poner en práctica el cambio.

Verificar.- Verificar los efectos del cambio. ¿Se han alcanzado las metas? De no ser así, volver a la etapa de Planear.

Actuar.- Empezar la acción apropiada para institucionalizar el cambio.

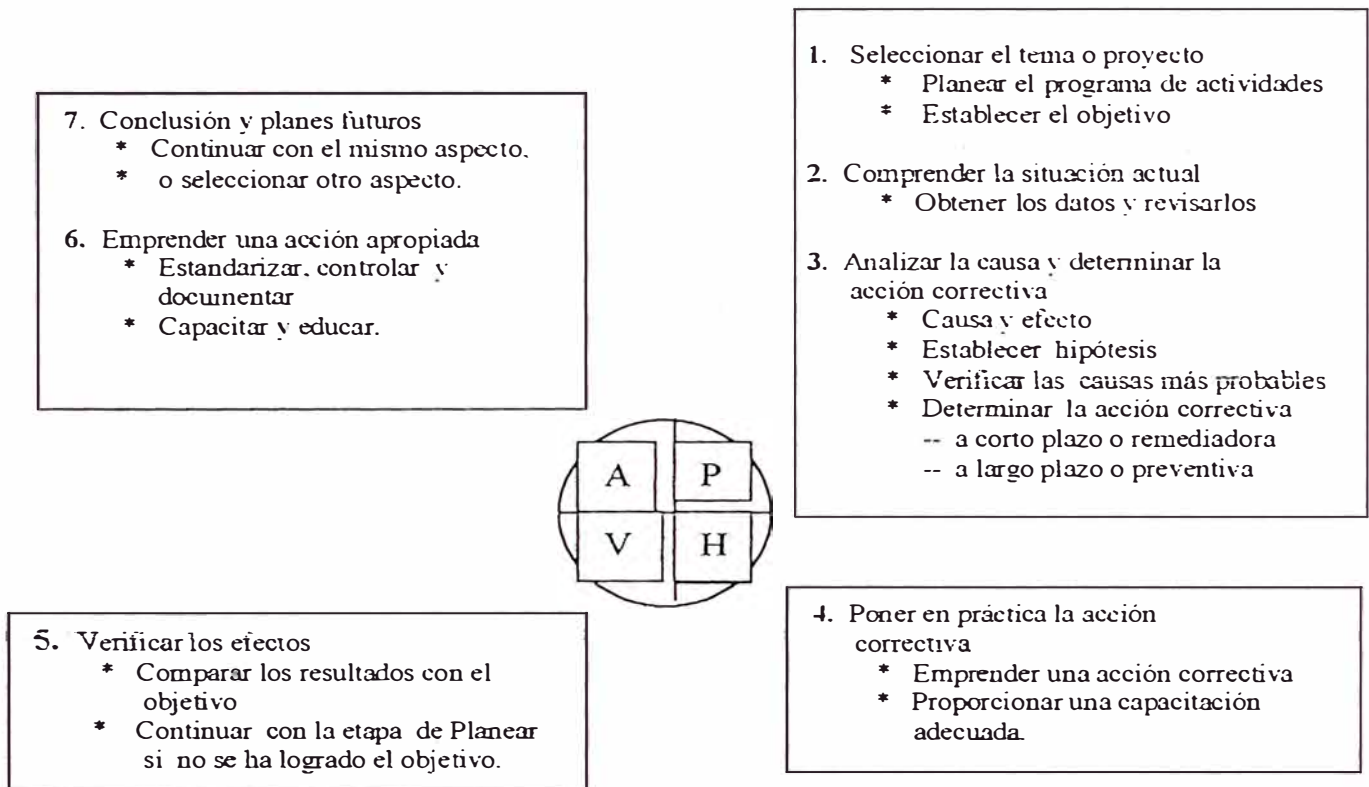
Beneficios del ciclo de mejoramiento PHVA

Los siguientes son los beneficios principales del ciclo de mejoramiento PHVA

- Es un proceso sistemático para la resolución de problemas, que proporciona la ruta más rápida para llegar a una solución efectiva. Asegura un programa en el cual se ha convenido, para la terminación del proyecto.
- Asegura una meta o un objetivo en los cuales se ha convenido, por lo común establecidos con datos.
- Asegura un análisis detallado de los modos de falla.
- Asegura la verificación y la eliminación de los modos de falla más probables.
- Requiere la puesta en práctica de controles para supervisar y

administrar el nuevo proceso mejorado.

Figura 7.03 : El Ciclo PHVA



- Requiere una capacitación en el nuevo proceso y su documentación.
- Requiere la documentación de los datos de las fallas , antes y después. Eso será útil para el siguiente ciclo de mejoramiento.
- Asegurará que no haya una recurrencia del problema, asegurando así un mejoramiento continuo. Esto se logra mediante la estandarización de los nuevos procesos mejorados.
- Los gerentes y supervisores pueden ir y venir, pero si el ciclo de PHVA se ha institucionalizado y es obligatorio.

7.2. DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE GESTION

Para ICOM hemos determinado algunos indicadores de acuerdo a la visión de la empresa y las características orgánicas. Un indicador no solo es un dato estadístico, se asocia a la misión de la gerencia y de la organización; agrega valor a la empresa al proporcionarle retroalimentación y es sistémico. Puede ser objeto de mejora permanente.

Cuadro 7.05 : Indicadores de gestión clave

ÁREA	INDICADOR	RELACIÓN	UNID	TENDENCIA	ESTÁNDAR
PLANTA	Eficiencia total	$\frac{\text{Tiempo especificado}^1}{\text{Tiempo disponible}}$	#		
	Eficacia	N° entregas de producto terminado fuera de tiempo a despachos	#	Cero (0)	
DEPÓSITO MATERIA PRIMA	Eficacia	N° de veces de no disponibilidad de materia prima para producción	#	Cero (0)	
	Eficiencia	$\frac{\text{Costo materia prima deteriorada}^2}{\text{Costo materia prima recibida}} \times 100$	%		
VENTAS	Empatía con el cliente	Número de solicitudes internas d materia prima pendientes por negligencia de los empleados de deposito M.P.	#	Cero (0)	
	Eficacia (desviación pronóstico)	$\frac{\text{Ventas reales mes}}{\text{Ventas presupuestados}} \times 100$	%	1 ó	
	Eficiencia (presupuesto gastos)	$\frac{\text{Valor gastos / mes}}{\text{Valor gastos presupuestados}} \times 100$	%	1	
RECURSOS HUMANOS	Eficacia (pertenencia clientes)	Número de deserciones de clientes / Periodo (mes- semestre-año)	#	Cero (0)	
	Tasas retorno de capacitación	$\frac{\$ \text{ perdido por desempeños deficientes}}{\$ \text{ invertido en capacitación costo}^3} \times 100$	%		
CONTRALORIA	Eficacia (cierres eficaces)	$\frac{\text{N° de cierres / mes / luego de 5° día hábil}}{\text{N° de cierres}} \times 100$	%		97 - 100%
MENTENIMIENTO	Eficacia (tiempos / máquina)	$\frac{\text{Tiempo parada máquina}}{\text{Tiempo operación}} \times 100$	%		7.5 %
GERENCIA GENERAL	Eficacia (participación mercado)	$\frac{\text{Venta mes } \$ / \text{ año}}{\text{Venta sector } \$ / \text{ año}} \times 100$	%		
	Eficacia (retorno inversión)	$\frac{\text{Gastos reales}}{\text{Gastos presupuesto}} \times 100$	%		1

¹ Formalmente establecido

² Inherente a una mala manipulación o transporte interno

³ Aquella que prepara a l as personas para cualificarlas mejor en su trabajo

Cuadro 7.06 : Indicadores de Gestión del Recurso Humano

Nombre	Variables	Medida	Unid.	Tendencia	Estandar
(1) Rotación de personal (Global)	<ul style="list-style-type: none"> Número de egresos-periodo Número promedio de empleados en periodo 	$R_G = \frac{\text{N}^\circ \text{ egresos/periodo}}{\text{N}^\circ \text{ promedio empleados/per}} \times 100$	%		5 %
(2) Rotación de personal (por causa)	<ul style="list-style-type: none"> Número egresos por causa¹ Numero promedio de empleados en periodo 	$R_C = \frac{\text{N}^\circ \text{ egresos/periodo}}{\text{N}^\circ \text{ promedio empleados/per}} \times 100$	%		\$ = 45%
(3) Deserción ² de personal	<ul style="list-style-type: none"> Número de egresos Número promedio de empleados en periodo 	$R_{sc} = \frac{\text{N}^\circ \text{ egresos/periodo}}{\text{N}^\circ \text{ promedio empleados/per}} \times 100$	%		0- 1 %
(4) Reprocesos de nómina	<ul style="list-style-type: none"> Reprocesos(N°) Costo de reprocesos No reclamos por incumplimiento Cantidad de personal activo 	$R_N = \frac{\text{N}^\circ \text{ reprocesos / periodo}}{\text{N}^\circ \text{ promedio empleados/per}} \times 100$	%		0
		$\text{Eficiencia proceso} = \frac{\text{Costo reproceso}}{\text{Costo sin errores}} \times 100$	%		0
		$\text{Empatía del personal de nómina} = \frac{\text{N}^\circ \text{ reclamos}}{\text{Personal activo}} \times 100$	N°		0
(5) Capacitación gasto	<ul style="list-style-type: none"> \$ Gastado capacitación en C, H/ periodo \$ invertido en capacitación / periodo 	$C_G = \frac{\$ \text{ Cap. Gasto}^3/\text{ periodo}}{\$ \text{ Cap. Total / periodo}} \times 100$	%		5 %
(6) Capacitación costo	<ul style="list-style-type: none"> \$ invertido ESTRATEGICAMENTE en capacitación / periodo Costo capacitación total/ periodo 	$C_C = \frac{\text{Costo capacitación ESTRATEG}}{\text{Costo total capacitación}} \times 100$	%		Según plan estratégico de la empresa
(7) Ausentismo o formal	<ul style="list-style-type: none"> N° horas perdidas (global) N° horas laborables 	$A_F = \frac{\text{N}^\circ \text{ Horas perdidas / periodo}}{\text{N}^\circ \text{ Horas laborales / periodo}} \times 100$	%		1 %
(8) Costo ausentismo	<ul style="list-style-type: none"> Total días perdidos / periodo Sueldo diario promedio Factor prestacional 	$C_A = \text{Días perdidos} \times \text{Sueldo día periodo} \times \text{Factor prestacional}$	\$		1 X MIL de los costos operacionales

¹ Retribución económica, estilo de dirección, Normatividad de la Cía. Oportunidad de desarrollo.

² El empleado se retira sin tener otro empleo previsto.

³ Conocimientos o habilidades deficientes del personal que deben ser cubiertos con capacitación

7.3. ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS Y OBJETIVOS

7.3.1. Análisis FODA

La finalidad de este análisis es poder elegir estrategias que se funden en las fortalezas de la empresa con el fin de explotar las oportunidades, contrarrestar las amenazas y corregir las debilidades.

CUADRO 7.07 : HOJA DE TRABAJO

ANÁLISIS EXTERNO	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
O1 Se cuenta con cartera de clientes amplia en sectores de la región	A1 La imagen de la empresa no se encuentra en la mejor situación
O2 Se dispone de mano de obra abundante	A2 Los clientes se quejan por plazos incumplidos
O3 Con nuevo Torno adquirido se puede competir en maquinado de Propulsiones Navales Pesqueras	A3 Los precios de los servicios son altos y los clientes se van insatisfechos
O4 Hay inversión en fabricaciones nuevas en sector Azucarero.	A4 Algunos clientes se quejan por mala atención
O5 Se incrementa la industria Agroindustrial Menor(lechera)	A5 La competencia por los servicios se incrementa en la región.
O6 En minería existe mayor mercado para los servicios	A6 El mercado cada vez exige productos y servicios de calidad y menor costo.
O7 En sector Energético hay mas oportunidades : C.H. Viru, C,H, Cañon de Pato. Etc.	A7 Hay recesión económica con leve o nula mejoría
	A8 La pesca es inestable se construyen pocas bolicheras y plantas de Harina.
	A9 El cliente principal (Siderperú) tiene dificultades por importación de acero a menor precio.

ANALISIS INTERNO	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>F1 Se cuenta con la mayoría de máquinas y equipos de una maestranza servicio liviano y pesado</p> <p>F2 Se cuenta con dos Naves Industriales, una de ellas con Grúa Punte.</p> <p>F3 Se esta implementando una caseta de control de calidad.</p> <p>F4 Se proyecta adquirir un camión grúa para montajes.</p> <p>F5 Se proyecta comprar a corto plazo de máquinas de soldar procesos TIG, Arco Sumergido y GTAW.</p> <p>F6 Se proyecta implementar una oficina de ingeniería.</p> <p>F7 Se cuenta con una potencia instalada de 350 KW y servida por un Transformador de 400 KVA</p>	<p>D1 No hay confiabilidad plena de equipos y máquinas.</p> <p>D2 No hay un plan de mantenimiento para la Planta.</p> <p>D3 No hay calificación de soldadores y procedimientos de soldadura en todos los Proyectos.</p> <p>D4 No hay ordenamiento y organización administrativo coherente.</p> <p>D5 No se cumplen los plazos de entrega.</p> <p>D6 No hay control de calidad eficiente.</p> <p>D7 Los clientes internos se quejan por demora de pedidos de insumos y repuestos.</p> <p>D8 Se repiten algunos trabajos por fallas procesos de fabricación.</p> <p>D9 No hay una política clara de la empresa respecto a decisiones técnicas, mucha ingerencia del dueño.</p>

De la tabla anterior debe hacerse una selección de factores claves de éxito (FCE), que sean fundamentales para el éxito o fracaso de la empresa, para ello debe utilizarse el análisis de impacto: consiste en definir cuál es el impacto de cada fortaleza, debilidad, oportunidad, o amenaza en la empresa y, por lo tanto convertirle en factor clave de éxito.

Cuadro 7.08.: Matriz de Impacto FODA – Ponderado (Enumeración de alto a bajo)

<i>Fortalezas</i>	Impacto			<i>Oportunidades</i>	<i>Impacto</i>		
	<i>Alto</i>	Medio	Bajo		<i>A</i>	M	B
	F1 F2 F3 F6	F5 F7	F4		O1 O3 O4	O5 O6 O7	O2
<i>Debilidades</i>	Impacto			<i>Amenazas</i>	Impacto		
	<i>A</i>	M	B		A	M	B
	D2 D5 D6 D3 D4 D9	D1 D7 D8 D10			A1 A2 A3 A5 A6 A7	A4 A8 A9	

REALIZACIÓN FODA.-

A continuación se presenta el análisis FODA para ICOM. Este originará un primer acercamiento a la formulación de estrategias para la empresa.

