

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“ARAGÓN”

INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Autor:

MARCO ANTONIO GARCÍA FLORES

Tesis:

KAIZEN,

**METODOLOGÍA BÁSICA PARA EFICIENTAR PROCESOS E
IMPLEMENTAR MANUFACTURA ESBELTA**

Asesor:

ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA

SEPTIEMBRE DE 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA.

Con mucho respeto y admiración a mis padres.

Alfonso García Hernández
Rosario Flores Flores.

La elaboración del presente documento no podría haber sido posible sin la formación y el apoyo de las dos personas más grandes e importantes que puede uno tener en la vida y que doy gracias a Dios por haberlos tenido siempre conmigo en mi formación académica y social, pero sobre todo por ser los dadores de mi vida. Gracias!!!

Con mucho cariño a mi hermana.

Mayra Lucia García Flores

Por ser quien me da ánimo, que me baja de las nubes cuando me quedo en un sueño guajiro y que me recuerda que la vida tiene sentidos diferentes con sus ocurrencias, recordándome día a día que hay que vivir cada momento.

A mi Familia y Amigos.

Por ser tan unidos e impulsarme día a día a ser el mejor, a no ser conformista ni claudicar, y por regalarme esas enseñanzas que solo nosotros conocemos, gracias por brindarme su amistad, sus consejos y soportar a este loco.

A quienes no creen en mí

Pues también soy orgulloso y me crezco a los malos comentarios haciéndome madurar, aprendo de mis virtudes y cualidades, reconozco y ataco esas áreas de oportunidad que me hacen ver. Sigam juzgando pues me hacen mejor persona.

Gracias a todos!!!
Atte. Marco Antonio García Flores

AGRADECIMIENTOS

A la **UNAM**, por la alta formación académica y de calidad otorgada a mi persona, sin esta no podría cumplir mis metas y plantearme nuevas, gracias por darme las herramientas para hacer mis sueños realidad. Lucharé para mantener y mejorar tu prestigio.

Al **CONACYT** por permitirme seguir desarrollando mis habilidades aun sin conseguir ese papel que tanto hace falta. A los profesores de las especialidades que me han llevado a un conocimiento más profundo y por lo cual amo aún más mi carrera.

Al **ING. JOSÉ LUIS GARCIA ESPINOSA**, por darme la confianza de realización de este proyecto, y por su tiempo en revisión y asesoría del mismo.

Mil Gracias!!!
Atte. Marco Antonio García Flores

INDICE

DEDICATORIA.	1
AGRADECIMIENTOS	2
INDICE	3
I. OBJETIVOS	7
II. JUSTIFICACIÓN	8
III. PROLOGO	9
KAIZEN, METODOLOGÍA BÁSICA PARA EFICIENTAR PROCESOS E IMPLEMENTAR MANUFACTURA ESBELTA	10
1. INTRODUCCION LA CALIDAD DE PRODUCTOS.	10
1.1. INTRODUCCIÓN	10
1.1.1. Bosquejo Histórico	12
1.1.2. Administración de la Calidad Total	16
1.1.3. Los Costos de la Calidad	19
2. KAIZEN: FILOSOFIA DE MEJORA CONTINUA	21
2.1. DEFINICION DE KAIZEN	21
2.2. CARACTERISTICAS ESENCIALES DEL KAIZEN	23
2.2.1. Gestión y Administración con KAIZEN en la organización	23
2.2.2. El enfoque a los procesos y no a los resultados.	24
2.2.3. La prioridad es la calidad	25
2.2.4. Análisis y muestreo de datos	26
2.2.5. Mi cliente principal es el siguiente en el proceso	26
3. IMPLEMENTACION DE KAIZEN	27
3.1. DEFINIENDO EL ENTORNO DE LOS PROCESOS	27
3.1.1. Características de los Procesos.	27
3.1.1.1. Procesos Tradicionales VS. KAIZEN	29
3.1.2. GEMBA	31
3.1.3. MUDA	32
3.1.3.1. MUDA Estratégicas	32
3.1.3.2. Clasificación Básica de MUDA	36
3.1.3.2.1. MUDA de Sobreproducción	37
3.1.3.2.2. MUDA de Inventarios Innecesarios	37
3.1.3.2.3. MUDA de Reparaciones/Rechazo de Productos Defectuosos.	37
3.1.3.2.4. MUDA de Movimientos.	38
3.1.3.2.5. MUDA de Procesamiento	38
3.1.3.2.5.1. MUDA Común de Procesamiento.	38
3.1.3.2.5.1.1. MUDA por Desperdicio de Energía	39
3.1.3.2.5.1.2. MUDA por Falta de Control de Gestión.	39
3.1.3.2.5.1.3. MUDA por Gestión de Finanzas.	39
3.1.3.2.5.1.4. MUDA por Falta o Ineficacias de los Controles Internos.	39
3.1.3.2.5.1.5. MUDA de Talento.	40

	3.1.3.2.5.1.6.	MUDA por mal Diseño.	40
	3.1.3.2.5.1.7.	MUDA Presupuestal.	40
	3.1.3.2.5.1.8.	MUDA por Centralizar el Control Calidad del Producto.	40
	3.1.3.2.5.1.9.	El desequilibrio en la carga de trabajo	41
	3.1.3.2.6.	MUDA de Tiempos de Espera.	41
	3.1.3.2.7.	MUDA de Transporte	41
3.2.		COMENZANDO CON LO BÁSICO	42
	3.2.1.	Definición de Paradigma	43
	3.2.1.1.	Cambio de paradigmas	43
	3.2.2.	Paradigmas comunes a derrocar en la implementación de 5´S.	44
	3.2.2.1.	Paradigmas comunes de la Dirección	44
	3.2.2.2.	Paradigma de los operarios	46
	3.2.3.	Las 5´S	47
	3.2.3.1.	SEIRI: Organizar	49
	3.2.3.2.	SEITON: Ordenar.	52
	3.2.3.3.	SEISŌ: Limpieza.	53
	3.2.3.4.	SEIKETSU: Sistematizar.	54
	3.2.3.5.	SHITSUKE: Disciplina.	55
	3.2.3.6.	CONTROL VISUAL.	56
	3.2.3.6.1.	Las 5´M	58
	3.2.3.7.	Estándares y Estandarización.	59
	3.2.3.7.1.	Estándar	59
	3.2.3.7.2.	SEIDO: Estandarización	62
3.3.		“ESTABLECIMIENTO DE POLITICAS, MANTENIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE ESTÁNDARES”	64
	3.3.1.	Introducción al Establecimiento de Políticas Empresariales.	64
	3.3.1.1.	FODA (SWOT)	65
	3.3.2.	HOSHIN KANRI: Planeación por Despliegue de Políticas	67
	3.3.2.1.	Objetivos del HOSHIN KANRI	68
	3.3.2.2.	Elementos del HOSHIN KANRI	68
	3.3.2.3.	Ventajas del HOSHIN KANRI	69
	3.3.2.4.	Pasos para implantar el HOSHIN KANRI	70
	3.3.3.	Mantenimiento y Mejora Continua de Estándares	71
	3.3.3.1.	KAIZEN vs. KAIRYO	74
	3.3.3.2.	Herramientas Esenciales: Ciclos PDCA y SDCA	76
	3.4.	ENFOQUE A LAS PERSONAS	81
	3.4.1.	Relación SENPAI-KOHAI	83
	3.4.2.	La Educación y el Entrenamiento	85
	3.4.3.	El Autodesarrollo y el Facultamiento (Empowerment)	88
	3.4.4.	La red de equipos para mejorar	90
	3.4.4.1.	Diferencia entre un Grupo y un Equipo	91
	3.4.4.2.	Requisitos básicos necesarios para consolidar Equipos de Mejora	93
	3.4.4.3.	Equipos Básicos de Mejora.	94
	3.4.4.3.1.	Equipo Directivo del KAIZEN.	94
	3.4.4.3.2.	Equipo Natural de Mejora	95
	3.4.4.3.3.	Equipo KAIZEN de Proyectos	96
	3.4.4.3.4.	Comparación entre Equipos Naturales de Mejora y KAIZEN de Proyectos	97

4.	HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA IMPLEMENTACION DE KAIZEN	98
4.1.	DIAGRAMA DE PARETO	98
4.1.1.	Para construir el diagrama de PARETO.	99
4.2.	DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO	101
4.2.1.	Construcción del diagrama de Causa-Efecto.	101
4.2.2.	Interpretación del Diagrama de Causa-Efecto.	103
4.2.2.1.	Cuidados a tener con el diagnóstico a través del diagrama de Causa y Efecto	103
4.3.	ESTRATIFICACIÓN	104
4.4.	HISTOGRAMAS.	106
4.4.1.	Construcción del histograma	106
4.4.1.1.	Elementos básicos de un histograma	106
4.4.1.1.1.	El numero de intervalos	107
4.4.1.1.2.	Amplitud de los intervalos	107
4.4.1.1.3.	Limites de intervalos	107
4.4.2.	Tipos de Histogramas	107
4.4.2.1.	La Hoja de Verificación	108
4.4.2.1.1.	Ejemplo del uso de una Hoja de Verificación.	108
4.4.2.2.	El Histograma Simple	109
4.4.2.2.1.	Ejemplo de Histograma Simple	110
4.5.	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN	112
4.5.1.	Ejemplo de Diagrama de Dispersión	112
4.6.	GRAFICOS Y CUADROS DE CONTROL	114
4.6.1.	Introducción	114
4.6.1.1.	Cinco razones para usar las Gráficas de Control.	115
4.6.2.	Principios Básicos de las Graficas de Control.	116
4.6.2.1.	Causas de la Variación.	116
4.6.2.2.	Aspectos estadísticos de la elaboración de graficas de control	117
4.6.2.2.1.	Corrida	118
4.6.2.2.2.	Tendencias	119
4.6.2.2.3.	Adhesión de los puntos a los límites de Control.	119
4.6.2.2.4.	Adhesión a la línea central	120
4.6.2.2.5.	Periodicidad:	120
4.6.2.2.6.	Ejemplo de Grafica de control para el laminado de aluminio.	121
4.6.2.3.	Uso de las graficas de control.	123
4.6.2.4.	Tipos de graficas de control	124
4.6.3.	Ejemplos de graficas de control	124
4.6.3.1.	Ejemplo de Carta	126
4.6.3.2.	Carta R	129
4.6.3.3.	Cartas P	131
4.7.	HOJAS DE INSPECCION O VERIFICACIÓN.	134
5.	EJEMPLOS DE SOLUCIONES ENCONTRADAS CON LA IMPLEMENTACION DE KAIZEN	135
5.1.	APLICACIÓN DE LAS 5'S EN UN ENTORNO PRODUCTIVO	135
5.1.1.	Detección de Condición Insegura.	135
5.1.2.	Mesa de trabajo en Taller Mecánico de Mantenimiento a equipo Industrial.	136
5.1.3.	Almacén de Materia Prima	137
5.1.4.	Aplicación de 5'S en Maquina de Torno	138
5.1.5.	Aplicación de 5'S en diferentes entornos	139
5.2.	EL BUZON DE SUGERENCIAS	140
5.2.1.	Sistema de sugerencias de Canon.	141
5.3.	EXPERIENCIAS EN NIPPON STEEL Y NISSAN MOTOR, ENTRENAMIENTO EN MULTIHABILIDADES	143