Cuadro 7.9. Análisis FODA

	<i>Oportunidades</i>	Amenazas
	01 03 04	A1 A2 A3 A5 A6 A7
Fortalezas	Estrategias	Estrategias
F1 F2 F3 F6	FO	FA
<i>Debilidades</i>	Estrategias	Estrategias
D2 D5 D6 D3 D4 D9	DO	DA

Estrategias FO:

- No perder ningún cliente de la cartera, recuperar aquellos perdidos demostrando mejoras en los servicios prestados, seguros de utilizar más eficientemente la infraestructura existente y eficazmente.
- Ampliar el servicio en el rubro de reparaciones de sistemas de propulsión de hasta 500 Ton. de Capacidad de embarcación con la adquisición de un Torno paralelo de 6 mt. Bancada .
- Dentro de la infraestructura a implementar con urgencia se requiere una caseta y oficina de control de calidad con los equipos e instrumental básico, un Manual de Control de calidad piloto, además se requiere una oficina de Ingeniería exclusiva con sistemas de cómputo en red incluido software de aplicaciones para diseño y base de datos.

Estrategias FA:

- Mejorar la imagen de la empresa no incurriendo en errores causantes del rechazo como el cumplimiento de plazos, precios más razonables, no menos preciando a la competencia.
- Para mejorar la cuota de participación del mercado se requiere un servicio de calidad a menor costo y absorber la poca inversión regional producto de la recesión económica.

Estrategias DO:

- Elaborar un plan de mantenimiento para la planta por etapas reduciendo progresivamente el mantenimiento correctivo, aplicando el mantenimiento preventivo y predictivo, con miras al mantenimiento proactivo.
- El objetivo de toda la organización y los mayores esfuerzos se deben centrar en el cumplimiento de los plazos de entrega de los servicios prestados.
- Efectuar calificación de soldadores y de procedimientos de soldadura para la realización de todos los proyectos constructivos grandes y medianos. Elaborar un manual de calidad de la soldadura.
- Mejorar el sistema administrativo y el control de calidad reentrenando al personal y elaborando un Manual de procedimientos aprobado por Gerencia.
- Todas las decisiones técnicas importantes se realizarán en una reunión de la Gerencia y la oficina de Ingeniería, para ellos los ingenieros debe sustentar las soluciones de ingeniería al problema presentado y si la gerencia recomienda otras soluciones será de su responsabilidad. Debe haber consenso.

Estrategias DA:

- Prevenir las tallas de las máquinas y equipos para cumplir los plazos, mejorar la calidad del servicio y reducir costo operativos.
- La calificación de soldadores y procedimientos tendrá un impacto en la nueva imagen de la empresa.
- La implementación de un sistema de calidad y un programa de mantenimiento mejorará la imagen de la empresa.
- La reducción de los precios creará mayores oportunidades en el mercado, al ofrecer un servicio de calidad.
- Al implementar la nueva gestión de la calidad como estrategia principal de la alta gerencia, la aplicación de la planificación estrategia y un esfuerzo en el cambio de cultura de la organización se asentarán las bases de una empresa más competitiva a pesar de la crisis económica por el que el país pretende salir con el aporte de los nuevos empresarios.

7.3.2. Políticas para ICOM (Propuestas)

Bajo el entorno de los sistemas de gestión de la calidad (del ISO 9000:2000) el enfoque para desarrollar e implementar éste, una de las etapas es el establecimiento de políticas y objetivos de la calidad de la organización. La política de la calidad, como fue definido en el acápite 7.1., debe ser emanada formalmente por la alta dirección y debe ser coherente con la política global de la organización y proporciona un marco teórico de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad. Además los principios de gestión de calidad de 0.2 de la Norma Internacional son la base para la formulación de las políticas,

éstos principios se presentan para conducir y operar una organización en forma exitosa, se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente.

ICOM Establece las siguientes políticas de calidad:

Cuadro 7.10

Referencia	Declaración
Global	Ofrecer a sus clientes productos y servicios competitivos. Libres de error. Que satisfagan o exceden sus expectativas y con oportunidad.
Del Personal	Cada trabajador de la empresa agrega cierta valor a la parte de la operación que tiene lugar en su área. Cada quien desempeñe correctamente las labores que tiene encomendadas en forma continua. Tenga la oportunidad de detectar sus errores y corregirlos antes que pasen su trabajo final a sus clientes.
De los Problemas	Calidad en los programas: cumplamos con los programas de entrega a los clientes y seremos felices.
De los Precios	Nuestro producto o servicio tendrá el mejor precio del mercado y los clientes sientan que vale su precio por que nuestros competidores no pueden ofrecer buena calidad a menor precio.
De los Resultados	Calidad del resultado: nuestro producto o servicio debe ser elaborado haciendo uso racional de los recursos, evitando desperdicios, es decir buena eficiencia; y cumplirse con las metas de producción pre-establecidos en términos de cantidad, calidad, oportunidad y costo, esto es, deben obtenerse resultados con eficiencia eficacia.

7.3.3. OBJETIVOS DE ICOM (Propuestas)

La planificación estratégica de la organización y la política de la calidad proporcionan un marco de referencia para el establecimiento de los objetivos de la calidad. La alta dirección

debería establecer estos objetivos para conducir a la mejora del desempeño de la organización. Los objetivos deberían poderse medir con el fin de facilitar una eficaz y eficiente revisión por la dirección.

Los objetivos se refieren a:

- Establecen que es lo que se va a lograr y cuando serán alcanzados los resultados, pero no establecen cómo serán logrados.
- Todas las organizaciones poseen múltiples objetivos.
- Desde objetivos en lo que se refiere a valores, pasando por objetivos organizacionales generales, y una serie de objetivos menos permanentes (tareas específicas para cada una de las unidades)
- Los objetivos principales aquellos que afectan la dirección general y variabilidad de la entidad se llaman objetivos estratégicos.

7.4. ACCIONES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS RECURSOS SELECCIONADOS

7.4.1. Del Recurso Humano

Como se vio en el acápite 7.2. con el tema de cultura organizacional, que es a donde se debe llegar, es decir, un cambio de cultura organizacional para ICOM, ahora trataremos de la Cultura de Calidad Personal, definido como el conjunto de valores y hábitos que poseen una persona, que complementados con el uso de principio y herramientas de calidad en el actuar diario, le permiten

apoyar a su organización para superar los retos que se le presentan en el cumplimiento de su misión.

El recurso humano es el capital principal de la empresa y el principal recurso de introducción de variaciones en los procesos productivos, debe controlarse a través de la capacitación y cambio de cultura. El objetivo de la capacitación tiene 02 razones: mejorar la calidad humana de los miembros a través de conceptos y formación teórica e implantar hábitos productivos que otorguen valor a las operaciones que las personas sujetos de la capacitación realizan.

Para ICOM, vamos a centrar el estudio de la **Efectividad personal** como propuesta de solución al cambio de cultura de calidad personal, al final de éste estudio, lo que se espera de este acápite para los miembros de nuestra empresa en cuanto a los hábitos de cultura de calidad son:

- La mejora continua.
- La atención y responsabilidad en el trabajo.
- La prevención de errores.
- Hacer bien el trabajo al primer intento.
- La planeación de sus actividades en el corto y largo plazo.
- La evaluación constante de su desempeño.
- Disciplina y constancia en el cumplimiento de sus compromisos.

FUNDAMENTOS DE LA EFECTIVIDAD PERSONAL Y ORGANIZACIONAL

Según a visión de Stephen Covey las cinco columnas que sostienen la estructura conceptual de su pensamiento son:

1. Paradigmas.
2. Principios.
3. Proceso de adentro hacia fuera.
4. Hábitos de efectividad y
5. Niveles de efectividad.

Paradigmas:

De acuerdo con Covey, los paradigmas son los modos en que las personas ven el mundo, en el sentido de percepción, comprensión o interpretación. Otro modo de entender los paradigmas es la idea de que paradigmas no serían sino mapas de nuestras mentes y corazones que dan origen a nuestras actitudes y conductas y, en última instancia, a resultados.

Principios:

Los principios siempre en la visión de Covey son leyes naturales en la dimensión humana que gobiernan la efectividad y que no pueden quebrantarse. Estos principios representan verdades profundas, fundamentales, duraderas, universales y permanentes que han sido reconocidas por todas las civilizaciones importantes a través del tiempo.

Proceso de adentro hacia fuera:

Conforme a Covey, el proceso de cambio y desarrollo personal siempre se produce de adentro hacia fuera, y se sustenta en los

principios, la persona humana (carácter, paradigmas y motivaciones) y los hábitos de la efectividad. Esto quiere decir que los programas de cambio y desarrollo personal para poder ser realmente efectivos tiene antes que ser asimilados internamente por la persona traspasando las resistencias interna y las barreras externas.

Hábitos de efectividad:

Los hábitos de la efectividad personal y organizacional constituyen un nuevo paradigma propuesto por Stephen R. Covey, sustentados en siete hábitos reconocidos por nuestro autor en su original y productivo estudio acerca de la literatura del éxito en su país durante le periodo 1776 – 1976.

Los hábitos no serían sino la resultante de la intersección de tres elementos: *1. Conocimiento*, responde al qué hacer y por qué; *2. Capacidad*, responde al cómo hacer, y *3. Deseo*, responde al querer hace o motivación. Estos tres elementos son requeridos para convertir algo en un hábito en nuestras vidas.

Niveles de efectividad:

Estos niveles de efectividad, siempre en la visión de Covey, son los siguientes: 1. Efectividad personal; 2. Efectividad interpersonal; 3. Efectividad gerencial; y 4. Efectividad organizacional. Veamos muy brevemente cada uno de estos niveles de efectividad.

1. La efectividad personal, basada en el principio de la confiabilidad, constituye la relación conmigo mismo;

2. La efectividad interpersonal, sustentada en el principio de confianza, son mis relaciones e interacciones con los demás;
3. La efectividad gerencial, sostenida en el principio del facultamiento, es la responsabilidad de hacer que otros lleven a cabo determinada tarea con un claro sentido de responsabilidad y compromiso; y
4. La efectividad organizacional, soportada en el principio de alineamiento, es la necesidad de organizar a las personas en armonía con las líneas maestras de la organización.

LOS HÁBITOS DE LA EFECTIVIDAD PERSONAL Y ORGANIZACIONAL

Primer hábito: *Sea proactivo.*

Este hábito de efectividad representa la posibilidad de asumir nuevos desafíos en un ambiente de libertad individual y responsabilidad social de la persona humana. Este es el hábito de la conciencia y conducta de responsabilidad, el que resulta determinante en cada persona para comprender sus realizaciones y frustraciones, sus retos y sus respuestas, sus ambiciones y sus logros.

Es muy importante entender que entre los estímulos, procedentes del ambiente externo e interno, y las respuestas, manifestadas en conductas observables o no, existe la libertad interior de decidir.

Segundo hábito: *Empiece con un fin en mente.*

Este hábito de efectividad refleja el liderazgo personal y satisface plenamente la necesidad de encontrar un sentido a la propia existencia. Este es el hábito de la primera creación o creación mental, el que resulta esencial en cada persona para comprender el cumplimiento de su misión existencial.

Las observaciones y estudios realizados acerca de la visión de futuro revelan que esta es en verdad extraordinaria y, tal como lo considera Stephen R. Covey, el poder de una visión de futuro es increíble. La literatura mundial abunda en casos que demuestran la manera en que la visión de futuro posibilita el cumplimiento de los propios objetivos.

Tercero hábito: *Establezca primero lo primero.*

Este hábito de efectividad interpreta la idea de la administración personal, y su aplicación inteligente posibilita que las personas puedan encontrar la diferencia entre lo importante y lo urgente para ser más efectivas. Este es el hábito de la segunda creación o creación física, el que resulta básico para comprender la calidad de las decisiones y acciones en el día a día.

Existen varias generaciones de aplicaciones inteligentes respecto a la administración del tiempo, cada una de las cuales ha logrado un avance sustantivo con respecto a la anterior: Desde la primera, basada en las notas y listas de tareas; pasando por la segunda, apoyada en las agendas; hasta la tercera, fundamentada en la administración del tiempo. Stephen R. Covey ha propuesto una cuarta que encuentra su sustento en la matriz de administración personal, en la que cada actividad puede ser clasificada según dos

criterios: 1) Urgencia, aquellas actividades que requieren una acción inmediata; y 2) Importancia, aquellas actividades que tienen que ver con los resultados.

Cuarto hábito: *Piense en ganar / ganar.*

Este hábito de efectividad ejemplifica el beneficio mutuo y ayuda poderosamente a encontrar el equilibrio en las relaciones humanas con un sentido de bien común y equidad. Este es el hábito que posibilita el logro de satisfacciones compartidas entre todas aquellas personas que participan en un proceso de negociación.

Este hábito comprende el estudio de seis paradigmas de interacción humana: 1) ganar / ganar; 2) gano / pierdes; 3) pierdo / ganas; 4) pierdo / pierdes; 5) Gano; y 6) ganar / ganar o no hay trato. Cada uno de estos paradigmas es un modelo de relaciones humanas que conlleva determinados objetivos y logros; sin embargo, el primer modelo de los nombrados en una realidad interdependiente es el único viable.

Quinto hábito: *Procure primero comprender y después ser comprendido.*

Este hábito de efectividad describe la comunicación efectiva y conviene aplicarlo a los efectos de desarrollar los beneficios de la inteligencia emocional y obtener un clima social de respeto y convivencia armoniosa. Este es el hábito que sustenta la necesidad de comprender con empatía al otro para después ser comprendido y poder edificar relaciones interpersonales más constructivas.

Sexto hábito: *Sinergice.*

Este hábito de efectividad implica la interdependencia y es el producto social de individuos, familias, equipos de trabajo y organizaciones bien integradas, productivas y creativas. Este es el hábito que fundamenta los logros sinérgicos del trabajo en equipo, vale decir de aquellos equipos en los que el resultado del colectivo es mayor que la simple suma de sus integrantes. También podría afirmarse el cociente intelectual del equipo es mayor que el promedio del cociente intelectual de aquellos que participan en su composición.

Séptimo hábito: *Afile la sierra.*

Este hábito de efectividad interpreta la mejora continua y ofrece un horizonte de superación personal en todas y cada una de las áreas de nuestra personalidad. Este es el hábito que permite entender el mejoramiento personal en las dimensiones física, mental, socio-emocional y espiritual.

AHORA INCLUIREMOS 4 TEMAS DE INTERÉS PARA COMPLEMENTAR LA CULTURA DE NUESTRA ORGANIZACIÓN:

- **PRINCIPIOS ÉTICOS DEL TRABAJADOR.**

1. **EN RELACIÓN A LA PROPIA EMPRESA**

El empleado jamás debe hablar mal de su empresa con terceros. Si tiene algo de qué quejarse, hágalo con sus Directores en privado.