5.4.	HERRAMIENTAS KAIZEN APLICADAS A DIAGNOSTICO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA	147
5.4.1.	Introducción:	147
5.4.1.1.	Definición del Proyecto	150
5.4.1.2.	Recopilación de Datos	151
5.4.1.3.	Mediciones en campo	153
5.4.1.4.	Análisis de Datos	153
5.4.1.5.	Proposición de Proyectos	155
5.4.1.6.	Evaluación y Selección de Proyectos.	156
5.4.1.7.	Evaluación Técnico-económica de Proyectos.	156
5.4.1.8.	Presentación y Aprobación de Propuestas.	158
5.4.1.9.	Implantación del Proyecto.	158
5.4.1.10.	Puesta en Marcha del Proyecto y Diagnostico	159
5.4.2.	Ejemplo: Seguimiento de Diagnostico Energético	160
5.4.3.	Muda por Energía Eléctrica consumida por bajo factor de potencia.	164
5.5.	EJEMPLO DE VERIFICACION DE DISEÑO PARA MABE	167
5.5.1.	Introducción:	167
5.5.2.	Descripción del Problema.	170
5.5.2.1.	Verificar y validar tiempos de trabajo de un ciclo completo en modo continuo	170
5.5.2.2.	Verificar y validar temperatura de corte o salida de compresor a baja temperatura en sistemas de refrigeradores.	172
5.6.	ANDON EN PROCESO DE ENSAMBLE CON HMI Y PLC.	173
5.6.1.	Maquina Puntual que Detecta los Cambios en el Funcionamiento de un Compresor.	175
5.6.2.	Evolución de un sistema de control HMI PLC a SCADA	177
5.7.	KAIRYO EN ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN SISTEMA DE ENSAMBLE	179
5.8.	PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE MANTENIMIENTO EN FÁBRICA	181
IV.	CONCLUSION	185
V.	BIBLIOGRAFIA	188

I. OBJETIVOS

- Justificar el uso de KAIZEN como una herramienta necesaria en una empresa de alta competencia.
- Mostrar de forma clara una de las tendencias más comúnmente usada en las industrias en México.
- Mostrar un camino hacia la reducción de desperdicios en la Industria.
- Proveer conocimientos a recién egresados de la carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica de los tópicos más comunes usados en la búsqueda de mejora de procesos proveer las bases y algunos de los casos de éxito en la mejora de procesos y la reingeniería.

II. JUSTIFICACIÓN

“En la actualidad el ingeniero de procesos requiere conjuntar conocimientos de tipo administrativo y tecnológicos para aprovechar eficientemente los recursos de una empresa, objetivo compartido por la industria de cualquier giro, por lo que nace este proyecto, como una visión básica de las metodologías utilizadas en la implementación de manufactura esbelta, mostrando la interrelación de las distintas áreas de la ingeniería y retomando los puntos mas favorecedores de estas”.

III. PROLOGO

En el mundo globalizado, los requerimientos de mercado son muy diversos, pero hablando de industrias manufactureras, sea cual fuere el giro de tales, su objetivo común converge en dos sencillas palabras Calidad y Costo, se debe primeramente de buscar el equilibrio entre una y otro, pero teniendo siempre entendido que el uno no debe afectar a otro, sino que al contrario deben armonizar para alcanzar el objetivo deseado. A primera vista se piensa que lo que es de calidad es muy costoso o lo barato resulta a largo plazo muy costoso o bien defectuoso. Sin embargo debemos pensar que la razón de toda industria es vender un bien o un servicio, sin él consumo de su producto esta moriría, es decir la empresa depende de las ventas de su producto y que el vender algo que no satisfaga las necesidades del cliente, llámese en un bien o servicio, terminara a la larga con la vida de la empresa en cuestión.

En el periodo actual la gran pelea por el mercado de algún producto en específico es muy reñido, no solo es una persona la que ofrece un servicio, sino infinidad de ellas, la dependencia a un producto por parte de un usuario origina dicha competencia por proveerlo, sin embargo también genera la oportunidad de decidir al usuario a quien le compra; su decisión será tomando como base muchas veces los productos ya conocidos de cierta marca, pero al verse en un mundo de oportunidad como este, también vera por el costo de productos, además de que los niveles de calidad son y serán aproximadamente los mismo, por lo que el usuario toma en cuenta los siguientes puntos como base de su compra:

- Satisfacer una Necesidad.
- El costo del producto
- La versatilidad e innovación que le causa el producto
- Las marcas que ofrecen dicho producto

El orden en que se muestra anteriormente no esta numerado, esto con la finalidad de mostrar que todos somos distintos, no se le puede dar un orden pues cada persona define sus prioridades y versatiliza el mercado, si bien, hay compradores de sueños e innovaciones, hay compradores compulsivos, o bien, ahorradores y cotizadotes de ventajas y desventajas al adquirir un producto y una ves hecho esto hay que definir a quien se adquiere dicho producto o servicio. El presente trabajo no pretende ser un manual que dicte de forma restringida los puntos a realizar, sin embargo mostrara las implementaciones más comunes para la reducción de costos, sentando las bases de un proceso perfecto de manufactura.

KAIZEN, METODOLOGÍA BÁSICA PARA EFICIENTAR PROCESOS E IMPLEMENTAR MANUFACTURA ESBELTA

1. INTRODUCCION LA CALIDAD DE PRODUCTOS.

1.1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los conceptos de Calidad han evolucionado desde el punto de referirse solamente a la fabricación de productos, a abarcar el sistema de gestión de la totalidad de la empresa. Incluso la definición de Calidad ha sufrido una radical transformación desde que se decía que era la adecuación a una especificación, hasta el momento actual en que Calidad es sinónimo de satisfacción de cliente.

Remontándose en los tiempos, en los años 40 se hablaba de inspección, de tal modo que todos los productos finales se probaban al 100% para intentar asegurar la ausencia de defectos. Eran los tiempos en que en las fábricas más del 10% del personal realizaba trabajos de inspección. Al final de esta década y comienzo de la siguiente, el desarrollo de las técnicas estadísticas supuso la aplicación de planes de muestreo que hicieron posible mantener los niveles de defectos controlados y que permitieron importantes reducciones de personal. En esta época Calidad se definía como la adecuación de un producto a su uso (Evans, 1995).

En paralelo con la evolución de los Sistemas de Calidad, fueron apareciendo diferentes normativas internacionales. En Estados Unidos el ejército norteamericano publicó en la década de los 40 sus Military Standard (normas MIL- STD) que se aplicaron en las inspecciones de recepción de sus compras. Posteriormente fueron apareciendo diferentes normativas, como la DIN en Alemania, y diferentes comités internacionales de normalización fueron creados.

En los años 60, los departamentos de Calidad tenían como función el Aseguramiento de la Calidad y tuvieron un fuerte desarrollo, apoyados en la creación de ingenierías, compuestas por personal con importantes conocimientos de técnicas de Calidad y fiabilidad, que empezaron a dirigir sus esfuerzos hacia la prevención de los defectos.

Los conceptos de Calidad se empezaron a aplicar fuera de las áreas de fabricación, intentando en las fases de diseño desarrollar productos que fueran fiables, fáciles de probar durante las etapas de fabricación e instalación y buscando la implantación de procesos cuya capacidad asegurara la Calidad final de los productos. En estas fechas, se empezaron a manejar conceptos con los que actualmente se está familiarizado como Manual de Calidad, Control de Procesos, Auditorias de Calidad, Cero Defectos, etc.

De acuerdo con Ivancevich (1997), ya en esta época los japoneses habían lanzado y estaban implantando sus teorías sobre Calidad Total en el conjunto de la empresa y habían asumido los planteamientos sobre la eficacia del trabajo en grupo, con la implantación masiva de los Círculos de Calidad y de los Grupos de Mejora, compuestos por personal generalmente de diferentes áreas, que analizan las causas de los problemas más importantes y buscan su solución.

En los años 70, en las empresas japonesas ya estaban establecidos principios como "La Calidad es responsabilidad de todos" y "Hay que hacer las cosas bien a la primera" y era frecuente hablar de "cliente interno". Todos estos conceptos fueron adaptándose a lo largo de la década de los 80 en el resto de mundo, al observarse el excelente resultado que habían dado en Japón. Por otra parte, aparecieron nuevas técnicas e ideas que pudieron ser adoptadas por el sector de servicios que había estado al margen de esta evolución.

A finales de los 80 y comienzos de los 90, las empresas necesitaron demostrar a sus clientes que los Sistemas de Calidad que tenían implantados garantizaban la Calidad de sus productos y servicios. Como consecuencia de esta necesidad y utilizando la existencia de la normativa internacional y de organismos nacionales de certificación, empezaron a solicitar certificados que aseguraban que cumplían los requisitos de las citadas normativas.

En la década de los 90, la liberalización de los mercados, las nuevas tecnologías, el incremento de la competencia y la necesidad de realizar drásticas reducciones de costos, han hecho surgir en muchas empresas programas de implantación de Sistemas de Gestión de Calidad Total, con el objetivo fundamental de aumentar la competitividad y de satisfacer las expectativas de los clientes.

En estos programas las compañías se "orientan al cliente", consiguen la involucración de todo el personal con los objetivos, fomentan el trabajo en equipo, establecen planes de mejora permanente y en ellas los directivos dan ejemplo con su forma de actuación, participando y dirigiendo las actividades citadas.

La evolución de conceptos anteriormente mencionada y la consideración de la Calidad como herramienta prioritaria para conseguir el éxito en la gestión de las empresas, han sido las claves para el desarrollo de modelos de gestión de Calidad Total. El primer modelo desarrollado fue el de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros que concede anualmente el premio Deming.

En Occidente los modelos de más prestigio son el que aplica la Administración de los Estados Unidos para otorgar el premio Malcolm Baldrige y el desarrollado por la European Foundation for Quality Management (EFQM), organización creada en 1988 y que agrupa actualmente a más de quinientas empresas europeas, que concede anualmente su premio a la empresa que consigue una mejor evaluación, de acuerdo con los criterios que ha establecido (Stebbing, 1991).

Laboucheix (1997) expresa que la estructura de modelo de la EFQM está basada en que las empresas para su supervivencia deben conseguir y mantener buenos resultados, tanto económicos como de satisfacción de sus clientes, de su personal y de la sociedad en la que están implantadas. Además de valorar estos resultados, también tiene en cuenta la forma de conseguirlos, evaluando la implicación de los directivos en la cultura de Calidad Total y la influencia de ésta en las políticas, estrategias y en la manera de gestionar al personal y a los distintos recursos que se utilizan.

Ante la globalización de los mercados, el concepto de Calidad es aplicado ampliamente en las diversas áreas que componen a las empresas, con la finalidad de mantener a sus clientes y atraer a otros, con el objetivo de incrementar su rentabilidad.

En plena década de los años 90's y de cara a un mundo cada vez más competitivo, la calidad se vuelve uno de los aspectos que más interesan a las organizaciones y empresas mexicanas, sean pequeñas, medianas o grandes, industriales, comerciales o de servicios.

1.1.1. Bosquejo Histórico

Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial las empresas estadounidenses estaban ganando abrumadoramente el juego en los mercados. Por un lado una demanda reprimida por el conflicto bélico, y por otro, ser el único país que habiendo participado en la contienda no sufrió daños en su estructura productiva, le confería el privilegio de satisfacer gran parte de esa demanda interna y externa.

Los sistemas productivos de Europa y Japón se estaban reconstruyendo de lo acontecido un tiempo atrás. A ello debía sumarse en el caso de Japón, que sus productos contaban con una muy mala reputación en materia de calidad, a lo cual se debe agregar el hecho de que sus empresarios desconocían completamente las características del mercado norteamericano.

Empresas como General Motors, Ford, United States Steel, General Electric y otros tenían acceso a mano de obra, materiales y recursos financieros en abundancia y calidad. En ese momento no había quién detuviera el desarrollo de las empresas estadounidenses.

Pero a mediados de los 60's el entorno global empezaría a vislumbrar los primeros cambios al extenderse el juego más allá de las fronteras nacionales. A fines de la década de los 50's la firma automotriz alemana Volkswagen se hizo presente en los Estados Unidos con un ataque sobre el segmento de los autos económicos. Toyota trató de imitar la estrategia pero fracasó como producto de la baja calidad y diseño de sus unidades.

Pero transcurridos unos años y luego de las enseñanzas acumuladas, Toyota hizo un segundo intento a mediados de los 60's en compañía de Nissan, logrando en ésta oportunidad óptimos resultados. Las empresas automotrices de Detroit respondieron con vehículos que eran comparativamente más grandes y costosos que los alemanes y japoneses.

Las firmas niponas comenzaron a insertarse silenciosamente en varios mercados de los Estados Unidos durante esos años. Lo hicieron en el mercado de copadoras, y más específicamente en el segmento de clientes que requerían copadoras de bajo volumen. Así empresas como Canon, Minolta, Ricoh y Sharp penetraron en el segmento de máquinas de alta calidad y bajo costos. Si bien Xerox tomó nota de tal situación, no consideró que las empresas japonesas fueran una amenaza. Considerando que el mercado de bajo volumen tenía escaso potencial, Xerox concentró su lucha con empresas como IBM y Kodak, por el mercado de alto volumen.

En el mercado de las motocicletas Honda entró en 1960 en los Estados Unidos con vehículos pequeños y livianos. Harley-Davidson disfrutando de un dominio casi hegemónico no vio en los vehículos japoneses un peligro a su posicionamiento en el mercado.

A Honda se sumaron en su ingreso al mercado norteamericano Suzuki, Yamaha y Kawasaki, haciendo retroceder fuertemente a Harley-Davidson en su posición de mercado, aún en las motos de alta cilindrada.

A medida que los japoneses recortaban una parte del mercado de los Estados Unidos, las corporaciones estadounidenses se preocupaban por los clientes mayores y más lucrativos y por sus principales competidores de los Estados Unidos.

Desde mediados de los años 70 y con epicentro en los mediados de los 80, las corporaciones norteamericanas, como así también las europeas empezaron a sentir el impacto de la competencia nipona. Competencia que no sólo se daba en materia de precios, sino también de calidad y servicios. Marcas como Sony y Panasonic se convirtieron, en materia de electrodomésticos, en sinónimos de calidad y confiabilidad, generando las bases para imponer precios superiores ("premium").

Sumándose a los japoneses, se hicieron presente también productores muy esmerados de Corea del Sur, Taiwán, Singapur y Hong Kong; con lo cual los productores de electrónicos tales como Sylvania, Warwik, Admiral, Motorola y Philco, o bien fueron desplazados, o bien se quedaron a la vera del camino. En los años 80 las firmas japonesas pasaron a dominar el mercado de la TV en colores dejando a un lado a un peso fuerte como RCA, y arrinconando a General Electric y Zenith.

La industria automovilística norteamericana, pero también la europea, han sido las principales víctimas del ineludible avance de las empresas japonesas y su nueva forma de gestionar la producción.

Distintos países occidentales sufrieron su desdén por el cambio y la innovación, tanto de los productos como de los procesos industriales. Sólo basta mencionar como ejemplo a la industria relojera suiza, la industria de cámaras fotográficas en Alemania, y las máquinas herramientas estadounidenses.

Tiene que tenerse muy en cuenta que los principales expertos mundiales en calidad, Joseph Juran y W. Deming, empezaron a trabajar con los industriales japoneses al no encontrar interés por parte de los ejecutivos norteamericanos en mejorar los niveles de calidad.

Debe resaltarse que los costos más bajos de los productos japoneses, más allá del tipo de cambio, no dependen de los salarios bajos, se originan y tienen lugar como resultado de una utilización más eficaz de los recursos productivos, tales como la mano de obra, las materias primas y el dinero. La escasez de estos recursos ha generado en los japoneses una clara conciencia del despilfarro, concentrándose por tal razón en su eliminación sistemática. De tal forma incrementan constantemente sus niveles de productividad al centrar los procesos y la tecnología en la máxima producción con el mínimo de insumos.

Siguiendo los patrones establecidos por los japoneses, hoy día empresas de Malasia, Tailandia, Indonesia, China Continental y la India se esfuerzan en generar el próximo gran salto. China Continental no sólo está creciendo, sino que lo hace preocupándose para generar y desarrollar procesos de alta calidad a los efectos de incrementar el valor agregado de sus productos. Para ello están contratando a los mejores consultores en materia de calidad del Japón y de los Estados Unidos.

La reacción de Occidente, se dio en 1981, cuando Xerox conjuntamente con su subsidiaria japonesa Fuji-Xerox pusieron en marcha la hoy famosa metodología del Benchmarking, programa de puntos de referencia competitivos, al cual define como el proceso continuo de medición de sus productos, servicios y prácticas, en relación con sus competidores más difíciles, como así también con las empresas líderes en determinados procesos. Xerox observa lo que están haciendo y obteniendo sus principales competidores, proyectando de tal forma sus objetivos a cubrir. De tal forma entre 1980 y 1986, Xerox hizo gigantescos avances en materia de calidad, costos y plazos de entrega de sus productos. La tasa de rechazo en la línea de partes entregadas por el proveedor se redujo de 10.000 a 450 partes defectuosas por millón, y fijó un nuevo punto de referencia de 125. Los defectos de calidad por cada 100 máquinas bajaron de 91 a 12, y se fijó un nuevo punto de referencia de cuatro. El costo de materias primas se redujo en un 50% y la compañía fijó la meta de reducir otro 50% como nuevo punto de referencia. Redujo también las tasas de costos de operaciones del 380% al 189%; el tiempo de entrega de fabricación bajó de nueve a cinco meses; y el inventario se redujo de 99 a 33 días, fijándose como meta los nueve días.

Harley-Davidson respondió de forma muy parecida a la de Xerox, lo cual implicó como en el caso de ésta compañía, adoptar los sistemas de gestión japonés “Just in Time”.

Ford Motor, General Motor, Hewlett-Packard, 3M, Black and Decker, John Deere, Johnson Control, Omark y Motorola son algunas de las más destacadas empresas norteamericanas que ante la competencia global optaron por hacerle frente con la triple ofensiva de JIT + TQM + ITP. (Justo a Tiempo + Calidad Total en Manufactura + Involucramiento Total del Personal); Es esta triple ofensiva lo que ha dado en llamarse la Producción Magra, la cual está centrada en la eliminación sistemática de los desperdicios y despilfarros. Lograr ello implicó a los efectos de tratar de acortar las distancias con sus competidores extranjeros, sobretodo japoneses, aplicar la reingeniería en los procesos de negocios. De tal forma lograron eliminar las improductividades en los procesos productivos, comerciales y administrativos.

En el caso de Motorola, en 1981 su Comité de Políticas se propuso como objetivo mejorar 10 veces sus niveles de calidad en todas las secciones de la compañía, en un lapso de cinco años, e incluyó hasta departamentos cuyos niveles de calidad existentes eran ya los mejores de la industria. En 1986, la empresa había logrado y aún superado sus metas. Para 1992 se puso como objetivo lograr un nivel de calidad del 99.9997% de partes sin defectos, o sea 3,4 defectos por millón de oportunidades. Esto ha dado en llamarse Sistema Seis Sigma.

A fines de los 70 y comienzo de los 80 empieza a construirse lo que luego daría en llamarse la Teoría de las Limitaciones, punto de partida para los sistemas de producción sincronizada. La Teoría de las Limitaciones fue presentada por primera vez en 1984 en La meta, escrito por Eliyahu Goldratt y Jeff Cox. Este libro poco usual expuso una teoría de gestión bajo el estilo de una novela sobre un director de fábrica. La fábrica en cuestión se encuentra en graves problemas y a raíz de ello corre el riesgo de ser cerrada por la alta dirección de la empresa, pero finalmente la misma puede ser salvada echando por tierra las respetadas y consagradas prácticas de gestión que estaban creando tremendos problemas.

En La meta, la contabilidad de costos tradicional y los sistemas de información de desviaciones aparecen como responsables de muchos de los problemas que está sufriendo la fábrica. En lugar de concentrarse en las actividades que pueden incrementar los beneficios, el sistema de contabilidad de gestión tradicional centra su atención principalmente en esfuerzos contraproducentes por reducir los costos por unidad de producto. Si se hubieran realizado mejoras reales en las operaciones, el sistema de contabilidad de gestión casi invariablemente habría enviado señales inapropiadas en forma de desviaciones de costo desfavorables. A partir de allí se desarrolla una nueva metodología de mejora continua, fundamentada en la eliminación sistemática de “cuellos de botella” a los efectos de la mejor sincronización de los procesos productivos, reduciendo los tiempos de espera y los niveles de inventario, incrementando los niveles de rotación, mejorando el cumplimiento de los plazos de entrega, e incrementando los niveles de rentabilidad.

1.1.2. Administración de la Calidad Total

La Administración de la Calidad Total (ACT) es el punto esencial en la forma de hacer negocios, en ella descansa la técnica para garantizar la supervivencia en una competencia a nivel mundial, así modificando las acciones del área administrativa es posible cimentar la transformación de la cultura de hacer las cosas y las acciones de toda la organización.