2. EN RELACIÓN A LA COMPETENCIA

Es un “Credo”. Jamás debe hablarse mal de la competencia y menos denigrar su nombre o sus productos.

3. EN RELACIÓN A SUS COMPAÑEROS DE EMPRESA

Ni entre compañeros, ni con clientes o proveedores es ético hablar mal de otros empleados o de defectos de otras secciones de la empresa.

4. EN RELACIÓN A OTROS CLIENTES

Jamás debe pasarse información de lo que o ha dicho un cliente a otros cliente. Deben negarse si se lo pidiese un cliente por importante que fuere.

5. ¡LEALTAD!

Si Usted trabaja para un hombre, por Dios, ¡Trabaje para él! Hable bien de él y sea fiel a la empresa que él representa.

Si usted tiene que murmurar, condenar o encontrar faltas constantemente, entonces, mejor renuncie a su puesto y cuando esté fuera, dé rienda suelta a sus críticas. Pero mientras sea parte de la empresa, ¡NO LA CENSURE!.

¿QUÉ ES UN CLIENTE?

- UN CLIENTE es la personas más importante de cualquier negocio.
- UN CLIENTE no depende de nosotros, nosotros dependemos de é.
- UN CLIENTE no es la interrupción en nuestros trabajo si no su razón de ser.

- UN CLIENTE nos hace un favor cuando acude a nosotros, nosotros no le hacemos ningún favor sirviéndole.
- UN CLIENTE es una parte de nuestro negocio, no un extraño.
- UN CLIENTE no es una estadística fría, es un ser humano con sentimientos y emociones iguales a los nuestros.
- UN CLIENTE es alguien con quien no debemos argüir o discutir.
- UN CLIENTE es una personas que nos hace conocer sus necesidades; nuestro trabajo es satisfacerlas.
- UN CLIENTE espera de nosotros el tratamiento más cortés y atento que podamos darle.

¿QUÉ ESPERA EL CLIENTE DE NOSOTROS?

1. BUENA COMUNICACIÓN

- Saber escuchar.
- Dar información en un lenguaje adecuado.
- Consultarle: ¿Qué desea?

2. CORTESÍA

- Cortesía viene de CORTE, la corte de un rey: “El rey cliente”
- Trato adecuado, respetuoso, considerado y amable.
- Mi apariencia personal: - Mi forma de vestir.
- Mis modales

3. COMPRENDER LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

- Necesidad se define como la ausencia de algo.
- Ante un problema = Darle seguridad, darle información.
 - Cada cliente es diferente: Tratarlo en forma personalizada.

4. INTERES

Buena voluntad de los empleos en prestar el servicio.

Supone:

- Atenderlo en el momento adecuado.
- De modo conveniente
- Responder con celeridad y precisión.

5. COMPETENCIA

Haber sido capacitado. Conocer:

- Técnicas y conocimientos necesarios.
- Conocer sus productos.
- Conocer su empresa e identificarse con ella.
- Ayudar al cliente a solucionar sus problemas
- Conocer de relaciones humanas y relaciones públicas.

6. CREDIBILIDAD

Sinceridad y honestidad.

- Implica hacer suyos los intereses del cliente y sabérselo demostrar.
- Incluye: El prestigio de la empresa y su personal.

7. FIABILIDAD

Supone:

- Coherencia de actuación y formalidad.
- Calidad desde el principio.
- Puntualidad y cumplir lo que han prometido.

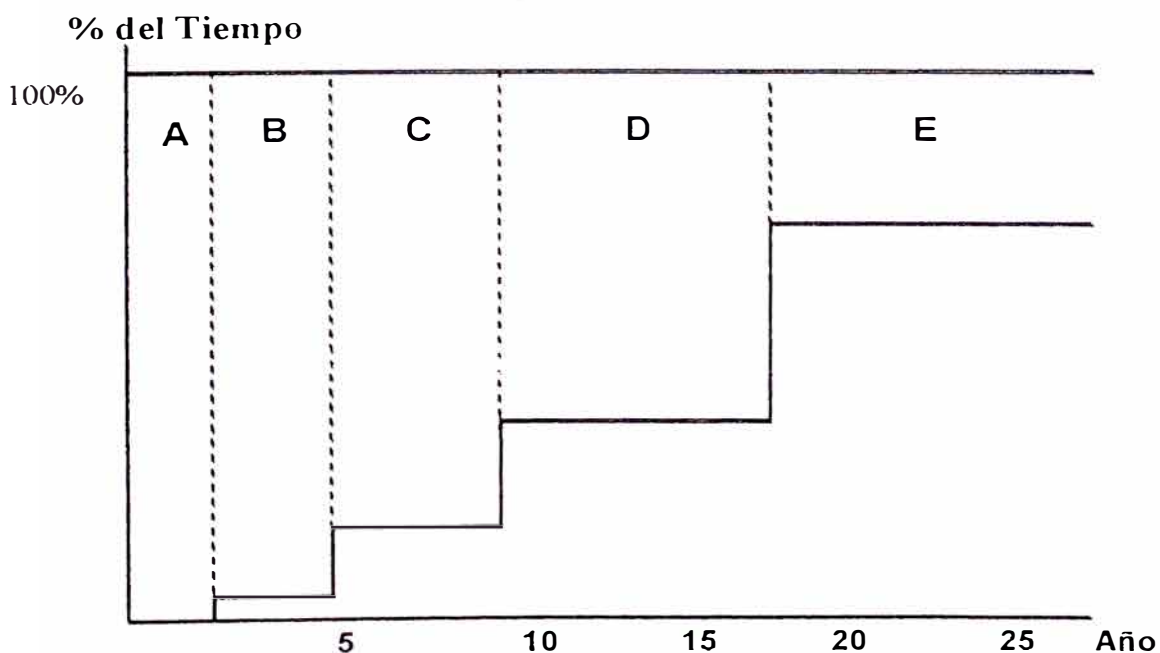
- **UN ADMINISTRADOR DE LA CALIDAD**

Toda planta debe seguir algún sistema para mejorar la calidad de sus operaciones. En todos los países han surgido ingenieros de calidad y en mayor o menor grado son un estímulo hacia el mejoramiento de la eficacia de la función de calidad. En los Estados Unidos estos especialistas se han hecho tan numerosos que tienen una dirección sui generis.

Carreras para especialistas de calidad

Una carrera es una progresión lógica de asignaciones de trabajo durante la vida de una persona. La carrera que empieza en algún oficio o profesión usualmente persiste como la carrera de toda la vida. Sin embargo, algunos que son empleados por instituciones, gradualmente dejan el trabajo profesional dedicándose en forma creciente a labores de administración..

Figura 7.4



Por ejemplo, la carrera ilustrada en el gráfico que se acompaña es la de un ingeniero que empieza con asignaciones que son un 100% de carácter profesional

Al poco tiempo le dan un asistente. Ahora, al grado en que el supervise el trabajo de este asistente, estará dirigiendo, e.d., obteniendo resultados de otros.

A = Ingeniero Subordinado

B = Ingeniero de Control de Calidad

C = Jefe de Ingeniería de Control de Calidad

D = Administrador de Calidad

E = Vicepresidente

La Etapa siguiente es su nombramiento al puesto de jefe de Ingeniería de Control de la Calidad. Ahora una carta parte del tiempo del ingeniero se dedica a dirigir. El resto del tiempo él sigue usando los medios de la profesión de ingeniería. La mayoría (incluyendo él mismo) lo considera un ingeniero, no un director o administrador.

Una fase más es la de Administrador de Calidad. Ahora el ingeniero dedica como la mitad de su tiempo a administrar (algunos lo llaman administrador, otros ingeniero). También ha llegado a una bifurcación del camino: la selección si va ha dedicar el resto de su carrera en la profesión (control de calidad) o la abandonará para tener éxito en una carrera jerárquica como administrador.

Reglas del Administrador de Calidad

Las reglas varían grandemente y consisten en combinaciones de las siguientes:

- El papel de inspección: Usualmente él está al mando de las fuerzas que miden los productos y juzgan su conformidad con las especificaciones.
- El papel de “representante del cliente”. Participa en el juicio de idoneidad para su uso y puede que domine en el mismo.
- El papel de planificación y coordinación: Tiene participación y hasta primacía en el establecimiento de las normas de calidad de la empresa, los objetivos y planes. Donde combine conocimiento de los negocios y pericia tecnológica, puede llegar a ser “la mano derecha” del Jefe Ejecutivo en materias de calidad.
- El papel de análisis: Usualmente da órdenes a los especialistas de personal cuyos estudios analíticos forman la base de los enfoques científicos en la obtención de calidad y para el logro de adelantos trascendentales.
- El papel de consultoría: El es el especialista del grupo de administración en la función de calidad y además, él y su organización poseen pericias especiales que tienen aplicación en otras funciones.
- El papel de certeza: El es el anotador de tantos reportes de la empresa sobre el estado verdadero de la ejecución de calidad.

➤ El papel de enlace externo: El es el contacto de la empresa con especialistas de calidad en el gobierno, la industria, las sociedades profesionales, etc.

7.4.2. CIRCULOS DE CALIDAD Y PROGRAMA 5 S

¿Qué es un círculo de calidad? .- Un grupo de personas de la misma empresa que se reúnen regularmente para identificar, analizar y solucionar no solo los problemas de calidad sino otros relacionados con su área.

¿De dónde provienen los miembros?.- Lo ideal es que los miembros de un determinado círculo provengan de la misma área de trabajo o realicen un trabajo parecido, de manera que todos estén familiarizados con los problemas que seleccionan.

¿Cuántos miembros forman un círculo? . Para formar un círculo se requieren idealmente siete u ocho miembros. El número podrá variar de tres a quince; pero nunca demasiados que no puedan contribuir y colaborar con efectividad en las reuniones.

¿Cuáles son los objetivos de los círculos de calidad?

- Disminuir los errores y aumentar la calidad
- Fomentar un interés legítimo en el trabajo.
- Promover y mejorar el espíritu de cuerpo.
- Crear aptitudes para resolver problemas.
- Generar aptitudes para resolver problemas.
- Generar actitudes de prevención de problemas.

- Mejorar la comunicación dentro de la empresa.
- Mantener relaciones armónicas entre la gerencia y los trabajadores.
- Promover el desarrollo personal y el del líder.
- Fomentar un mayor sentimiento de seguridad.

¿Por qué el énfasis en la calidad?.- Una mejor calidad se refleja en la satisfacción de la clientela y se asegura la continuidad de los negocios. Además, la disminución de efectos y desperdicios se traduce directamente en un incremento de la productividad y las utilidades, lo que se refleja en una mayor estabilidad del trabajo.

¿Qué organizaciones pueden utilizar los círculos?.- Toda organización que ofrece bienes o servicios puede aprovechar los Círculos de Calidad para promover en sus empleados el sentido de calidad. Todo negocio, industria u organización, no importa su producto u objetivo, puede obtener gran provecho de esta forma de participación de su personal. Actualmente se emplean los Círculos de Calidad en organizaciones tan diversas como bancos, hospitales, seguros, servicios públicos, industrias y muchas más.

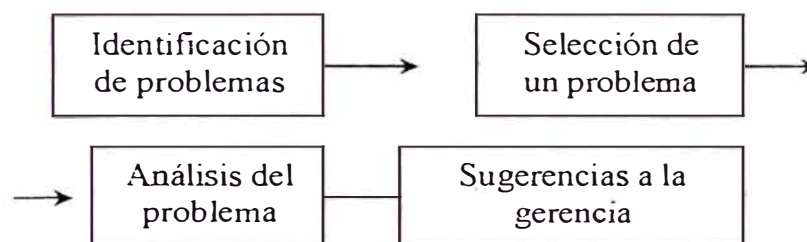
¿Y qué saca usted de todo esto?.-

- Entrenamiento en el análisis de problemas.
- La oportunidad de identificar los problemas con los cuales se enfrenta y que no parece importar a nadie.
- Se le da la oportunidad de seleccionar los problemas que deben ser analizados.

- Tiene realmente la oportunidad de analizar los problemas seleccionados.
- Presenta sugerencias directamente a la gerencia para que se solucionen los problemas.
- Tiene oportunidad de contribuir a elevar la reputación sobre la calidad de la organización, para hacerla más competitiva y tener mayor seguridad de su empleo.
- Ser reconocido como el “experto” en su área.

¿Cómo se seleccionan los miembros de cada círculo?.- No se seleccionan. Los grupos pueden formarse por sorteo. Tampoco es necesario que se reúnan por turnos, pues la experiencia muestra que en ningún caso los círculos duplicarán sus actividades. Cada Círculo contribuirá a su manera y dicha contribución beneficiará también a los tres Círculos.

¿Cómo funciona el proceso?.- El siguiente diagrama muestra en forma gráfica las cuatro etapas.



PROGRAMA DE LAS 5S

El Japón de hoy tiene grandes vínculos con su milenaria cultura, uno de ellos precisamente se observa cuando las empresas inician en el

proceso de Calidad Total. El primer paso es en la mayoría de los casos, el de limpiar la casa, es decir introducir a la organización las buenas prácticas del hogar. Nosotros seguramente conozcamos de ellas a través de información de la cultura Japonesa, en esta trasciende el orden y la limpieza que con una actitud casi mística, es práctica diaria en el hogar japonés. El principio de las 5 S's es llevar esta excelente costumbre al puesto de trabajo, máquinas o herramientas bajo responsabilidad de la persona, responsabilidad que abarca también actividades de limpieza y ordenamiento de los elementos con los que opera. La práctica de las 5 S's se ha visto fortalecida ya que se ha conseguido:

- Mejorar la organización y limpieza de los puestos de trabajo.
- Se simplifican actividades y se las hace de manera más segura.
- Los resultados son visibles dentro y fuera de la organización.
- Estos resultados motivan la generación de nuevas ideas.
- La gente se autodisciplina.
- Siente orgullo de lo que representa su puesto de trabajo.
- La buena imagen genera más negocio.

RESULTADOS TANGIBLES ESPERADOS DEL EMPLEO DEL 5S:

LA GENTE .-

Los empleados estarán disciplinados para ser cuidadosos del orden de los lugares de trabajo y motivados para mejorar el nivel de

limpieza. Mediante la participación de todos en la organización se logra más espíritu de equipo y cooperación. Los empleados estarán disciplinados para emplear más seguras y mejores prácticas de trabajo, logrando menos riesgos de accidentes. Los empleados estarán más dispuestos a mejorar, lo cual se traduce en mayor eficiencia y productividad.