La ACT se define como la filosofía y como un conjunto de principios reactivos que constituyen el fundamento de una empresa en mejora continua. Consiste en la aplicación de métodos cuantitativos y recursos humanos tendientes a mejorar todos los procesos de una organización y satisfacer excesivamente las necesidades de hoy y sentar las bases para las del futuro; en ella convergen técnicas y herramientas administrativas y el esfuerzo para lograr mejoras de lo que ya se dispone, todo dentro de un marco de disciplina. Para la aplicación de la ACT se deben de aplicar los siguientes cinco conceptos:

1. Una gerencia comprometida y participativa que permita ofrecer apoyo organizativo de largo plazo que abarque todos los niveles, desde los más altos hasta los más bajos.
2. Un enfoque permanentemente en el cliente inmediato, tanto interno como externo, es importante escuchar “la voz del cliente” y enfatizar en la calidad del diseño y la prevención de defectos, recordemos que hay que hacer las cosas bien desde un principio y mantenerse en ello.
3. Uso efectivo del total de la fuerza de laboral.
4. Mejora Continua de la calidad del negocio y del proceso de producción.
5. Medición del desempeño de los procesos.

La aplicación de los puntos anteriores constituye una excelente forma de llevar cualquier negocio.

La gerencia debe de participar en el programa de calidad. Los objetivos de la calidad se integran en el plan de negocio. Se define un programa anual de para el mejoramiento de la calidad en el cual se convoca a la participación de toda la fuerza laboral. La ACT es una actividad permanente que requiere de su incorporación en la cultura de una empresa, no es meramente un programa de efímera aplicación, así la ACT se debe de comunicar a cualquiera que influya en el desempeño de la empresa, tanto directamente como indirectamente.

Un comparativo entre la administración de calidad y la administración de la calidad total se muestra en la siguiente Tabla 1.

Elemento de la Calidad	Administración de la Calidad	Administración de la Calidad Total
Definición:	Orientada al producto	Orientada al cliente
Prioridades:	En segundo lugar después del servicio y el costo	Igual al servicio y al costo
Decisiones:	De corto plazo	De largo plazo
Énfasis:	En la dirección	En la prevención
Errores:	En operación	En sistemas
Responsabilidad:	De control de calidad	De todos
Solución de problemas:	Gerentes	Equipos
Adquisición:	Precio	Costo de ciclo de vida
Papel de la Gerencia:	Planear, asignar controlar y obligar	Delegar, asesorar, ayudar y enseñar

Tabla 1 Administración de Calidad VS Administración de la Calidad Total

Una compañía no podrá emprender su transformación a favor del ACT sino hasta que tome conciencia de la necesidad de mejorar un producto o servicio. Esta toma de conciencia se produce cuando una empresa pierde mercado o cuando se percata de que la calidad y productividad van de la mano, cuando la ACT es condición impuesta por el cliente, de esta forma se justifica para ser incluida en un negocio y competir en los mercados.

Recordemos que la automatización y otros recursos para mejorar la productividad no serán de ayuda para la empresa si esta no logra vender sus productos o servicios debido a su mala calidad.

Existen algunos motivos, de las cuales cada una por sí sola justifica, la adopción de la Administración por Calidad Total como proyecto de gestión, entre los cuales se tienen:

- La llegada de una economía globalizada. La irrupción de competidores nuevos en el juego económico mundial hace caducar a las empresas no competitivas, y obliga a todas aquellas que quieran sobrevivir a apoyar de ahora en adelante su actividad sobre una vigilancia meticulosa, atenta y permanente del mercado para ajustar siempre mejor la calidad de la respuesta que se le pide.
- El carácter inevitable de la calidad total es la súbita inversión en los países industrializados de la relación de fuerzas entre una demanda menos creciente y una oferta múltiple, desde mediados de los años setenta, por la explosión de Japón y de los nuevos países industrializados. He aquí que los consumidores y clientes ante múltiples ofertas se vuelvan más exigentes y reclamen siempre mejor calidad a precios siempre más bajos.
- Se debe cambiar. En occidente se ha ido observando un menor compromiso de los trabajadores para con la empresa. Es menester un cambio de actitud si queremos conservar los puestos de trabajo frente a culturas con mano de obra mucho más comprometida y disciplinada.

- Cuando la incapacidad de la empresa Tayloriana para reducir costos de no-calidad. Fraccionada en grandes funciones auto centradas, generadora de la empresa fantasma, más preocupada en “hacer más” que en “hacer mejor”, en controlar y corregir que en prevenir, esta empresa, sobrecargada de costes inútiles y de recursos ocupados en “fabricar nada”, pierde rápidamente terreno en la competición económica y se condena a muerte a corto plazo. La calidad total constituye su única tabla de salvación.
- Alude también a la organización Tayloriana y al desperdicio de inteligencia que ha podido permitirse tolerar en la empresa, mientras la relación entre la oferta y la demanda era la inversa de la de hoy día. De ahora en adelante, no se puede dejar más en un punto muerto a todas estas inteligencias puestas en barbecho en todos los niveles y, particularmente, en los niveles de ejecución, en el de los obreros y empleados. La batalla de la calidad es demasiado difícil para que se tenga a toda esta inteligencia apartada del combate.
- Existe un proceso de calidad total y que ciertas economías lo han adoptado, todas aquellas que no lo han hecho han visto abrirse a toda velocidad un abismo en su competitividad. Y lo que es cierto para las economías lo es también para la empresa. Para ello es menester tomar en cuenta que el coste de la no-calidad en las economías occidentales está en el orden del 20% de su facturación, en tanto que en la economía japonesa se encuentra en el 12%. No reducir rápidamente esta brecha y ante el crecimiento económico de países como China, Tailandia, Malasia y otros países del sudeste asiático preanuncian inevitables derrotas.

1.1.3. *Los Costos de la Calidad*

No hay visión uniforme de lo que es costo de calidad y lo que debe ser incluido bajo este término. Las ideas acerca del costo de calidad han venido evolucionando rápidamente en los últimos años. Anteriormente era percibido como el costo de poner en marcha el departamento de aseguramiento de la calidad, la detección de costos de desecho y costos justificables.

Actualmente, se entienden como costos de calidad aquéllos incurridos en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, aquéllos costos de la organización comprometidos en los procesos de mejoramiento continuo de la calidad, y los costos de sistemas, productos y servicios frustrados o que han fracasado al no tener en el mercado el éxito que se esperaba.

Si bien es cierto que existe costos ineludibles, debido a que son propios de los procesos productivos o costos indirectos para que éstos se realicen, algunos autores, además de estas erogaciones, distinguen otros dos tipos de costos; el costo de calidad propiamente dicho, que es derivado de los esfuerzos de la organización para fabricar un producto o generar un servicio con la calidad ofrecida, el "costo de la no calidad", conocido también como el "precio del incumplimiento" o el costo de hacer las cosas mal o incorrectamente.

Este último lo definen como aquellas erogaciones producidas por ineficiencias o incumplimientos, las cuales son evitables, como por ejemplo: reproceso, desperdicios, devoluciones, reparaciones, reemplazos, gastos por atención a quejas y exigencias de cumplimiento de garantías, entre otros. Por otra parte, otros incluyen a ambos bajo el concepto de costo de calidad.

Bajo esta óptica, los costos relativos a la calidad pueden involucrar a uno o más departamentos de la organización, así como a los proveedores o servicios subcontratados, al igual que a los medios de entrega del producto o servicio.

Esto significa que no están exentas de responsabilidad las áreas de ventas, mercadotecnia, diseño, investigación y desarrollo, compras, almacenamiento, manejo de materiales, producción, planeación, control, instalaciones, mantenimiento y servicio, etc. De ahí que, en la medida en que vea más ampliamente el costo de calidad, dependerá su importancia y peso específico dentro de la administración de un negocio o su impacto en los procesos de mejoramiento tendientes a la calidad total.

El costo de la calidad no es exclusivamente una medida absoluta del desempeño, su importancia estriba en que indica donde será más redituable una acción correctiva para una empresa.

En este sentido, varios estudios, autores y empresas señalan que los costos de calidad representan alrededor del 5 al 25 % sobre las ventas anuales. Estos costos varían según sea el tipo de industria, circunstancias en que se encuentre el negocio o servicio, la visión que tenga la organización acerca de los costos relativos a la calidad, su grado de avance en calidad total, así como las experiencias en mejoramiento de procesos.

Alrededor del 95% de los costos de calidad se desembolsan para cuantificar la calidad así como para estimar el costo de las fallas. Estos gastos se suman a valor de los productos o servicios que paga el consumidor, y aunque este último sólo los percibe en el precio, llegan a ser importantes para él, cuando a partir de la información que se obtiene, se corrigen las fallas o se disminuyen los incumplimientos y reproceso, y a consecuencia de estos ahorros se disminuyen los precios.

Por el contrario cuando no hay quien se preocupe por los costos, simplemente se repercuten al que sigue en la cadena (proveedor-productor-distribuidor-intermediario-consumidor), hasta que surge un competidor que ofrece costos inferiores.

Generalmente la medición de costos de calidad se dirige hacia áreas de alto impacto e identificadas como fuentes potenciales de reducción de costos. Aquéllas que permiten cuantificar el desarrollo y suministran una base interna de comparación entre productos, servicios, procesos y departamentos.

La medición de los costos relativos a la calidad también revela desviaciones y anomalías en cuanto a distribuciones de costos y estándares, las cuales muchas veces no se detectan en las labores rutinarias de análisis. Por último, y quizás sea el uso más importante, la cuantificación es el primer paso hacia el control y el mejoramiento.

2. *KAIZEN: FILOSOFIA DE MEJORA CONTINUA*

“El Japón se parece a mil relojes sincronizados. Todos tienen la misma apariencia, todos marcan la misma hora, pero cada cual es una máquina que sigue su propio ritmo”

Mr. Taichi Sakaiya.

2.1. *DEFINICION DE KAIZEN*

Literalmente la palabra KAIZEN, viene de dos ideogramas japoneses 改 (KAI) que significa cambio y 善 (ZEN) que significa bueno. De esta forma se muestra el ideograma de KAIZEN en la Fig. 1:



Fig. 1 Ideograma KAIZEN

El término KAIZEN ha ido evolucionando y evolucionando de acuerdo a diferentes connotaciones, dependiendo del contexto en que se use, ahora mencionaremos dos apreciaciones de las definiciones de KAIZEN:

“KAIZEN significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual”

Masaaki Imai.
Acuñaador del termino KAIZEN
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

“Una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método o procesos de trabajo que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, llevando a la organización a una espiral de innovación incremental”

M. A. E. Francisco Suárez B.
El KAIZEN: La filosofía de mejora
continua e innovación incremental
detrás de la administración por
calidad total.

En el KAIZEN la participación voluntaria y autónoma de cada uno de los empleados es la base principal sobre el que se edifica, así una base sólida consolidará una torre mas alta, de aquí que cada uno de los participantes debe de tener como premisa la realización de las rutinas de mejora, con el fin de incrementar valor en el lugar de trabajo, siempre y en todo momento bajo un contexto realista.

El termino KAIZEN no es un solo concepto, como ya se menciona es una filosofía de desarrollo personal basada en el interés por mejorar día con día, cimentada en la vida cotidiana, alcanzando el contexto laboral y por ende reflejado en el contexto social y reflejándose en el medio ambiente.