PARA MAQUINAS Y HERRAMIENTAS: Los problemas de las máquinas pueden detectarse antes, para prevenir daños, cuando las máquinas se limpian diariamente por las mismas personas que las operan. La limpieza diaria de instrumentos de medida asegurará la precisión y exactitud. La vida de las máquinas y herramientas pueden extenderse, significativamente, cuando son manejadas con cuidado y ubicadas en el lugar asignado.

PARA MATERIALES Y TRABAJO EN PROCESO.- El flujo de materiales y trabajo en proceso será más fácil. El espacio del piso estará organizado y las posibles fallas para mejorar, pueden ser fácilmente identificadas, por observación rápida. El inventario de materiales y trabajo en proceso será visualizado claramente y manejado fácilmente. Las relaciones de aprovechamiento del material pueden ser mejoradas. Se reducirá el manejo de materiales.

PARA PRODUCTOS Y CONSUMIDORES.- El lugar de trabajo limpio asegurará que los productos estén libres de suciedad. El personal de ventas estará contento de mostrar la planta a sus clientes, como una herramienta de marketing.

1S: SENTIDO DE SELECCIÓN

Tener sentido de selección es saber separar las cosas útiles de las que no lo son o que no se usan en nuestra tarea de trabajo, casa u oficina. Es válido para archivos, informaciones documentos, etc.

¿CÓMO LO PRACTICAMOS?

Primero separamos las cosas por su utilización.

Cuidado! No vamos a cometer exageraciones, descartando aquello que es útil para el trabajo. La selección es necesaria hacerla con personas que tengan experiencia y autoridad.

BENEFICIOS QUE OBTENEMOS:

- Liberamos espacios para diversos usos.
- Mejoramos la distribución de los objetos y materiales que utilizamos.
- Reducimos el tiempo invertido en la búsqueda de objetos.
- Disminuimos el riesgo de accidentes.
- Reaprovechamos los recursos disponibles.

2S: SENTIDO DEL ORDEN

Es definir el sitio o lugar apropiado para ubicar los materiales, piezas y herramientas de trabajo de tal forma que podamos utilizarlos inmediatamente. Para esto debemos establecer un sistema de comunicación visual (señalización) efectivo que nos permita un rápido acceso a los mismos: **UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR.**

¿CÓMO LO PRACTICAMOS?

Dejemos en orden aquello que es necesario e identifiquémoslo de manera que posibilite su utilización para cualquier persona.

Estandaricemos los nombres e identifiquemos los objetos utilizando colores y letras fáciles de visualizar. Utilicemos la forma más adecuada para que todos los ítems puedan ser encontrados, retirados y reubicados en sus respectivos lugares manteniendo el ambiente de trabajo organizado.

- Beneficios que obtenemos:
- Buena presentación de nuestro ambiente de trabajo.
- Rapidez y facilidad para encontrar documentos, materiales, herramientas y otros objetos.
- Racionalizamos la utilización de los espacios disponibles.
- Estimulamos la creatividad gracias a cómo ordenar, identificar mejor, etc.

3S: SENTIDO DEL ASEO

Con las cosas en su lugar, la basura aparece pidiendo aseo general. El solo hecho de hacer limpieza es bueno para nuestro espíritu. Es más agradable estar en un ambiente limpio. Respiramos mejor, nos cansamos menos. Un lugar limpio no es el que más se asea, sino, “el que menos se ensucia”... ¡LIMPIAR ES: NO ENSUCIAR!

¿CÓMO LO PRACTICAMOS?

Hagamos una escala de aseo para los sitios de uso común, como corredores, baños, etc.

Aseo: Inspección; cuando limpiemos, aprovechemos para

inspeccionar.

Usemos los 5 sentidos: Visión, olfato, tacto, audición y gusto.

Preparemos todo el material necesario para el aseo.

Renovemos la pintura de nuestras instalaciones y equipos donde sea necesario.

Ataquemos sistemáticamente las fuentes de basura, esto contribuye a la eliminación de las fuentes de polución.

Todo lo que usemos dejémoslo en excelentes condiciones, es decir que pueda ser utilizado por otra persona inmediatamente.

BENEFICIOS QUE OBTENEMOS

Un lugar limpio trae satisfacción al trabajar en él.

Mejor funcionamiento de las máquinas al estar limpias.

Menor riesgo de accidentes (piso limpio, mejor visibilidad, etc.)

Imagen positiva frente a nuestros clientes, proveedores y visitantes.

4S: SENTIDO DE SALUD

Equivale al estado alcanzado con la aplicación de los tres primeros sentidos. Significa que mantengamos la higiene de todos los sitios que frecuentamos, verificando el estado de los tres sentidos anteriores. **ES CUIDAR SIEMPRE DE NUESTRA SALUD FÍSICA Y MENTAL.**

¿CÓMO LO PRACTICAMOS?

Cuidando de la higiene: usemos ropa limpia y bien presentada, lavémonos las manos antes de las comidas, mantengamos el cabello y las uñas limpias y bien cortadas y cepillémonos los dientes

después de comer. Sigamos los procedimientos de seguridad en el trabajo: usemos y mantengamos limpios nuestros elementos de protección personal.

Mantengamos el sitio limpio y organizado.

Evitemos chistes y juegos de mal gusto. Ellos hieren la sensibilidad y el respeto por las personas.

Procuremos trabajar bien en grupo, respetando la opinión de nuestros compañeros.

Controlemos los agentes ambientales nocivos para nuestra salud (ruido, calor, polvo, iluminación, agentes químicos).

BENEFICIOS QUE OBTENEMOS:

- Prevenimos enfermedades.
- Nos sentimos bien en un ambiente agradable.
- Trabajamos en un ambiente agradable.
- Mejoramos nuestro ambiente familiar.
- Mejoramos la convivencia social en la empresa.
- Más seguridad.

5S: SENTIDO DE AUTODISCIPLINA

Toda persona autodisciplinada tiene una postura ética con relación a sus semejantes, a la empresa y a la sociedad en general; además termina todo lo que comienza, cumple con sus compromisos y, principalmente, siempre está buscando su desarrollo, el de su grupo y el de la organización a la cual pertenece; para que esto suceda es fundamental el cumplimiento de los procedimientos y normas como

factor de crecimiento. ¡HAGAMOS DE ESTO UN ESTILO DE VIDA!

Cómo lo practicamos:

Transformemos los cuatro primeros sentidos en hábitos.

Cumplamos con los estándares y procedimientos de la áreas.

Valoremos el hábito correcto del trabajo.

Beneficios que obtendremos:

- Valoración del ser humano.
- Crecimiento y desarrollo del ser humano.
- Trabajo diario agradable
- Cultivo de buenos hábitos.
- Auto inspección y auto control
- Garantía de la calidad de vida.
- Voluntad de mejorar con actitud positiva

7.4.3 Del recurso Logístico

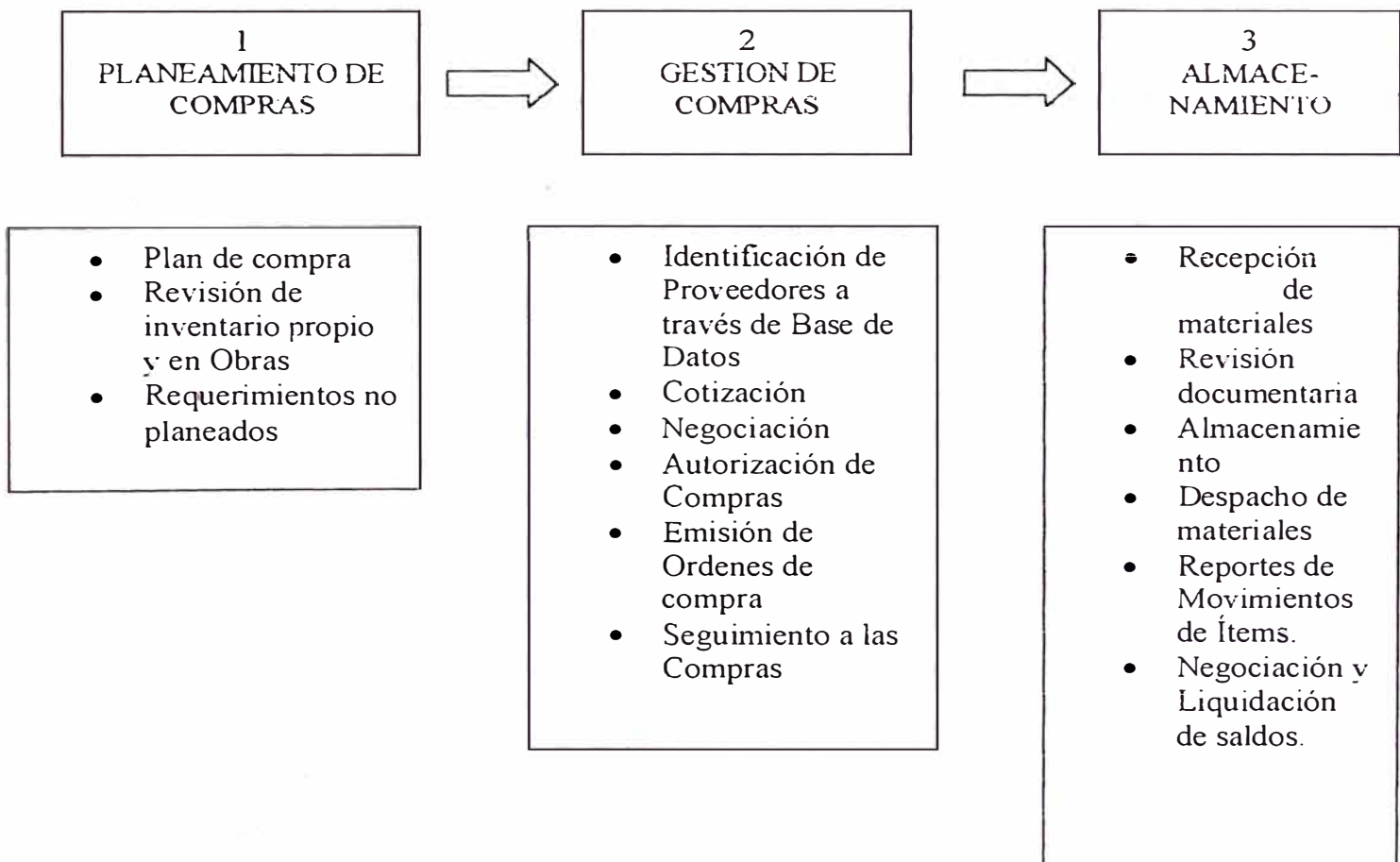
Para este fin se recomendará al Departamento de Compras y Logística centralizar las acciones necesarias para efectuar los servicios brindados a la Planta y las Obras de ICOM, con eficiencia y efectividad para su mejoramiento.

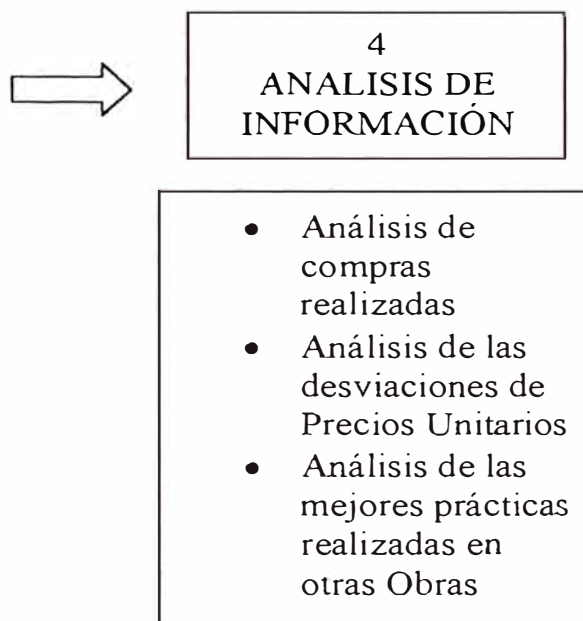
El Departamento de Compras y Logística brindará a la Planta y las obras los siguientes servicios:

- Transmisor de las mejores prácticas internas y externas
- Procura de materiales y/o Equipos especiales.
- Acercamiento con los proveedores.

- Evaluación de la gestión de compras.
- Negociación centralizada de los principales productos.
- Colaboración en el planeamiento de requerimientos.
- Investigación de nuevos productos.
- Selección, calificación y desarrollo de proveedores y Subcontratistas.
- Administración de saldos de Obras.
- Capacitación al personal de Obras.

Figura 7.05: PROCESOS DE COMPRAS EN LA PLANTA Y OBRAS





Plan de Compras

Durante la Orden de trabajo en la Planta o transferencia del presupuesto a Obra, y en concordancia con el Plan general de las mismas, se procederá a la identificación de los principales productos que por su valor y frecuencia sea de vital importancia para la ejecución de la obra u orden de trabajo en Planta; participan de esta gestión el Jefe de la Oficina técnica, el Gerente general, y el Jefe de Compras y Logística. Toda orden de compra emana de la Oficina Técnica donde se realizan las cotizaciones, presupuestos, la ingeniería de proyectos y la orden de trabajo con aprobación del gerente.

7.4.4 Del recurso técnico, de procedimientos y control de calidad.

TECNOLOGIA

Este recurso será prioritario y será parte del planeamiento estratégico de la empresa a mediano y largo plazos. El plan consiste en asimilar los avances tecnológicos de última generación e ir cambiando y modernizando de acuerdo al ciclo PDCA en cuanto a las máquinas herramientas, equipos e instrumentos de petrológicos, que incluya el reentrenamiento del personal responsable, para ICOM inicialmente se requiere:

- adquisición de máquinas de soldar GMAW, GTAW, Y SAW para toda la variedad de Proyectos.
- Equipos de corte con plasma para uso en diferentes metales.
- Controladores digitales para las máquinas herramientas con pantallas de monitoreo de los movimientos de trabajo tanto para la mandrinadora, Tomo vertical, Tomos Horizontales y Fresadora.
- Computadores de últimas versiones y sus respectivos software's de aplicación, etc.

PROCEDIMIENTOS

Se debe lograr determinar los procedimientos de trabajo y fabricación en una estructura básica como son los manuales de uso para ICOM(Manual de calidad, Manual de Soldadura, Manual de procedimientos de mecanizado, etc.) de tal manera que no sea una limitante a la capacidad innovadora y creativa que debe haber en el recurso humano.

CONTROL DE CALIDAD

Autocontrol, es decir que los mismos operadores de las máquinas, deben ser los que realicen el control básico del producto que están procesando, para lo cual se les ha capacitado adecuadamente.