Por esta razón muchas veces se usa el KAIZEN como un sinónimo de Mejora Continua, sin embargo hay que puntualizar que cualquier esfuerzo por realizar una cultura de Mejora Continua en una empresa será nulo si antes no se alimenta el deseo de superación personal y profesional de cada individuo.

2.2. **CARACTERÍSTICAS ESENCIALES DEL KAIZEN**

La forma esencial en que se conforma el KAIZEN es delimitado por diferentes autores con las siguientes 5 características:

1. Gestión y Administración con KAIZEN en la organización
2. El enfoque a los procesos y no a los resultados.
3. La prioridad es la calidad
4. Análisis y muestreo de datos
5. Cadena de sucesos, mi cliente principal es el siguiente en el proceso

De esta forma se dará la explicación del por que estos cinco puntos se vuelven esenciales en el KAIZEN.

2.2.1. ***Gestión y Administración con KAIZEN en la organización***

Compuesto a su vez en dos términos sencillos: Mantener la Gestión y Mejorar la Gestión.

El mantener la Gestión

Bajo la percepción japonesa se reduce a operar, medir y mantener los estándares establecidos de trabajo, termino conocido también como mantener el Sistema de Estándares Operativos (SEO).

Mejorar la Gestión:

Se refiere al uso de técnicas tales como: la dirección empresarial a través del despliegue de políticas (Hoshin Kanri), el control y la mejora de los procesos y la formación de equipos de mejora (involucramiento global) que son los medios por los cuales se obtendrán mejoras en la gestión.

Asociemos de la siguiente manera este termino, cuando se tiene un proceso controlado, es decir que cuando medimos y mantenemos los estándares de operación estipulados, ya sea en calidad del producto o bien en calidad de un servicio, estamos cimentando una alta experiencia en el proceso, es decir somos expertos en la función realizada, una vez alcanzada esta meta, se deben de comenzar a buscar atajos que nos ayuden a mantener los estándares, el uso de técnicas como las ya mencionadas entran en acción y nos ayudan en gran medida al mejoramiento mayor de nuestro proceso.

2.2.2. *El enfoque a los procesos y no a los resultados.*

Bajo la estructura del KAIZEN, es primordial el entender que nuestros procesos son una serie de eventos, los cuales no son fortuitos, tomando esto como premisa del KAIZEN, se comprende que es necesario el dividir y medir nuestros procesos en puntos de control.

Bajo la Gestión y Administración del KAIZEN en dichos puntos, se identificarán dentro de cada proceso puntos complejos y tortuosos que indiquen pérdidas en la operación diaria, estos puntos pueden ser desde el mismo sistema administrativo en seguimiento burocrático de algún proceso, es decir pasos innecesarios a seguir, hasta llegar a la complacencia del empleado, que es cuando se mecaniza un proceso a tal grado que es parte esencial del proceso mismo, este puede ser una carga en tiempo importante en nuestro proceso, aquí cabe mencionar que no existe excitación que motive al empleado en la búsqueda de soluciones alternas y mejoramiento de su proceso.

Cuando se habla de el enfoque a los procesos y no a los resultados, se debe de entender que con anterioridad se estaban cumpliendo las metas pactadas, es decir, que se tenía un proceso sin variabilidad de resultados, pero se querían mejorar, de esta forma cualquier mejora dentro de nuestro procesos se vera automáticamente reflejada en el resultado.

De esta forma libre de presiones hacia la parte operativa del proceso, se fomenta la participación activa de todos los miembros de una organización, con el esfuerzo, la búsqueda de mejoras y el mantenimiento de los estándares del proceso, esta es la diferencia del KAIZEN con algunos sistemas de administración tradicional.

Si nos enfocamos en los resultado, estaremos hablando de que el fin justifica los medios, es decir, si tuviésemos que entregar 100,000 piezas de un lote a algún cliente, nuestro proceso probablemente las entregue, pero a costa de haber fabricado 101,000, es decir, con 1,000 defectos, lo que se desea mostrar es que cuando te enfocas en un resultado, tu meta es definida directamente, sin observar problemas dentro de tu proceso, visto desde el nivel de personal de producción si se le piden que entreguen estas cantidades, ello será sin ver a los lados que pudiese realizar mal.

Hay que cuidar como se produce, la oportunidad de observar el proceso nos enfoca en lo sistemático y no en lo particular de un número.

2.2.3. *La prioridad es la calidad*

“Sí mejoras la calidad, reduces los costos, mejoras la productividad, satisfaces al cliente e incrementas utilidades”

Deming, William E.
Consultor y difusor del
concepto de Total Quality.

KAIZEN como ya mencionamos es una filosofía que nos detona una reacción en cadena de eventos de mejora, puesto que genera la visión de la búsqueda de soluciones, competitividad y el compromiso en todos los miembros de la empresa, ello nos genera un ambiente de trabajo en donde la moral, el rendimiento y la ética del empleado se ve reflejada, se compromete el trabajo y se sistematiza la lucha por un objetivo en común.

Partimos del fomento en la calidad particular en cada individuo hacia su trabajo reflejándose en un producto terminado de bajo costo y alta calidad. Es por ello que KAIZEN es una filosofía de vida.

La calidad no cuesta, tampoco es un regalo, pero es gratuita. Lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad - todas las acciones que resulten de no hacer bien las cosas a la primera vez.

La calidad no sólo no cuesta, sino que es una auténtica generadora de utilidades. Cada peso que se deja de gastar en hacer las cosas mal, hacerlas de nuevo o en lugar de otras, se convierten en medio peso directamente en las utilidades. En estos días en que "nadie sabe lo que va a suceder mañana en nuestros negocios", no quedan muchas formas de incrementar las utilidades.

En cualquier aspecto de la vida este término es aplicable y defendible, quienes dan un servicio deben de satisfacer y/o exceder los requerimientos planteados por un cliente, de esta manera una cascada de eventos satisfactorios tienden a darse.

Cabe mencionar que en lo referente a servicios ofrecidos por personal de alta calidad en su trabajo, fuere cualquiera su línea de acción, mencionaremos que se aspira a: mejores posiciones laborales, mayores ingresos, mayor estabilidad y seguridad social, etc.

En un producto se ve reflejado en la reducción de quejas de los clientes, en un menor costo de fabricación, mayor captación de clientes, supervivencia en un mundo globalizado, etc.

2.2.4. *Análisis y muestreo de datos*

“Los hechos son importantes y su importancia debe reconocerse con claridad: dando por sentado, se procede a expresarlo con cifras y datos, por lo tanto, debemos hablar con hechos y datos , utilizando los métodos estadísticos para analizar los hechos y los datos, lo cual permite hacer cálculos, formar juicios y luego tomar medidas”.

Dr. Ishikawa, Kauro
Considerado el Padre del análisis científico de las causas de problemas en procesos industriales

Lo que no se puede medir no se puede mejorar, cita una variedad de textos, es la manera en que se muestra la importancia de medir, referente a la gestión de procesos.

Hablar con datos representa la objetividad y sistematización del trabajo, la cual se sustenta en técnicas estadísticas básicas como los diagramas de Pareto, los diagramas de Ishikawa, las hojas de verificación e incluso algunos tipos de gráficos de control. La eliminación de corazonadas, la eliminación de sentimientos y los “yo creo”, son significativos en mostrar de forma transparente el proceso que tenemos.

La transparencia de datos cimienta la confianza entre todos los miembros de la organización, compromete los resultados esperados y mantiene un ambiente de cooperación.

2.2.5. *Mi cliente principal es el siguiente en el proceso*

El compromiso de llevar a cabo el trabajo bajo un estricto compromiso de calidad individual de cada miembro de la organización, se reflejara en el producto o servicio que recibe el cliente, ahora bien si este enfoque lo damos de manera esencial en cualquier actividad, tendríamos que especificar un objetivo que englobe esta actitud en una organización, se definiría con la frase conocida y definida como el cliente es primero, ahora si lo enfocamos en el hecho de que un proceso esta subdividido por áreas funcionales, se vería definido por un mi cliente principal es el siguiente en el proceso.

De esta forma existe el compromiso de hacer un trabajo bien y a la primera, en un sistema KAIZEN no se deben de arrastrar problemas originados en diferentes áreas, debido a que la acumulación de pequeñas discrepancias en un servicio o subproducto, genera un problema de calidad mas grande, como una bola de nieve, si la dejamos correr y arrastrar mas problemas, al final no podríamos rescatar ni una mínima parte de lo producido.

3. IMPLEMENTACION DE KAIZEN

La metodología del KAIZEN, propuesta es tomada por infinidad de autores como una fórmula mágica, pues requiere solo un cambio de actitud, pero requiere el cambio de la idiosincrasia de los integrantes de una compañía, dentro de las tantas metodologías de implementación se propone una que converge en aspectos tomados por el Ing. Imai Masaaki y por el Ing. Suárez Barraza, pues parte del sentido común, hecho sencillo, el cual se asimila fácilmente y de forma automática la temática a establecer en la implementación de dicha metodología en un sistema tan complejo como es una organización. Estableciendo principios directores que engloban los pilares del KAIZEN:

1. Definiendo el Entorno de los Procesos
2. Comenzar con lo básico
3. Mantener y mejorar continuamente los estándares
4. Enfocarse a los procesos de mejora
5. Enfocarse a las personas

3.1. DEFINIENDO EL ENTORNO DE LOS PROCESOS

Los procesos son variados y englobarlos en forma particular resulta casi imposible dar un panorama particular, sin embargo se tiene que hacer notar que en su integración convergen en puntos estratégicos para la implementación de KAIZEN, de esta forma primero se expondrán las características a las que debemos llegar aplicando la metodología KAIZEN y las diferencias entre procesos tradicionales de la manufactura americana de la manufactura japonesa, de modo que se valla aclarando del por que una implementación KAIZEN es necesaria en México en su lucha por ser mas competitivo, atraer mayor inversión extranjera y por ende ganar mercado en un mundo globalizado, que cada vez se ve mas atraído por el mercado Chino.