En ICOM, hay un responsable del *control de calidad y control de metrología* de productos terminados al cual se debe reforzar orgánicamente y asegurándole mayores recursos y espacio físico dentro de la Planta, que estará a cargo del encargado del *Aseguramiento de la Calidad* y la *Oficina técnica*; uno de sus fines es actualizar datos, analizar y actuar sobre los resultados de los principales Indicadores de Gestión de ICOM(o estadísticas de Producción, para los efectos de nuestro estudio, nos interesan precisar aquellas que nos puedan dar información sobre la productividad de la operación)

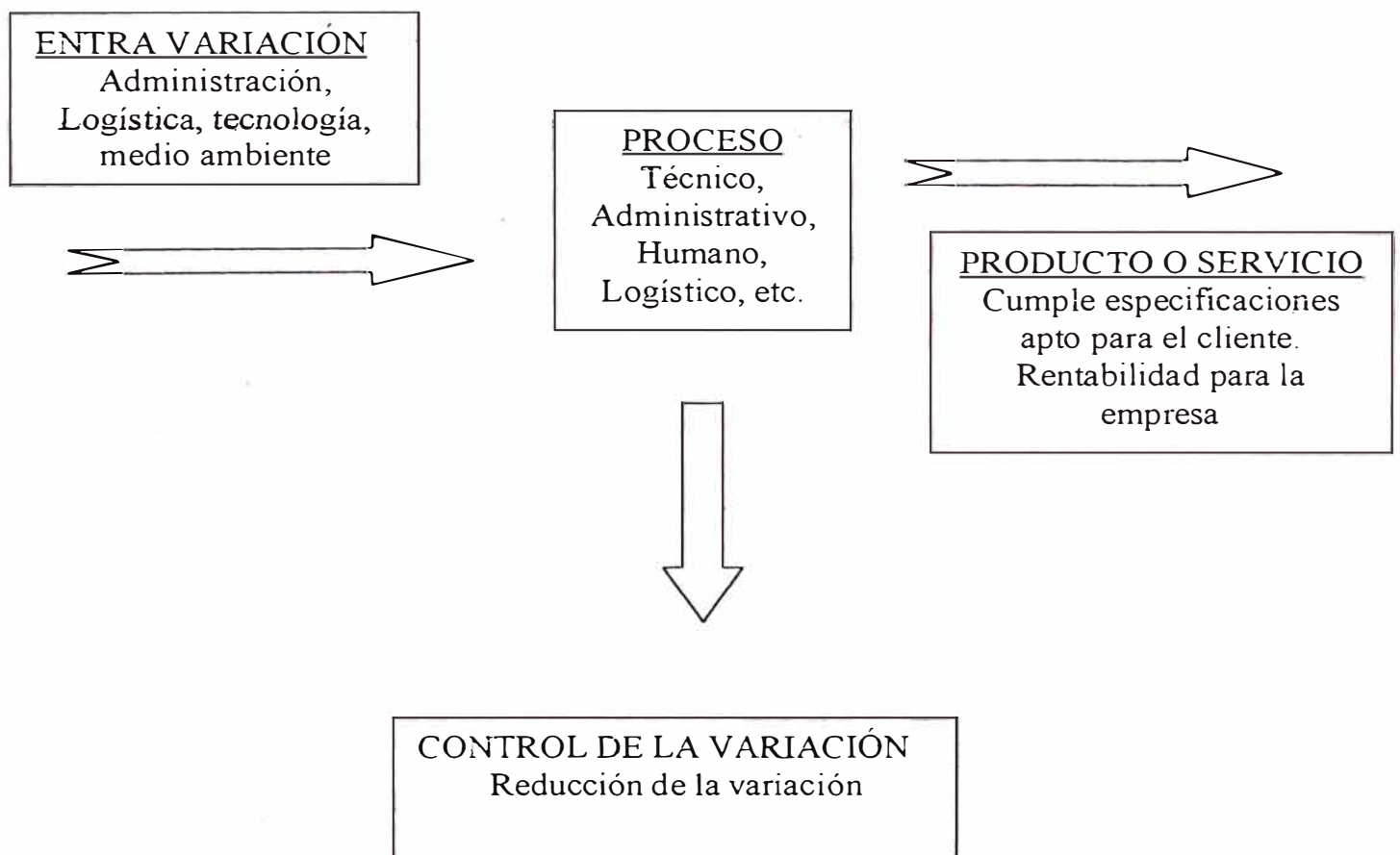
Concepto de variación.- Bajo este concepto, nosotros estamos en capacidad para aprender que: la producción de productos de calidad son basados en procesos estables y bien controlados. Siendo la estadística la herramienta que se utilizará para entender mejor los procesos , es necesario para comprender el *Control estadístico de Procesos* conocer los elementos estadísticos que se utilizan y “pensar” estadísticamente.

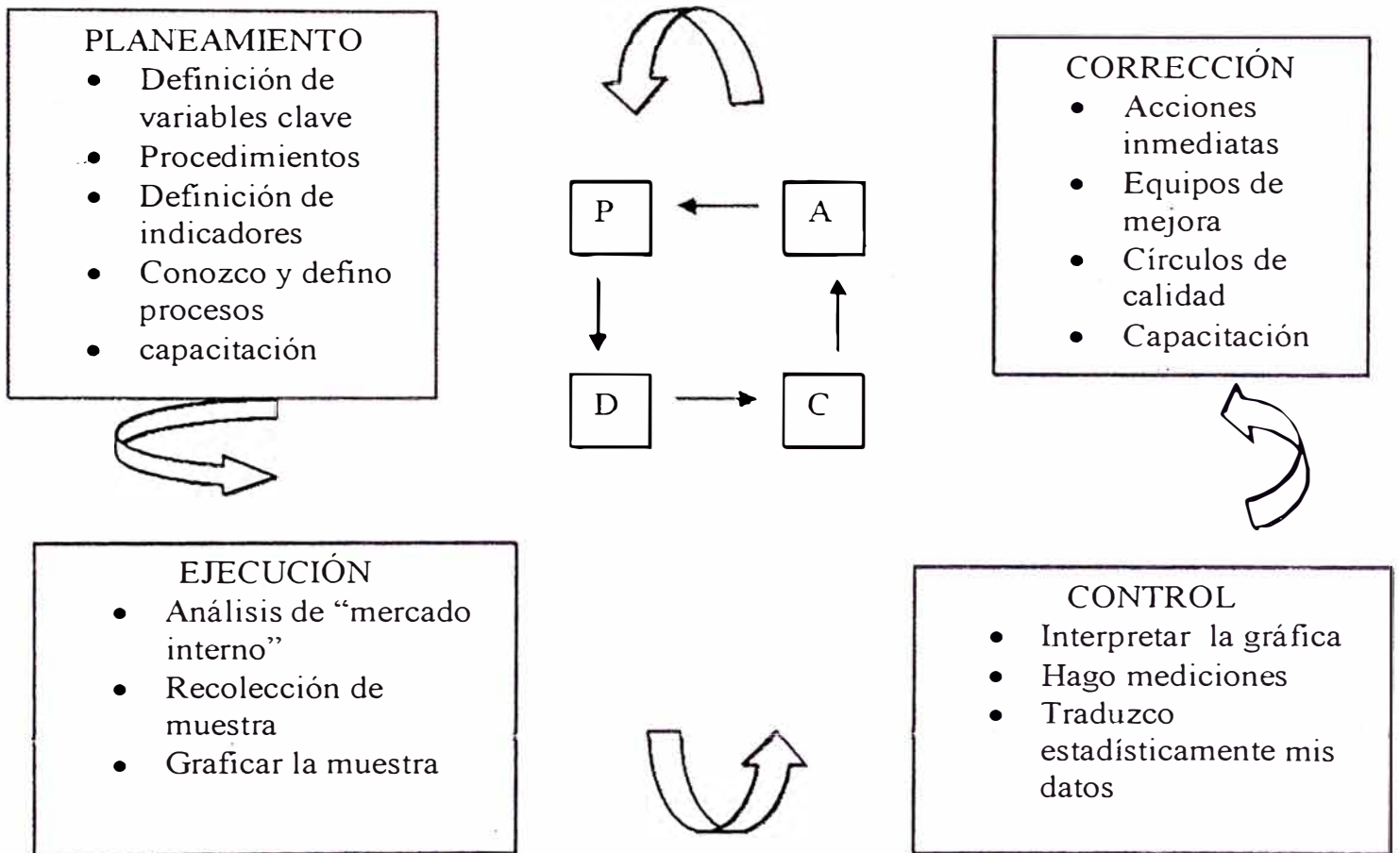
Fuentes de variación:

- Mano de obra
- Máquinas

- Materiales
- Medio ambiente
- Métodos
- Medidas

Figura 7.06: CONCEPTUALIZACIÓN DEL CONTROL DE LA VARIACIÓN





7.5. MODELO DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO PARA ALTA GERENCIA DE ICOM.

¿Por qué planificar?

Planificando conseguimos lo siguiente:

- Analizar el entorno y establecer la dirección a seguir por la empresa de acuerdo a sus objetivos particulares.

- Examinar, analizar y discutir sobre las diferentes alternativas posibles.
- La Planificación facilita la posterior toma de decisiones.
- Supone mayores beneficios y menores riesgos.

¿Qué es la Planificación Estratégica?

La Planificación Estratégica es un proceso de evaluación sistemática de la naturaleza de un negocio, definiendo los objetivos a largo plazo, identificando metas y objetivos cuantitativos, desarrollando estrategias para alcanzar dichos objetivos y localizando recursos para llevar a cabo dichas estrategias.

La Planificación Estratégica comienza dando respuesta a estas tres preguntas:

- ¿Dónde estamos hoy?
- ¿Dónde queremos ir?
- ¿Cómo podemos llegar donde queremos ir?

¿Dónde estamos hoy?

- Análisis de la Situación:
 - Análisis del Entorno
 - Análisis Interno
 - Análisis de la Competencia

¿Dónde queremos ir?

- Objetivos y Metas a largo plazo

¿Cómo podemos llegar a donde queremos ir?

- Comprender el Mercado
- Comprender la Competencia Negocio
- Diseñar las Estrategias apropiadas.

Cómo evitar errores en la Planificación Estratégica

Para evitar caer en los errores habituales comentados anteriormente, recomendamos:

- a) El Planning ha de incluir periodos de revisión del Plan
- b) La utilización de software y técnicas de “simulación de escenarios” nos puede ayudar a prever las posibles variaciones y corregirlas con más facilidad.
- c) Podemos incluir, además de objetivos, metas mensurables
- d) Toda estrategia debe de incluir una meta mensurable.
- e) Determinar bien todos los competidores reales y potenciales.

EL PLAN ESTRATÉGICO

Los Directivos son libres de incluir en sus Planes la información que consideren relevante y oportuna. No obstante, para que un Plan Estratégico sea útil, hay una serie de puntos obligatorios que se describen en la guía que proponemos a continuación.

Análisis de la Situación

El objetivo del Análisis de la Situación es identificar la estrategia apropiada para cada unidad de negocio.

El objetivo final de la Planificación es encontrar la posición del mercado en la cual la empresa pueda defenderse mejor de las fuerzas competitivas que influyen sobre ella, que las podemos dividir en dos grupos:

FUERZAS COMPETITIVAS DIRECTAS

Fuerza que ejercen una presión directa y cuyos movimientos tienen un resultado directo e inmediato sobre nosotros: Los Competidores

FUERZAS INDIRECTAS

El Poder de Control y la Presión de los Proveedores

El Poder de Control y la Presión de los Compradores

Posibles nuevos competidores

Productos sustitutivos

Para formular una estrategia necesitamos dar respuesta a las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué estamos haciendo?

a.1. Definición del Negocio?

a.2. Identificación: ¿Cuál es la estrategia (implícita o explícita) actual?

b) Análisis del Mercado

b.1. Análisis de nuestra Empresa

b.1.1. Definición de Éxito

Definir en un párrafo que consideramos sería un éxito en este Plan que vamos a realizar.

b.1.2. ¿Cuáles son nuestros factores de éxito?

Definir las cuatro cosas clave que debemos realizar para alcanzar el éxito: sin ellas el Plan fracasará

b.1.3. FODA

Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades a las cuales está expuesto nuestro negocio.

Debilidades y Fortalezas, son internas (empresa)

Amenazas y Oportunidades, son externas (entorno)

Debilidades y Amenazas, son aspectos negativos

Fortalezas y Oportunidades, son aspectos positivos.

b.2. Análisis de la Competencia

El objetivo de este punto es analizar la naturaleza, característica, tácticas y estrategias de nuestros competidores. ¿Cuáles son las capacidades y limitaciones de nuestros competidores reales y potenciales? ¿Cuáles son sus movimientos previsibles?

Componentes del Análisis de la Competencia

- Qué está haciendo y Qué puede hacer la competencia.
- Objetivos
- Estrategia Actual
- ¿Están satisfechos con su posición actual en el Mercado?
- ¿Dónde es la Competencia vulnerable?
- ¿Qué puede provocar de forma más efectivo el debilitamiento de la competencia?

Debemos de analizar todos y cada uno de nuestros competidores más significativos, de forma individual, son olvidamos de:

- Empresas que en estos momentos no compiten en nuestro mercado pero tienen intención de hacerlo.
- Empresas que en estos momentos no compiten en nuestro mercado pero pueden hacerlo
- Empresas para las cuales entrar en nuestro mercado es un destino obvio si analizamos la posible extensión de su desarrollo corporativo.

Fortalezas y Debilidades de los Competidores

Productos

- Análisis de los productos desde el punto de vista de los consumidores por segmentos de mercado
- Anchura y profundidad del mix y la línea de productos
- Capacidad para el desarrollo de nuevos productos, etc.

Distribución y Ventas

- Cobertura
- Calidad
- Relación con los Canales
- Capacidad para dar servicio a los Canales
- Puntos fuertes en el Marketing Mix de nuestros competidores
- Habilidades y Capacidad de formación de su fuerza de ventas
- Etc.

Productos y Operaciones

- Costes de Producción, Economías de Escala, Curva de Experiencia, antigüedad de los equipos; etc.
- Tecnología
- Know-How, patentes, etc.
- Calidad
- Ubicación y su relación con los costes de mano de obra, almacenaje, materias primas, transporte, etc.
- Capacidad y costes del acceso a materias primas
- Grado de integración vertical

Investigación y Desarrollo

- Patentes y copyrights.
- Laboratorios y Centros de Investigación.

- Departamento de I + D (R&D): calidad, fortalezas, creatividad, resultados, presupuestos, etc.
- Acceso o colaboración con Centros de Investigación externos.

Fortalezas y Debilidades Financieras

- Cash Flow
- Ratios

Capacidad de Negociación. Búsqueda de inversiones, créditos, etc.