3.1.1. Características de los Procesos.

Las características de los procesos desde el punto de vista del KAIZEN, debe de cumplir con 10 características esenciales:

1. Tiene una secuencia lógica lineal, que tiene un flujo continuo, compuesto por actividades que consumen un conjunto de insumos y que los transforman en resultados útiles para uso interno y/o externo; su secuencia de actividades lógicas constituye un enlace evidente en el sistema Proveedor- Transformador-Insumo de

- la organización, la cual debe ser descrita como un mapa integral que explique todos los elementos del proceso.
2. Cada Proceso tiene bien definidas sus fronteras (alcances y límites del proceso). Es decir, se conoce el inicio y fin del mismo y por lo tanto se conocen sus entradas o insumos (input) y salidas o resultados (output).
 3. Todo Proceso tiene un propósito específico, el cual debe estar alineado a la política y a los objetivos estratégicos de la organización y debe estar dirigido a cumplir con los requerimientos de sus clientes tanto internos como externos, con el fin de crear valor para los mismo a través de mantener y mejorar los estándares. Dicha fase de planeación que crea su propia estructura y disciplina en la gestión de los mismos.
 4. Las actividades y tareas de los Procesos son ejecutadas por seres humanos interrelacionados directamente con las maquinas y los equipos. Estas diferencia son de tomarse en cuenta cuando se desean mejorar las actividades claves o esenciales (que agregan valor) y actividades no esenciales o muda en el proceso.
 5. Debe definirse con claridad a quien esta asignado el proceso, quien es el responsable del desempeño del mismo.
 6. Un proceso debe cruzar las barreras organizacionales a través de un flujo horizontal, por lo que debe haber total comprensión del mismo, para alcanzar los objetivos establecidos.
 7. Debe medirse el desempeño del proceso contra sus objetivos operativos establecidos. Estos controles, medición y retroalimentación oportuna deben ser parte esencial de la operación del proceso. Las variables a medir comúnmente son: la capacidad del proceso, los tiempos de ciclo, la eficiencia, la eficacia, la calidad y los costos operativos.
 8. Todo proceso debe tener definidos los puntos físicos de control y medición, puntos físicos de retroalimentación, indicadores claves de operación, así como mecanismos y herramientas de recolección de datos, que deban ser medidos de manera periódica, frecuente y planeada.
 9. De cada proceso se deben de tener en existencia y actualizados los estándares de trabajo, así como el requerimiento para el entrenamiento al personal de aquellas actividades esenciales claves.
 10. Cada proceso debe de tener documentado sus hojas de desarrollo, en las cuales se documentan sus procedimientos de cambio cuando se realice una mejora que afecte al mismo.

3.1.1.1. *Procesos Tradicionales VS. KAIZEN*

Un proceso tradicional, opera de manera constante en los sistemas organizacionales nacionales, la primera impresión es la cacería de culpables, un proceso de esta índole busca de manera superficial eliminar un problema, de esta forma cuando se tienen objetivos no cumplidos, la eliminación de áreas y el cambio de personal son los reflejos tradicionales de sistemas administrados bajo Procesos tradicionales.

Es cierto que en la lucha actual por mantenerse en el mercado, un producto o servicio no puede darse el lujo de perder clientes, tener no conformidades de los clientes, derivados de errores de sus empleados lo condena a morir, sin embargo, en muchos de los casos no es el empleado el que comete el error, es el procedimiento que seguía, pero como el reflejo fue el empleado, la primera solución factible es el retirarlo de la función que realizaba. Cuando ello pasa, estamos limitando el aprendizaje que una de estas acciones nos deja.

“Quien no puede recordar el pasado esta condenado a repetirlo”

Santayana, George

Una mala actividad que se ve reflejada en una queja es una crítica que nos abre la oportunidad de mejorar y evolucionar.

Cuantas veces se ha escuchado el termino evolucionar o morir, muchos seres vivos se mantienen hasta nuestros días a base de la evolución natural de su fisonomía y cambio de hábitos con adaptación a sus cambios de hábitat, en un proceso de manufactura o de servicios, la manera natural de evolución es el mejoramiento continuo, en un principio una lucha contra corriente, pero cuando se ha logrado su asimilación, sin intentar mucho y sin que sea perceptible se tendrá esa evolución, pues será de forma sencilla.

Cuando se cumplen las 10 características básicas de los procesos, se identifica la esencia del proceso, los alcances y las necesidades a cubrir en su paso por alguna área organizacional, de esta forma la agilidad del proceso esta íntimamente ligado con el establecimiento de estándares de trabajo. Al igual que en un servicio, en un proceso de manufactura se busca no generar demoras por desinformación, perdidas de documentos o morosidad. Todas las actividades que no generan valor son una arteria que obstruye el flujo de un servicio, estas trabas deben ser erradicadas por completo del cuerpo del proceso. “Manufactura sana en proceso sano”, nos llevara a mantener una empresa a flote sobre cualquier adversidad en el mercado mundial.

El establecimiento de estándares en los procedimientos definen las funciones necesarias para cada área de trabajo, o bien dentro de cada requerimiento, las necesidades a cumplir de forma directa y puntual de nuestro cliente.

Las rupturas y fragmentaciones de los estándares de trabajo son fácilmente reconocidos y permiten la retroalimentación, el rediseño del estándar, lo que lleva al KAIZEN (Mejoramiento Continuo).

Las diferencias entre funciones de una organización tradicional y el enfoque a la mejora continua de procesos (KAIZEN) se resumen en la siguiente Tabla 1:

Funciones derivadas de una organización tradicional	Enfoque a la mejora continua de procesos (KAIZEN)
Los empleados siempre son la fuente de los problemas.	Los procesos que no funcionan correctamente son el problema
Se enfatiza el enfoque en el empleado.	Se piensa en compañeros y colegas
Si surge un problema se busca cambiar personas, estructura, funciones, objetivos, etc.	Solo hay que mejorar el proceso.
Se evalúa el desempeño individual.	Se evalúa el rendimiento del proceso.
Orientación al resultado final y a los costos de operación.	Orientación al proceso, la creación del valor del mismo, aseguramiento de la calidad en medio del proceso y satisfacción del cliente.
Orientación al control de las persona	Orientación al control de los procesos, creación de valor de las actividades del mismo, aseguramiento de calidad en medio del proceso y mejoramiento del proceso.
Responsabilidad de los empleados en base a funciones (fragmentada y quebrada)	Responsabilidad de todos los empleados, cooperación y desarrollo.
Se piensa en jefes de departamentos y relaciones jerárquicas "Jefe y Subordinados"	Se piensa en relaciones de cooperación, dueños del proceso, relaciones de colegas, cliente y proveedores, en un ambiente de responsabilidad, moral y por ende alta calidad.
Enfrenta y corrige los errores	Reduce la variabilidad de los procesos y mantiene y mejora los estándares de los mismos.
Cada empleado debe seguir sus instrucciones de trabajo y realizarlos.	Comprensión de que el empleado solo es parte de un proceso integrado que colabora en la ejecución del mismo.
Se piensa en burocracia y formalismo.	Se piensa en flexibilidad, mantenimiento y mejoramiento de los procesos.
Siempre se puede despedir un empleado para reducir costos.	Siempre se pueden mejorar los procesos para reducir costos.

Tabla 1 . Diferencias entre funciones de una Organización Tradicional y el KAIZEN

3.1.2. *GEMBA*

Es necesario definir primeramente el lugar sobre el cual vamos a trabajar, este es llamado dentro de la literatura japonesa como GEMBA, de tal forma:

“GEMBA significa el lugar donde se forman los productos y servicios”

Masaaki Imai.
Acuñaador del termino KAIZEN

Es fácil asimilar como el lugar de la acción el área de interés a mejorar.

Para nuestro caso de estudio, nuestro GEMBA es donde se ven reflejados los esfuerzos de todas las ramas profesionales que se ven conjuntadas como áreas subdivididas de trabajo, que buscan un mismo fin.

La sinergia de todas la áreas son esenciales para el buen desarrollo de una planta productiva, donde mercadotecnia da a conocer el producto, ventas se encarga de la logística de distribución, compras de la adquisición de servicios y materias primas, todas las áreas hasta ahora de índole administrativas, se convierten en clientes y proveedores dentro de la planta productiva, así llegamos al corazón de nuestro proceso de producción, el GEMBA Productivo sobre el que vamos a trabajar.

Hay que señalar que dentro de cada área que suministra o requiere de los resultados del GEMBA Productivo, existe un subproceso que se lleva rutinariamente, mismo que llamaremos GEMBA Administrativo, entonces partiremos de lo general a lo particular, es decir plantearemos las bases aplicables de forma general a la aplicación por área de trabajo.

“En el GEMBA, el valor de satisfacción al cliente se agrega al producto o servicio que permite a la compañía sobrevivir y prosperar”

Masaaki Imai.
Acuñaador del termino KAIZEN

Una de las razones por las cuales buscamos la implementación de KAIZEN, es la eliminación de despilfarros, la satisfacción del cliente y la reducción de costos.

3.1.3. *MUDA*

Dentro de la metodología KAIZEN, existe una palabra que define pérdidas, y esta es:

“Cualquier actividad de los procesos de una organización, que no genera valor a la misma, y consume recursos se denomina MUDA”.

Al respecto, Taiichi Ohno, menciona que:

“Cuando producimos creamos incontables números de MUDAS, tales como personal en exceso en el proceso (que no agregan valor), uso anticipado a la necesidad real de los materiales, energía y otros recursos, cargos de intereses financieros sobre los inventarios de productos acabados, áreas de almacenaje necesarios para acomodar inventarios excesivos, costos de manejo y transporte de producto. En un periodo de crecimiento lento del mercado, la producción en exceso es un crimen”.

Ohno, Taiichi,
Ingeniero japonés que diseñó el
sistema de producción Just In Time
para TOYOTA.

3.1.3.1. *MUDA Estratégicas*

Las denominadas MUDA estratégicas, están conformadas por:

Capacidad desaprovechada de los empleados.

Uno de los mayores desperdicios en la mayoría de las empresas es la falta de las capacidades (conocimientos, aptitudes, experiencias) de los empleados y obreros. Fundamentalmente se debe a la aplicación de los criterios BAJO LA FILOSOFIA DE Taylor de que los directivos piensan y los empleados sólo ejecutan. Criterio que impide utilizar las experiencias y conocimientos de aquellos que día a día realizan sus tareas en la línea de batalla de las operaciones. Debe reconocerse que el empleado no sólo está en condiciones de utilizar sus manos, sino también su cerebro. Impedir ello es desperdiciar un enorme potencial de crecimiento para la organización y sus individuos.

Otra actitud muy típica de las empresas es contratar a externos sin darle la posibilidad a aquellos que trabajando en ella, y poseen conocimientos y experiencias para ejecutar las mismas. Ello origina la desmotivación de los empleados por capacitarse, y la disminución del apoyo de éstos hacia la organización.

La excesiva división del trabajo tiende no sólo a limitar las capacidades de los individuos, sino que provocan su agotamiento físico y mental.

Todos estos son causas de bajos niveles de compromiso y se ven muchas veces reflejados en la alta rotación de empleados. En Japón la baja tasa de despidos y el alto compromiso del personal dan una mayor rentabilidad al proceso y por ende a la empresa.

Cuando se tiene un nuevo empleado, se tiene que invertir tiempo en su capacitación y la velocidad de aprendizaje del mismo depende de que tan estandarizado se tenga dicho proceso, se tiene que contemplar que mientras se capacita a un nuevo empleado, no solo se invierte tiempo, se invierte producción y en momentos se arriesga un mal procedimiento que genere en una no conformidad de nuestro cliente inmediato. La pérdida de la pericia, es decir de la técnica o de los conocimientos, es un enorme problema que muy pocas empresas han intentado solucionar.

Los empleados se pagan por una jornada de trabajo de siete u ocho horas. Una investigación reciente ha revelado que, en la práctica, sólo se usa alrededor de un 20% de los conocimientos de que dispone la empresa. Eso quiere decir que todavía queda espacio para una mayor eficacia, mayores beneficios, un mayor crecimiento y un mayor margen competitivo, entre otras muchas cosas, y que basta con gestionar más eficazmente los conocimientos internos de la organización para hacerlo realidad. Los conocimientos son un activo y, al igual que todos los activos, tienen que administrarse. Imaginemos por un momento cuáles serían las consecuencias sobre la situación de la organización si todos los activos materiales, tales como fábricas, oficinas y máquinas, sólo se utilizaran un 20% del tiempo. La formación es una de las vías de desarrollo y mantenimiento del valor de un empleado para la organización.

Debe tenerse siempre en cuenta que cada vez que se va un empleado de la organización, ésta pierde una parte de la memoria corporativa.

La participación de los empleados por medio de equipos de trabajo y sistemas de sugerencia le permiten una mayor autovaloración y crecimiento personal, logrando una mayor participación y con ello un superior compromiso con los destinos de la empresa. Y en segundo lugar mediante el enriquecimiento del trabajo, tanto horizontal como vertical, o sea permitiendo desarrollar una mayor parte del proceso, y por otra permitiendo a los empleados organizar y planificar sus propias labores en la medida de lo factible.

De parte de la organización es primordial contar con una base de datos que sirva de inventario de todas las experiencias (tanto dentro como fuera de la empresa), conocimientos, cursos de capacitación y aptitudes, de los distintos empleados. Ello le permitirá hacer una utilización óptima de sus recursos humanos.

Los recursos humanos son fundamentales por ende para la existencia de la empresa. Depende de cómo trate ésta a sus empleados, tratarán estos a sus clientes. Ello es un punto a considerar en el marco de lo que se considera la satisfacción plena de los consumidores. Por otra parte para realizar cualquier tipo de cambios es fundamental superar la resistencia al mismo de los empleados; sólo se logrará ello haciendo a estos partícipes reales de tales cambios operativos, y escuchando activamente y sinceramente sus sugerencias, alertas y reclamos.

El personal es una fuente inagotable de sugerencias y ello quedó claramente demostrado en los procesos implementados en las empresas japonesas que forma un pilar importante en la implementación de KAIZEN

Sea cual sea las características de los procesos productivos, posean estos mayor o menor automatización o robótica, los empleados cuentan tanto en la mejora de los procesos, como en los diseños de los productos y servicios, así también en los procesos de mantenimiento, en la atención de los clientes y en los procesos de comercialización. Dejar de lado a los empleados y obreros es una invitación al desastre.

La Falta de enfoque y posicionamiento.

La ausencia de enfoque lleva a la empresa a malgastar sus recursos, incurriendo en bajos rendimientos e inclusive en pérdidas. El enfoque implica concentrar las energías y capacidades empresariales en aquellas actividades o negocios en los cuales la compañía tenga ventajas competitivas o bien generen las mayores utilidades o niveles de rentabilidad.

Se dan frecuentemente casos en los cuales las actividades generadoras de los mayores beneficios no coinciden con las que poseen mayor rentabilidad. Habrá que analizar si se concentran los recursos en las actividades más rentables, o bien si éstas no son factibles de ampliar concentrar un mayor esfuerzo en hacer más rentables las actividades que generan mayores niveles de ganancia.

El destinar recursos a un sin fin de actividades lleva a disminuir los controles, hacer menos eficiente la asignación de los recursos, y perder posicionamiento en la mente de los consumidores.

Concepto poco claro para muchos empresarios y que lleva a estos a cometer enormes desaguisados. El posicionamiento tiene que ver como se dijo antes con la posición que un producto o concepto tiene en la mente de los consumidores. En ello tiene suma importancia el nombre que se da a los mismos

Tiempo.

Recurso no contabilizado y por lo tanto no tenido en cuenta a la hora de mostrar los resultados. Recurso que no puede reservarse, sino que se consume hagamos o no una utilización útil del mismo. Malgastar el tiempo es algo muy grave, sólo cuando hemos pasado un período largo de tiempo suelen darse cuenta la forma en que este a transcurrido sin haberse generado resultado alguno. Malgastar el tiempo de clientes, usuarios, empleados, inversionistas y de los propios directivos es algo grave, que termina con la pérdida de confianza de muchos de éstos.

El tiempo debe enfocarse tanto a los tiempos de espera, preparación, de espera de proceso y de inactividad, sino también los tiempos de entrega, de mejoras, de atención y respuestas, de producción de nuevos diseños y de generación de resultados positivos para las partes interesadas en los procesos y actividades de la empresa.

Es necesario tanto presupuestar como inventariar la utilización de este recurso a los efectos de hacer un uso más productivo y eficaz del mismo. Deben fijarse objetivos con fechas claras de ejecución y realización. Es menester realizar la mayor cantidad posible de mejoras tanto en productos como en procesos en la menor cantidad de tiempo posible.

La empresa cuyos directivos y procesos pierden en hacer un óptimo uso de éste recurso está sin lugar a dudas en el camino a perder la carrera de la competitividad.

Información.

En este caso el problema puede estar dado tanto por la ausencia, como por la mala utilización de la misma. La falta de información en tiempo y forma genera la incapacidad para aprovechar las oportunidades, corregir los defectos, hacer frente a adversidades y mejorar los procesos de producción y satisfacción. En muchos casos si bien los procesos existen, estos son ineficientes e ineficaces, debido al consumo de recursos suministrando información poco confiable e inoportuna.

Desperdiciar las oportunidades del entorno. Ya sea por falta de información, mala planificación, incapacidad de dirección, o carencia de recursos materiales o humanos una empresa puede perder importantes oportunidades engendradas en el entorno externo a la misma. Es obligación de los directivos planificar de antemano las acciones a realizar para aprovechar oportunidades que se pueden dar en determinados escenarios económicos, sociales, tecnológicos y políticos.

Desperdiciar las fortalezas de la empresa. La mala planificación, la ausencia de inventarios permanente de recursos humanos, una mala o pésima gestión de tesorería son entre otras las razones por las que no se aprovechan plenamente las fortalezas de la empresa para generar beneficios económicos y de posicionamiento.

La Pérdida de clientes y consumidores. Por no hacer caso a sus reclamos, no tomar en consideración sus sugerencias, no prestar un servicio de calidad, no estudiar debidamente sus necesidades y deseos gran cantidad de compañías pierden día a día su activo máspreciado “el cliente”.

Todas estas mudas estratégicas pueden ser resumidas en un gran muda constituido por la falta de planificación. Confirmándose la famosa frase que expresa “no planificar es planificar para el desastre”.

La planificación como la mejora continua requiere de disciplina y responde a una cultura que fije claramente objetivos de excelencia. Pocos planifican, y muy pocos lo hacen a conciencia, como un proceso que debe evaluarse y mejorarse día a día.

Como se dijo antes es responsabilidad de los directivos eliminar estos desperdicios que tanto daño hacen a la empresa, y la forma de realizarlo es mediante la excelencia en los procesos de planificación. Una planificación continua y llena de vida, en contraposición a los planes meramente formales, periódicos y que acumulan polvo en las oficinas.

Más importante que el plan en sí mismo, es el proceso de planificación como metodología de diagnóstico, análisis, evaluación, creatividad, innovación y actitud proactiva, por parte de los directivos y con participación plena de la organización en su conjunto.

3.1.3.2. Clasificación Básica de MUDA

El profesor Taiichi Ohno, menciona siete tipos básicos de MUDA en los entornos productivos, la identificación de dichos tipos de desperdicios es tarea de todos en la compañía, pues de ello depende la implementación de KAIZEN.

1. MUDA de Sobreproducción.
2. MUDA de Inventarios innecesarios.
3. MUDA de Reparaciones/Rechazo de Productos Defectuosos.
4. MUDA de Movimientos.
5. MUDA de Procesamiento.
6. MUDA de Tiempos de Espera.
7. MUDA de Transporte

3.1.3.2.1. MUDA de Sobreproducción.

Esta es desde el punto de vista de inversión de dinero en el tiempo una pérdida, en un mercado global un peso el día de hoy no es el mismo el día de mañana, se tiene que recuperar de forma mas rápida la inversión.

Sus causas básicas son:

- Cuando no se tiene certeza del consumo real de un producto.
- Cuando se tienen procesos inestables de producción, es decir variabilidad, Fijar un porcentaje de producción en caso de posibles defectos de producción.
- Falta de control del mismo proceso obliga a tener el factor miedo por parte de los operarios de producción. Bajos niveles de control de mantenimiento a equipos que generan fallas esporádicas, incontrolables e impredecibles son un ejemplo de este punto.
- Fijar metas o objetivos locales de productividad., procesos aislados y falta de comunicación, los denominados cuellos de botella entre un subproceso y otro.

3.1.3.2.2. *MUDA de Inventarios Innecesarios*

Tiene muchos motivos, y en el se computan tanto los inventarios de insumos, como de repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. El punto óptimo de pedidos, como el querer asegurarse de insumos, materias primas y repuestos por problemas de huelgas, falta de recepción a término de los mismos, remesas con defectos de calidad y el querer aprovechar bajos precios o formar stock ante posibles incrementos de precios, son los motivos generadores de este importante factor de desperdicio. En el caso de productos en proceso se forman stock para garantizar la continuidad de tareas ante posibles fallas de máquinas, tiempos de preparación y problemas de calidad. A los factores apuntados para la sobreproducción deben agregarse las pérdidas por roturas, vencimiento, pérdida de factores cualitativos como cuantitativos.

3.1.3.2.3. *MUDA de Reparaciones/Rechazo de Productos Defectuosos.*

Muda de reparación y rechazo de productos defectuosos. La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, como así también reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad provocan importantes pérdidas. A ello debe sumarse las pérdidas generadas por los gastos de garantías, servicios técnicos, recambio de productos, y pérdida de clientes y ventas. Es lo que en materia de Costos de Mala Calidad se denomina costos por fallas internas y costos por fallas externas.

3.1.3.2.4. *MUDA de Movimientos.*

Muda ocasionada por movimientos. Se hace referencia con ello a todos los desperdicios y despilfarros motivados en los movimientos físicos que el personal realiza en exceso debido entre otros motivos a una falta de planificación en materia ergonómica, subir, bajar, llevar al almacén producto terminado de un proceso, a espera que entre a otro, son movimientos que no agregan valor a nuestro producto. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio o fatigas musculares que originan bajos niveles de productividad.

Una estación de trabajo mal diseñada es causa de que el personal malgaste energía en movimientos innecesarios. Así por ejemplo situar los departamentos que prestan asistencia al trabajo de valor añadido en oficinas alejadas de las personas productoras de valor agregado aumenta los movimientos innecesarios. Las herramientas, los equipos, los materiales y las instrucciones que se necesitan para realizar el trabajo han de colocarse en el lugar más conveniente para que el operario ahorre energía. En las empresas de categoría mundial el personal de primera línea no ha de ir a buscar ayuda, sino que la reclama para que ésta vaya a ellos.