Dirección General

- Habilidades de sus Directivos
- Capacidad de Liderazgo
- Capacidad de Motivación
- Coordinación
- Edad, formación, experiencia, etc.
- Flexibilidad y Adaptabilidad.

b.3. Análisis Social

Amenazas y/o oportunidades de posibles regulaciones gubernamentales, movimientos sociales, factores políticos, etc.

c) ¿Qué deberíamos hacer?

c.1.) Posibles Estrategias

- Especialización
- Diferenciación versus Precio
- Push versus Pull
- Selección de Canales
- Calidad del Producto
- Liderazgo Tecnológico

- Liderazgo en Costes
- Integración Vertical
- Liderazgo en Servicio
- Estrategia de Política de Precios
- Etc.

c.2.) Selección de la Estrategia

Misión

Unas breves líneas que definan el propósito final de la Empresa. Por ejemplo, Disney define como Misión, en su planificación Estratégica, “Hacer feliz a la gente”. A partir de aquí, en cualquier lugar, forma o negocios en el cual se puede obtener un beneficio “haciendo feliz a la gente” podrá intervenir Disney.

Tener clara la Misión es fundamental para cualquier compañía.

Objetivos y Metas

Objetivo: es una declaración amplia, no específica, sin una fecha concreta y cuantitativa.

Metas: es una declaración específica, concreta, con periodos de tiempo establecidos mensurable y cuantificable.

Veamos algunos ejemplos que pueden clarificar las diferencias entre Objetivos y Metas:

Objetivos

- “Conseguir ser líderes del mercado..”
- “Alcanzar una imagen de marca....”
- “Posicionamos como líder en servicio en el sector...”
- “Crecer por encima del crecimiento del PIB”

Metas

- “Conseguir una Cuota de Mercado del 22% en tres años
- “Mantener una Tasa de crecimiento Anual del 15%
- “Facturas 16.000 millones de pesetas en los próximos cinco años”objetives.

Estrategia

El tercer y probablemente el más importante punto del Plan es la Estrategia. La Estrategia es el método para conseguir cada objetivo.

Para cada Estrategia seleccionada en el Plan, debemos incluir,.

- Objetivo correspondiente
- Efectos previstos: qué sucederá y cuando sucederá
- ¿En qué nos basamos para prever lo anterior? (el qué y el cuándo)
- Información sobre los motivos que nos han llevado a seleccionar esta estrategia Información sobre “quienes” y “por qué” han seleccionado la misma.

Recursos Humanos

- Cuántos? Cuándo? Quiénes? Dónde?

Implementación del Plan: Planes de acción

Para cada plan de acción, una persona responsable y una fórmula de control y supervisión de la evaluación del mismo.

Seguimiento

Contar con una ficha de control y seguimiento. Una herramienta ideal y muy potente para realizar este proceso es el Cuadro de Mando Integral (“Balanced Score Card”)

Dinámica del Modelo

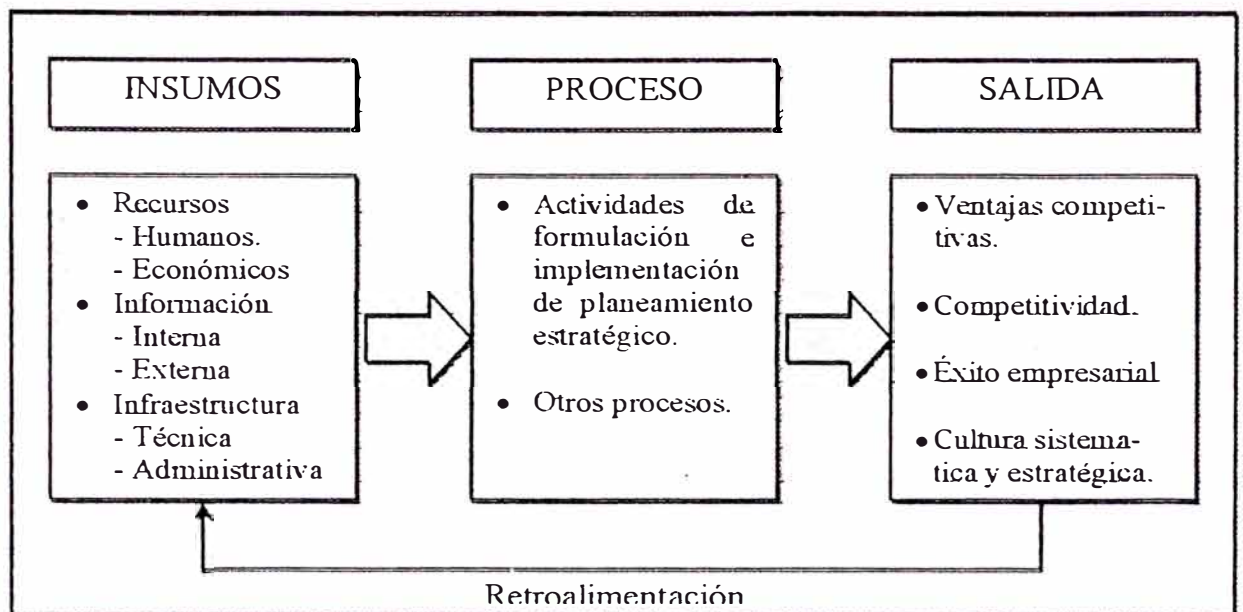
El modelo de planeamiento estratégico sistemático, sigue el proceso del enfoque de sistemas que cuenta con cuatro etapas, que se suceden una a otra, y están dadas por los elementos de un sistema, que son:

- **Entradas o insumos:** Son los recursos, información o energía que alimentan el funcionamiento del sistema de planeamiento estratégico.
- **Proceso de transformación:** en donde se genera el cambio de los insumos, en esta etapa se da la formulación e implementación del sistema de planeamiento estratégico.
- **Salidas o resultados:** Son los beneficios que se pondrán a disposición de los distintos usuarios. En esa fase intervienen los mecanismos de control para determinar las desviaciones y proceder a corregirlas.
- **Retroalimentación:** que verifica en cada una de las etapas si se cumplió o no con propósitos de éstas.

La dinámica del modelo sistemático describe las actividades de planeamiento estratégico en términos de una transformación: recepción de insumos (ingresos) y su cambio en determinados egresos (productos de la actividad desarrollada). Una vez cumplido el ciclo, el equipo de planeamiento y los estrategias verifican los resultados para cerciorarse de que sean correctos. Este proceso de verificación produce retroalimentación, información que ayuda a evaluar el éxito o el fracaso que se haya obtenido. En la figura 7.04 presenta el Modelo Sistemático

En la práctica, la dinámica del modelo ayuda al equipo de planeamiento y estrategias a identificar las variables clave con las

Figura 7.07: Modelo Sistemático



que deben tratar. Tras considerar la información como insumo, ellos deciden cuál es el producto que deseen obtener. Sabiendo qué insumos están disponibles y qué productos se desea obtener, los encargados de tomar decisiones apelan a sus conocimientos sobre actividades del planeamiento estratégico para efectuar la transformación de la manera más efectiva posible, con le objetivo de verificar su obtuvieron éxito, adquieren retroalimentación sobre el producto final.

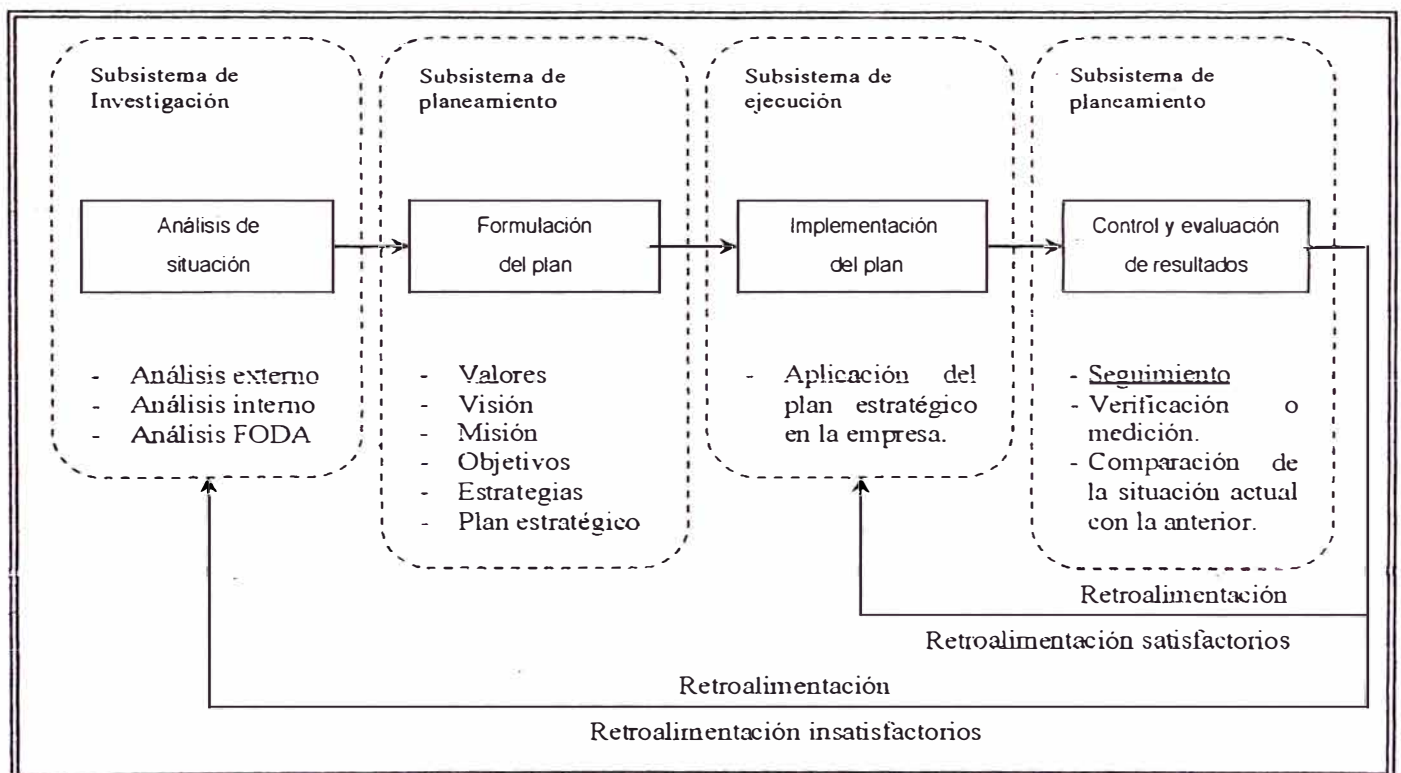
PROCESOS DEL MODELO

En términos amplios y prácticos, el modelo de planeamiento estratégico sistemático implica un proceso cíclico compuesto por cuatro etapas:

- Análisis de situación
- Formulación del plan
- Implementación del plan
- Control y evaluación de resultados

Estas cuatro etapas forman un proceso cíclico cuya secuencia aparece en la figura 7.06.

Figura 7.08 : El Proceso del Modelo



7.5 BENEFICIOS PARA LA EMPRESA

- El mayor beneficio para la empresa con el establecimiento de la Planificación Estratégica es que se tiene un proceso de evaluación de las fortalezas y debilidades internas, así como también las oportunidades y amenazas externas de la empresa, para diagnosticar permanentemente cual es su situación, para poder plantear o replantear su visión, misión, objetivos, metas o estrategias que

permitan una adecuación anticipada a los cambios del entorno, para competir con una ventaja competitiva sostenible.

- Al abordar y aplicar los conceptos de Gestión integral de la calidad para mejorar el desempeño organizacional y de resultados, se pretende dar un giro dramático a una situación insostenible de incompetitividad, al perder mercado, credibilidad y un aparente estado irresoluble de la empresa.
- Por ello se ha hecho un hincapié en tomar acciones para el mejoramiento de los tres recursos más importantes de la empresa: el recurso humano, con la introducción de dos acciones mejoradas como el establecimiento de *Círculos de calidad* y el *Programa 5S*; el recurso logístico, con la formulación de planes y procesos para el departamento de Compras y Logística y por último, el recurso tecnológico con la formulación de Manuales de procedimientos y la institucionalización del Control de Calidad como base para el Aseguramiento de la Calidad.
- La empresa tiene ahora los *Indicadores de gestión clave* que son mucha más que datos estadísticos, está asociado a la Misión de la Gerencia y de la organización; que le agrega valor a la empresa al proporcionarle retroinformación necesaria.

CONCLUSIONES:

1.- La empresa ICOM Metalmecánico a la luz de los resultados del presente Informe necesita urgentemente considerar dentro de su planeamiento actual el mejoramiento y cambio de gestión empresarial para poder sobrevivir dentro de un mercado cada vez más competitivo, clientes cada vez mas “desleales”, dentro de un clima de recesión económica, mediante la asimilación e implante de un Sistema de Gestión de la Calidad.

2.- El Modelo de Gestión de la calidad para ICOM, comprende el establecimiento de la siguiente estructura:

- Determinación de los Indicadores de gestión clave para cada área de la empresa que será asociada a la Misión de la Gerencia y la Organizacional para buscar la mejora permanente.
- Determinación del Perfil de Cultura organizacional para orientar la Empresa (conociendo la situación actual) hacia una cultura de calidad.
- Establecimiento de Políticas y objetivos de la Empresa, como los propuestos en el Cuadro 7.10 del Capítulo VII y crear la

Misión de la Empresa, y tener una Visión de futuro más amplio transparente.

- Recurrir al Análisis FODA para determinar la posición estratégica de la Empresa en el mercado, y elegir las estrategias que se funden en las fortalezas con el fin de explotar las oportunidades, contrarrestar las amenazas y corregir las debilidades.
 - Tomar acciones para el mejoramiento de los recursos clave de la Empresa, esto es:
 - a) Del recurso humano, en el cual se fundará los Círculos de Calidad y el Programa 5S desarrollado en el Capítulo VII.
 - b) Del recurso logístico.
 - c) Del recurso técnico, de procedimientos y control de calidad.
 - Implementación por vez primera un modelo de Planeamiento Estratégico para alta gerencia, con le fin de cumplir la Misión, Visión y Objetivos de la Empresa.
3. Los Capítulos IV, V, y VI son la base técnica para implementar ciclos de mejora continua y los Manuales de procedimientos técnicos en todos los procesos de taller claves, para mejorar el desempeño competitivo frente a otras empresas del mercado local y regional. Además ayuda a elegir convenientemente los indicadores de gestión clave medibles de la empresa.

4. Los Capítulos I y II son fundamentales en el conocimiento de la empresa y de sus problemas. Mediante el uso de herramientas de calidad y el análisis sistémico se logró diagnosticar en forma ordenada los problemas críticos de incompetitividad de la empresa y de esta manera proponer las soluciones, las cuales se desarrollaron en los capítulos posteriores.

5. El capítulo III aporta los fundamentos y el marco conceptual de la Gestión de la Calidad, con miras a establecer un Check list de cuan alejado o cercano estamos para alcanzar la Certificación de la Norma Internacional ISO 9000:2000. Además se estableció un esbozo de un Plan de Aseguramiento de la Calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. “Gestión Integral de la Calidad”
II Ciclo de Actualización de Conocimientos –Enero 2002
Oficina de Graduados y Títulos Facultad de Ingeniería
Mecánica – UNI
2. Norma Internacional ISO 9000: 2000 (Traducción
Certificada)
3. Requisitos Monográficos “Calidad y Excelencia” No.14 -
Año 3 y No.17 Lima Perú Sociedad Nacional de Industrias.
4. Colección de “Gestión Competitiva para una Mediana y Pequeña Empresa”
Dr. Pablo Neira- Lic. Diego Fernández E. Tomos II, VI y VII. Making
Perú, Desarrollo Industrial & Organización.
5. Revista Mensual “Nueva Imagen” Agroindustria San
Jacinto S.A.A. Gerencia de RR.HH. y Administ. E-mail
sjacint@terra.com.pe Sección: Programa de Gestión de
Calidad Año 2002 Nepeña – Perú
6. “ Cultura Organizacional o cultura Industrial” Ph. D.
William Ouchi

Publicación del Instituto para la Calidad y Desarrollo Humano- UNI 2002

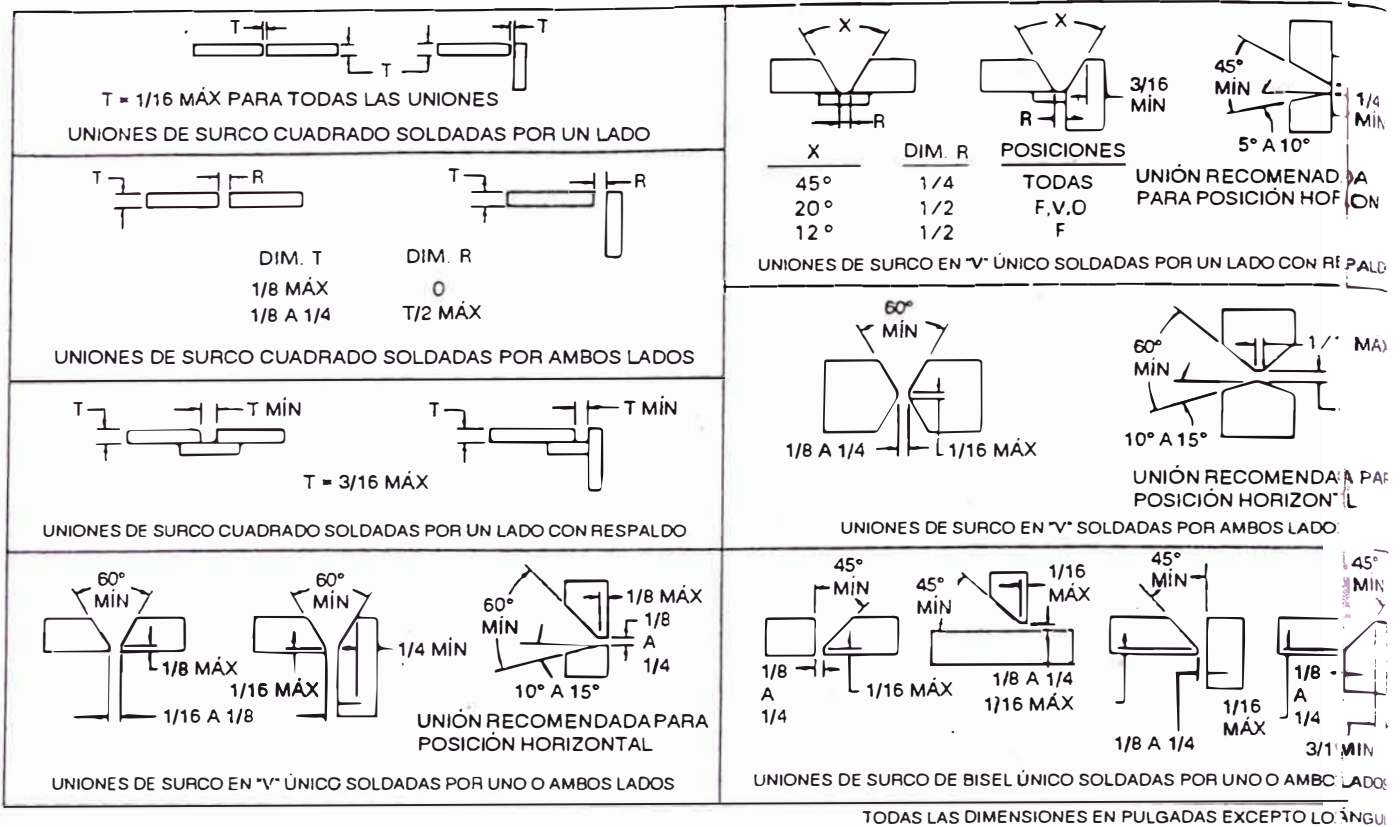
7. Artículo Vía Internet “Calidad Total, una cuestión de Supervivencia”
Emilio Bertoni –Argentina/ Consultor TQM Año 2002.
8. Artículo Vía Internet “Tácticas de Equipo” Robert Kriegel & Bariel Brandt, Tema de Círculos de Calidad Sacred Cons Make the best Burfest Año 2002.
9. “Efectividad Personal y Organizacional” e Inteligencia Emocional Stephen Covey una adaptación de Lic. Ricardo Vargas T.
10. Artículo Vía Internet “Administración de la Calidad ”
(Ingeniería de Calidad) Lima 2002
11. “Como mejorar la Comunicación” Artículo de la Organización QAS –Lima Perú No. COM- CASI-028.
12. “Planeamiento Sisternico Estratégico” Aeber Jaime Barreto Editorial San Marcos. 1ra. Edición 2001 Lima Perú.
13. Manual de Soldadura A.W.S Octava Edición Tomo I
R.L. O’brien Editor

14. “Mecánica de Taller” Tomo 1, 2 y 4 Enrique Cappelletti J.
Representaciones Editorial Lima – Perú
15. “Primer Congreso Peruano de Mantenimiento” Resumen de
trabajo Técnicas. APEMAN- LIMA- 1991
16. Implementación del Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Producto
Total. Colegio de Ingenieros del Perú.
Capitulo de Ing. Mecánica Eléctrica – 1995
17. “Manual de Gestión de Obra” G Y M – 1999.
18. Traducción del Código ASME SEC. IX QW- 300 Welding Performance
Qualifications.
19. Traducción de “Qualification of Welding Procedures Welders and
Welding Operators” ASM International y AWS Course 36, Lesson, test 7.
20. Ingeniería de la Soldadura -Inf. Rubén Gómez
Sánchez S. Profesor FIM – UNI LIMA – PERU 2002

ANEXOS

ANEXO I

Figuras del Capítulo IV



(A)

Figura 4.2 - Geometrías de unión típicas para soldar acero por arco de metal protegido

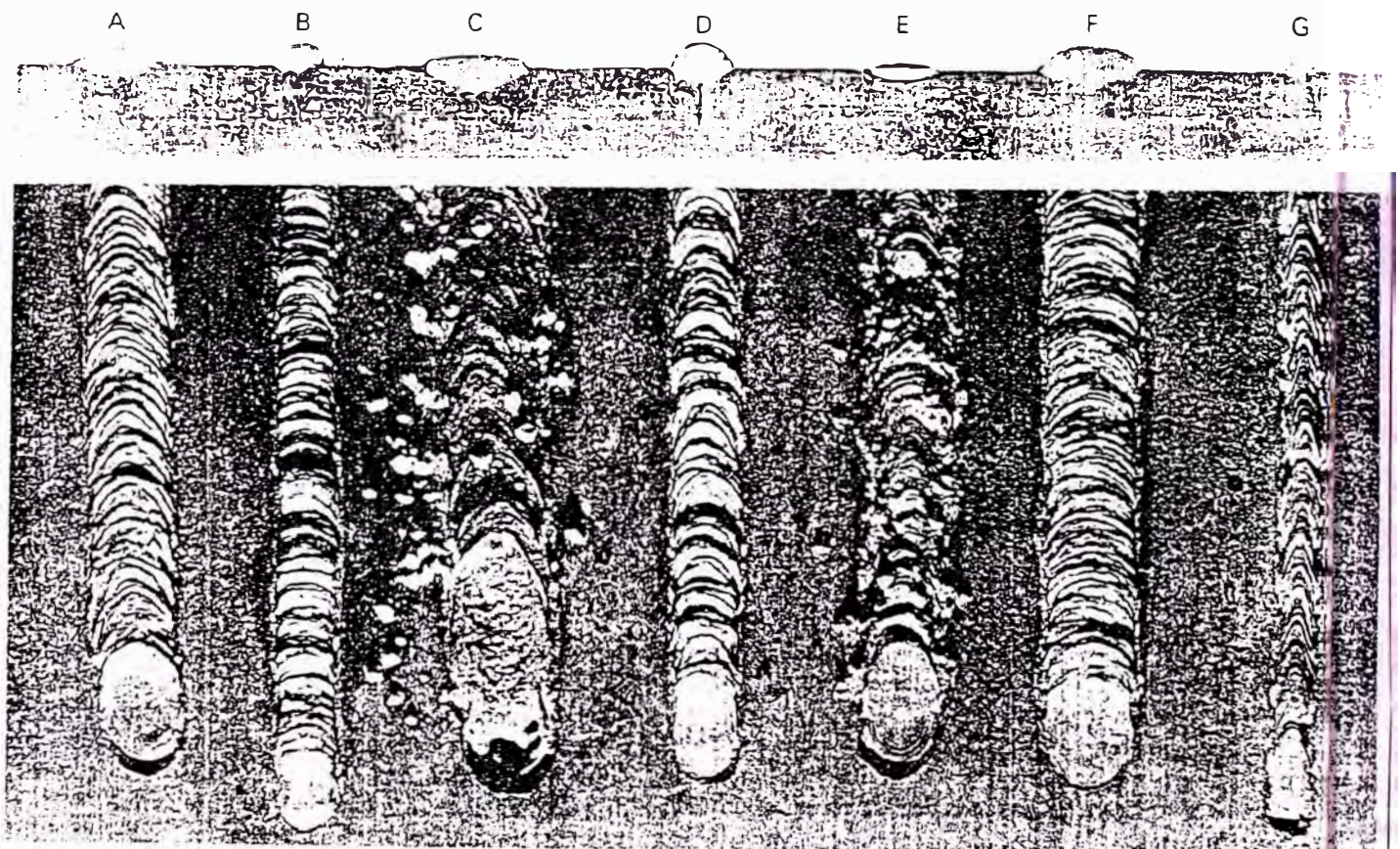
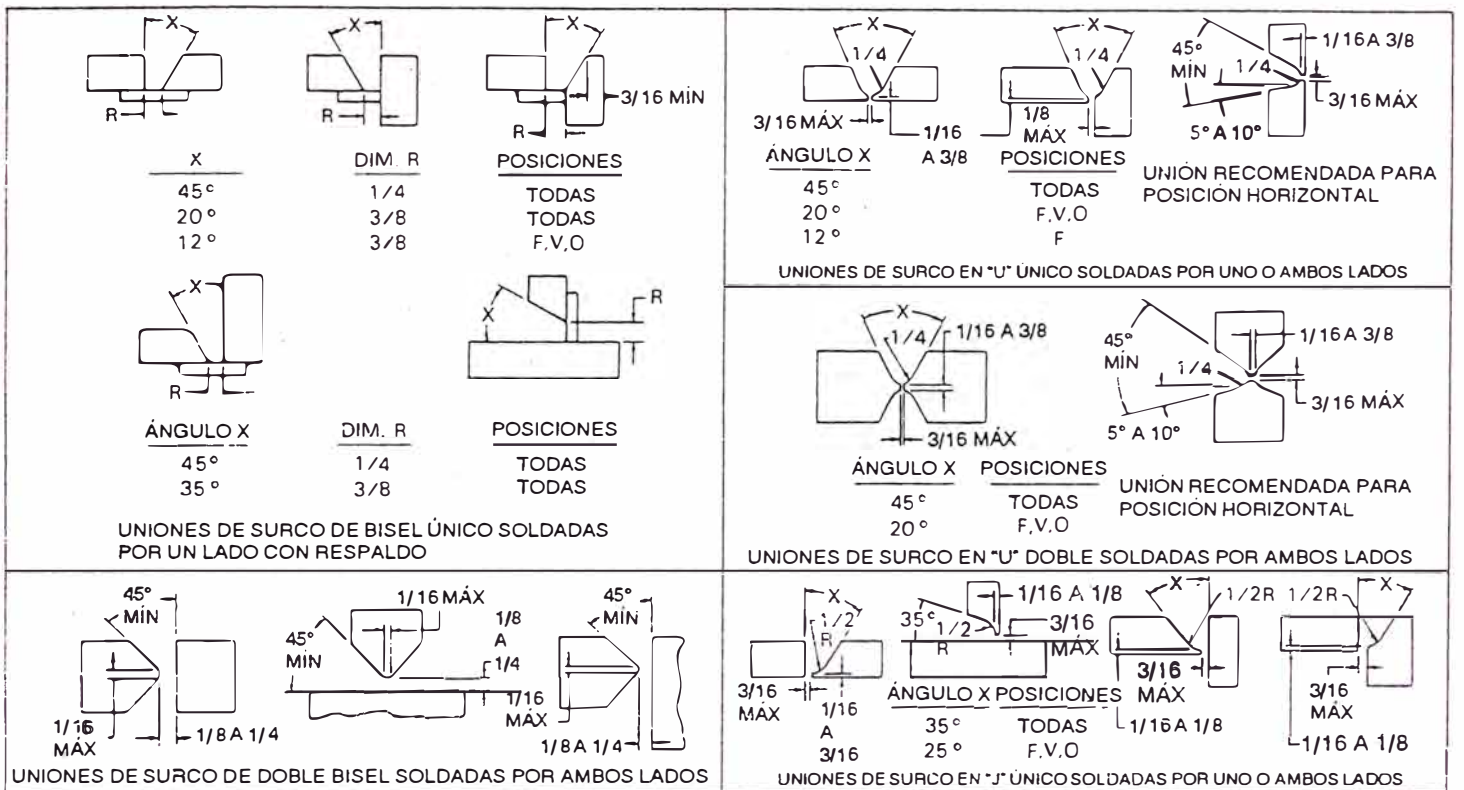
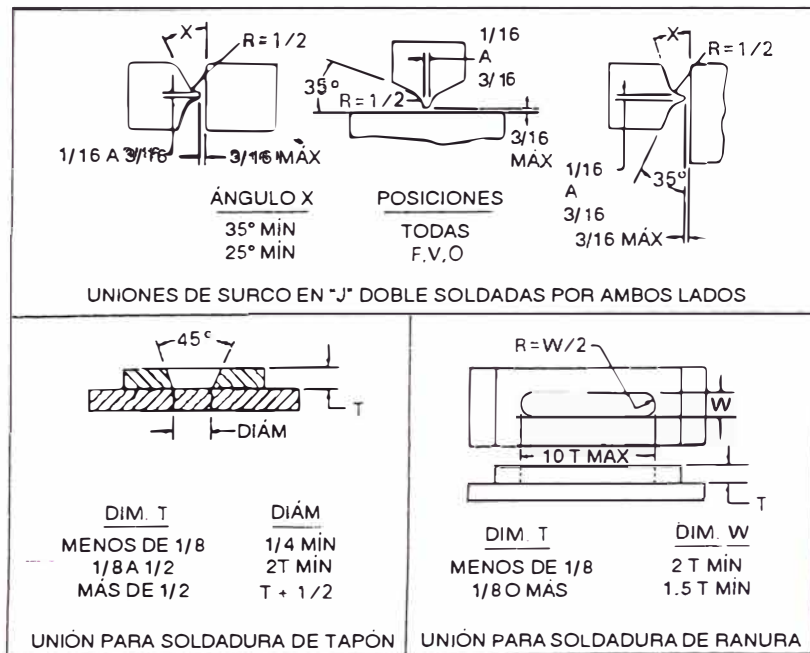


Figura 4.3 - Efectos del amperaje, la longitud del arco y la velocidad de recorrido al soldar; (A) amperaje, longitud de arco y velocidad de recorrido correctos; (B) amperaje demasiado bajo; (C) amperaje demasiado alto; (D) arco demasiado corto; (E) arco demasiado largo; (F) velocidad de recorrido demasiado lenta; (G) velocidad de recorrido excesiva



TODAS LAS DIMENSIONES EN PULGADAS EXCEPTO LOS ÁNGULOS

(B)



TODAS LAS DIMENSIONES EN PULGADAS EXCEPTO LOS ÁNGULOS

(C)

Figura 4.3 (Continúa) - Geometrias de unión típicas para soldar acero por arco de metal protegido

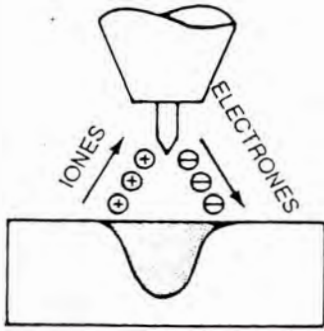
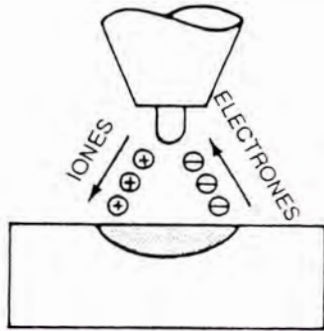
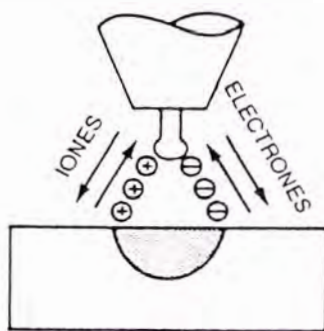
TIPO DE CORRIENTE	CCEN	CCEP	CA (EQUILIBRADA)
POLARIDAD DEL ELECTRODO	NEGATIVA	POSITIVA	
FLUJO DE ELECTRONES E IONES			
CARACTERÍSTICAS DE PENETRACIÓN			
ACCIÓN LIMPIADORA DE ÓXIDOS	NO	SÍ	SÍ, UNA VEZ CADA MEDIO CICLO
BALANCE CALORÍFICO EN EL ARCO (APROX.)	70% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 30% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO	30% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 70% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO	50% EN EL EXTREMO DEL TRABAJO 50% EN EL EXTREMO DEL ELECTRODO
PENETRACIÓN	PROFUNDA; ANGOSTA	SOMERA; ANCHA	MEDIANA
CAPACIDAD DEL ELECTRODO	EXCELENTE p. ej. 3.2 mm (1/8 pulg) 400 A	DEFICIENTE p. ej. 6.4 mm (1/4 pulg) 120 A	BUENA p. ej. 3.2 mm (1/8 pulg) 225 A

Figura 4.5—Características de los tipos de corriente para soldadura por arco de tungsteno y gas

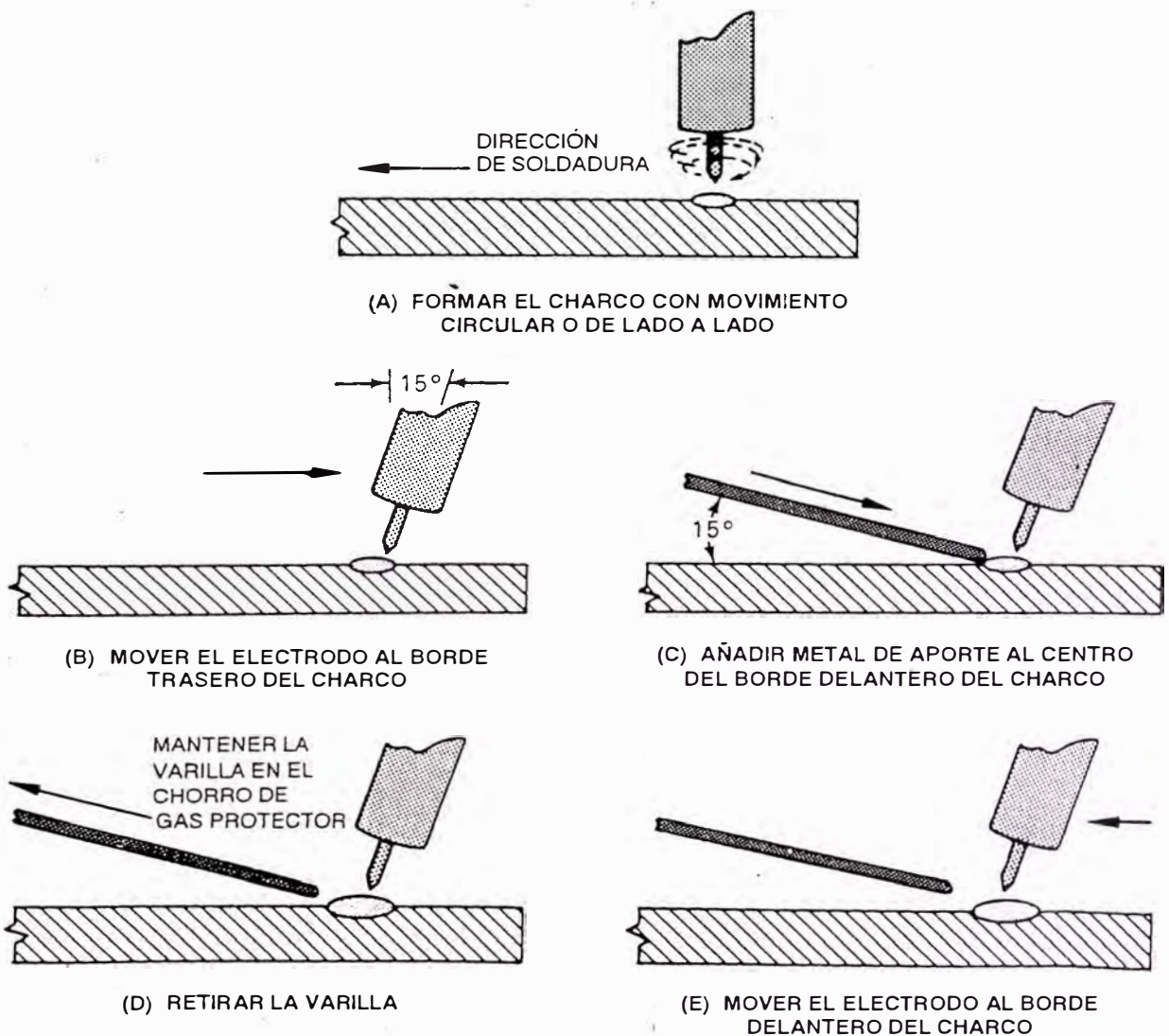


Figura 4.6—Técnica para soldadura por arco de tungsteno y gas manual

ANEXO II

RESUMEN GERENCIAL

1. Antecedentes.

- a. **Análisis de la situación general.**- Actualmente la Empresa presenta, según mi perspectiva, lo siguiente:
- Rápido crecimiento respecto a los últimos 5 años, sin embargo este año y los próximos la tasa será menor.
 - Hay una creciente pérdida de Clientes leales y clientes potenciales.
 - Se han registrado un aumento de reclamos por nuestros productos y servicios, posiblemente por plazos incumplidos, falta de calidad, mala atención, entre otros.
 - El volumen de ventas anual alcanzó alrededor de \$ 800,000 con tendencias a decrecer, estimándose pérdidas anuales de hasta \$80,000 (10 % anual) con tendencia a crecer en producción por problemas de calidad.
- b. **Perfil de cultura organizacional.**- Según mi diagnóstico presenta:

	Baja	Regular Baja	Media	Regular Alta	Alta
Autonomía individual		x			y
Estructura			x		y
Apoyo		x			y
Identidad	x				y
Recompensa al desempeño	x				y
Tolerancia al conflicto		x			y
Tolerancia al riesgo			x		y

Es deseable mantener como objetivo una posición alta como las marcadas con la sigla “y”.

- c. **Análisis Sistémico.**- De acuerdo a éste análisis y mediante el uso de Herramientas de Calidad, he podido determinar los problemas que más aquejan a nuestra empresa y se mencionan según orden de prioridad alta a baja (solo los de mayor peso) y son los siguientes:
- i. Los plazos de entrega de productos y servicios no se cumplen.
 - ii. Rechazo de productos y servicios por el cliente.
 - iii. Poca participación de ingeniería.
 - iv. Falta delegar funciones a la oficina administrativa e ingeniería por parte de la gerencia y mejor atención a los trabajadores. La gerencia concentra todo el poder de decisiones.
 - v. Falta calificación de soldadores y operadores de máquinas.
 - vi. No hay ordenamiento administrativo efectivo.
- d. **Árbol de soluciones.**- Diagramas Desarrollados según Análisis Sistémico, éstas presentan propuestas de soluciones para cada problema identificado (ver Figuras del 2.9 al 2.14 del presente Informe).

2. Propuestas.

Según el estudio realizado por mi gestión personal y según el enfoque de sistemas, presento los siguientes puntos a tomar en cuenta por la Gerencia de la empresa:

- a. La empresa ICOM Metal mecánico necesita urgentemente considerar dentro de su planeamiento actual el mejoramiento y cambio de gestión empresarial para poder sobrevivir dentro de un mercado cada vez más competitivo, clientes cada vez más “desleales”, dentro de un clima de recesión económica, mediante la asimilación e implante de un **Sistema de Gestión de la Calidad**.
- b. **El Modelo de Gestión de la calidad** para ICOM, comprende el establecimiento de la siguiente estructura:
 - i. Determinación de los **Indicadores de gestión clave** para cada área de la empresa en busca de la mejora permanente, como los propuestos en el Cuadro 7.05 Capítulo VII del informe.
 - ii. Establecer la **Visión y Misión de la Empresa**.
 - iii. Establecimiento de **Políticas y objetivos de la Empresa**, como los propuestos en el Cuadro 7.10 del Capítulo VII del informe.

- iv. Recurrir al **Análisis FODA** para determinar la posición estratégica de la Empresa en el mercado, y elegir las estrategias que se funden en las fortalezas con el fin de explotar las oportunidades, contrarrestar las amenazas y corregir las debilidades. Las estrategias de emergencia se proponen en el Cuadro 7.09 del Capítulo VII del informe.
- v. Tomar acciones para el **mejoramiento de los recursos clave** de la Empresa, esto es:
 1. Recurso Humano.
 - Suministro:
 - Búsqueda
 - Reclutamiento
 - Selección de personal
 - Aplicación:
 - Diseño de puestos de trabajo
 - Entrenamiento específico
 - Mantenimiento:
 - Bienestar al personal
 - Salud ocupacional
 - Retribución
 - Seguimiento al desempeño
 - Desarrollo:
 - Capacitación técnica
 - Círculos de calidad
 - Programa 5S
 - Hábitos de efectividad personal
 - Desarrollo de la Autoestima
 2. Del recurso Logístico:
 - Establecer el **Manual de procedimientos logísticos**
 3. Del recurso Técnico, Tecnológico, procedimientos y Control:
 - Establecer los **Manuales de procedimientos técnicos operacionales** en todos los procesos clave de taller.
 - Preparar los **Check List** de las máquinas mas importantes de la empresa tanto operacionales como de mantenimiento.
 - Establecer una **Guía de Presupuestos y cotizaciones**.
 - Establecer un **Manual de Gestión de Obras**.
 - Implementar la **Gestión de mantenimiento electromecánico piloto** de la empresa.
 - Aplicación de un **Plan de Aseguramiento de la Calidad** para la empresa
 - Establecer un **Plan de Control de Calidad**

- c. Implementación de un **Modelo de Planeamiento Estratégico para alta gerencia**, con el fin de cumplir la Misión, Visión y Objetivos de la Empresa, como el desarrollado en el Capítulo VII.
- d. Tomar las medidas necesarias para aplicar el **Árbol de soluciones** para cada uno de los Ítems desarrollados según el Análisis Sistémico (1c.)

3. Implementación.

a. Plan de implementación

Plan de acción	Inmediato	Próximo Año	Próximo + 1	Persona responsable
Grupo 1: implementar 2.b.i.		√	√	Ingeniero Jefe
Grupo 2: Formulación de 2.b.(ii + iii).		√	√	Gerencia
Grupo 3: Formulación de 2.b.iv y 2.c.		√	√	Gerencia
Grupo 4: Formulación e implementación de 2.b.v.		√	√	Ingeniero Jefe
Grupo 5: Revisión e implementación de 2.d.	√			Ingeniero Jefe

4. Costos de la implementación proyectada.

Plan de acción	Inmediato US \$	Próximo Año US \$	Próximo +1 US \$	Costo proyectado Total (US \$)
Grupo 1		2,500	2,000	4,500
Grupo 2		2,000	1,500	3,500
Grupo 3		5,000	4,000	9,000
Grupo 4		8,000	6,000	14,000
Grupo 5	4,500	2,000		6,500