3.1.3.2.5. *MUDA de Procesamiento*

Desperdicios generados por fallas en materia de layout, disposición física de la planta y sus maquinarias, errores en los procedimientos de producción, incluyéndose también las fallas en materia de diseño de productos y servicios.

3.1.3.2.5.1. *MUDA Común de Procesamiento.*

1. MUDA de Desperdicio de Energía.
2. MUDA por falta de Control de Gestión.
3. MUDA por Gestión de Finanzas.
4. MUDA por Falta o Ineficacias de los Controles Internos.
5. MUDA de Talento.
6. MUDA por mal Diseño.
7. MUDA Presupuestal.
8. MUDA por Centralizar el Control del Proceso.
9. MUDA por la carga de trabajo.

3.1.3.2.5.1.1. MUDA por Desperdicio de Energía

La mala planificación en el uso y control de la energía lleva a un sobreconsumo de electricidad, gas u otros tipos de combustibles. Las pérdidas, la no utilización de los medios más económicos, el aprovechamiento de nuevas tecnologías, como el uso de los sistemas más eficientes tanto para la generación como para el consumo de energía, el aprovechamiento de ciclos de desperdicios en un proceso, pueden ser aprovechados en otro proceso, lleva a altos costos que degradan la capacidad generativa de recursos por parte de la organización.

3.1.3.2.5.1.2. MUDA por Falta de Control de Gestión.

El error más común en las organizaciones es proceder tan sólo a autorizar y luego contabilizar los diversos gastos, y como mucho se procede luego a un análisis mediante el Costo Basado en Actividades. Se carece de un control estadístico de la frecuencia de los distintos tipos de reparaciones por unidades, de los rendimientos por unidades productivas (llámense: máquinas, inmuebles, eficacia de procedimientos de mantenimiento de maquinaria). De tal forma podrá detectarse tanto el mal uso de los recursos, como los errores en el mantenimiento, defectos en las reparaciones, desgaste de la unidad productiva y costos mínimos de operatividad.

3.1.3.2.5.1.3. MUDA por Gestión de Finanzas.

No gestionar debidamente los recursos monetarios, ya sea por su aplicación a actividades de menor rendimiento, por no evaluar debidamente los costos de oportunidad y el costo de capital, como así también por no llevar a cabo un análisis de costo – beneficio, genera importantes pérdidas. El correcto manejo del flujo de efectivo es esencial para reducir al mínimo los costos financieros. Otro tanto, y dentro de la misma estructura de análisis corresponde apuntar para la gestión de los créditos y cobranzas. Productos bien diseñados, alto nivel de eficiencia productiva y buena gestión logística, pero carente de un buen manejo de los recursos financieros, mala administración de los créditos y deficiente gestión en las cobranzas lleva a las empresas a importantes desequilibrios que las acercan a su cierre o pronta quiebra. No basta contar con buenos índices de rentabilidad, es también menester apuntalar la solvencia financiera de la misma.

3.1.3.2.5.1.4. MUDA por Falta o Ineficacias de los Controles Internos.

Gran cantidad de recursos son desperdiciados periódicamente en las empresas tanto por la poca aptitud preventiva, como por la ausencia de controles confiables. Así pues se detectan tanto falta de cumplimiento a normativas de diferentes naturalezas, como así también a ciertos principios básicos en materia de seguridad. En este último caso, el accionar fraudulento de personal, directivos, clientes o terceros a la organización pueden ocasionar pérdidas tan significativas que pongan en riesgo la continuidad de la empresa.

3.1.3.2.5.1.5. MUDA de Talento.

Contratar personas para tareas que pueden mecanizarse o asignarse a personas menos capacitadas, el uso de especialistas debe estar justificado solo cuando el proceso, como la legislación de trabajo así lo requiera.

3.1.3.2.5.1.6. MUDA por mal Diseño.

No investigar y analizar debidamente los deseos, necesidades y gustos de los consumidores. Elaborar productos con más funciones de las necesarias. Genera un sobre costo y por lo tanto un mayor precio al que los consumidores están dispuestos a pagar en función al valor que ellos perciben del producto o servicio en función a sus necesidades y capacidad de compra. Es fundamental estudiar tanto las necesidades de los clientes y consumidores, como cual es la capacidad adquisitiva de estos. No sirve de nada generar buenos productos si éstos no son del gusto de los consumidores, o bien que siendo del gusto de ellos, los mismos carecen de la capacidad para adquirirlos. Este punto sin lugar a dudas está relacionado directamente con el principal despilfarro estratégico que consiste en la falta de planificación.

3.1.3.2.5.1.7. MUDA Presupuestal.

Sobreinversión para la producción requerida. Se debe tener en cuenta el gasto real de una unidad de negocio, por lo regular cuando se asigna presupuesto a una unidad de negocios, esta unidad tiende a entregar en cero su estado de cuentas para el último año fiscal, esto con el fin de que el presupuesto asignado nunca se vea disminuido, al contrario inclusive se encuentran números rojos, que exigen mayor presupuesto para el próximo periodo.

3.1.3.2.5.1.8. MUDA por Centralizar el Control Calidad del Producto.

Cuando se tiene cualquier proceso, por muy grande que este sea, es necesario tener filtros de control de calidad del mismo, esto es más sencillo dividiendo por subprocesos, esto con el fin de minimizar el efecto de una incidencia que genere un defecto de calidad del producto. Cuando se hace muestreo por parte del control de calidad, este muchas veces se hace después del proceso y es por inspección de números de piezas, de un lote de piezas, cuando se encuentra un número determinado de partes defectuosas el proceso puede ya haber tenido un excedente de producción dañada y posiblemente se halla llegado incluso a proceso terminal, cuando se detecta dicha MUDA.

3.1.3.2.5.1.9. El desequilibrio en la carga de trabajo.

Es una incapacidad propia de las empresas convencionales, en las cuales siempre hay personas o departamentos que tienen más trabajo que otros originando el empleo de más personas y tiempos de los necesarios. La aplicación de los principios de producción sincronizada tiende a superar dichos desperdicios, logrando una utilización más provechosa de los recursos. La eliminación de cuellos de botella, actividades que no generan valor y retrabajo, son ejemplos de la falta o baja confiabilidad de un Sistema de Estándares Operativos.

3.1.3.2.6. *MUDA de Tiempos de Espera.*

Muda de espera. Motivado fundamentalmente por: los tiempos de preparación, los tiempos en que una pieza debe esperar a otra para continuar su procesamiento, el tiempo de cola para su procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de ordenes, tiempos de espera de materias primas o insumos. Los mismos se dan también en las labores administrativas. Todos estos tiempos ocasionan menores niveles de productividad.

3.1.3.2.7. *MUDA de Transporte*

Despilfarro vinculado a los excesos en el transporte interno, directamente relacionados con los errores en la ubicación de máquinas, y las relaciones sistémicas entre los diversos sectores productivos. Ello ocasiona gastos por exceso de manipulación, lo cual lleva a un sobré utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.

3.2. *COMENZANDO CON LO BÁSICO*

Formado por dos sistemas de trabajo fundamentales: las denominadas 5'S y la Estandarización, que fungen como cimientos de KAIZEN. En organizaciones de manufactura y organizaciones de servicio es completamente aplicable dicho principio, pues revoluciona la forma de pensar de cada trabajador, inicia la cooperación e inclusión de todos los trabajadores, muestra algunos de los problemas más comunes, motivando y cambiando la visión de todos los inmiscuidos en las áreas de trabajo.

Identificar formatos duplicados, en desuso y/o des-actualizados, actividades repetitivas, tiempos perdidos en la búsqueda de algo necesario durante el proceso, son las principales causas de estrés, baja autoestima, falta de cooperación e interés sobre las actividades diarias, mismas que generan despilfarros en tiempos o lo denominado MUDA en el entorno KAIZEN.

El re-trabajo en muchas organizaciones es dado por la pérdida de algún documento, por la espera de aquel documento que espera un día por la falta de alguna firma en el área administrativa, el extravío de algún componente durante una reparación, un manual de operación, información técnica, son ejemplos clásicos de entonos de trabajo grises que desmotivan a los miembros de la organización.

Pero el ambiente no es solo lo que afecta a los trabajadores de una empresa, existe un factor más arraigado y silencioso, el denominado arraigo de paradigmas, que minimiza los esfuerzos de la organización por llevar a cabo nuevos proyectos.

3.2.1. Definición de Paradigma

Acorde al diccionario de la Real Academia de la lengua, paradigma viene del latín paradigma, y este del griego. Παράδειγμα, el cual determina un ejemplo o ejemplar a seguir.

Pero como puede afectar un “ejemplo” a seguir dentro de la empresa, en este sentido el paradigma es dañino debido a que este “ejemplo” es una practica común, que limita y predispone al fracaso a cualquier implementación, innovación y/o cambio en el rol común de una actividad.

Existe un paralelo obvio entre la "lógica general dominante" y el paradigma. Cuando se procede adecuadamente y el resultado es efectivo, se tiende a volver a proceder de igual manera, es decir, siguiendo la misma "lógica general dominante" o paradigma que produjo el resultado.

Una aproximación más completa al significado de paradigma es:

"Un conjunto compartido de suposiciones. Es la manera como percibimos el mundo: Agua para el pez. El paradigma nos explica el mundo y nos ayuda a predecir su comportamiento".

Adam Smith economista y filósofo escocés.

Bajo esta nota que hace Smith, sobre las suposiciones y la asociación con la predicción es de suma importancia porque allí está la clave en cuanto a la importancia de asumir los cambios del paradigma en su dimensión educativa, prospectiva y holística, es decir, en lo que tiene que ver con el logro de habilidades para asumir el futuro y el cambio.

Muchos paradigmas se forman parte de la cultura de un pueblo, arraigados del uso común, sin ningún tipo de fundamento científico, dado por el aprendizaje puramente empírico, pero que se ve reflejado dentro de la forma de trabajar diaria dentro de una organización en la limitación de innovar.

3.2.1.1. Cambio de paradigmas

“No queda nada por ser descubierto en el campo de la física actualmente. Todo lo que falta son medidas más y más precisas”.

William Thomson, primer barón Kelvin, Físico y Matemático británico, 1900.

Es un muy buen ejemplo de un paradigma, pues aun cuando en su tiempo limitaba y desanimaba a muchos físicos de su época en la búsqueda y el hallazgo de nuevos campos dentro de la Física, también muestra que nada es para siempre, debido a que cinco años después de esta aseveración, Albert Einstein publicó su trabajo sobre la relatividad espacial que fijó un sencillo conjunto de reglas invalidando a la mecánica de Newton, que había sido utilizada para describir la fuerza y el movimiento por más de trescientos años.

En este ejemplo, el nuevo paradigma reduce al viejo a un caso especial, ya que la mecánica de Newton sigue siendo una excelente aproximación en el contexto de velocidades lentas en comparación con la velocidad de la luz.

3.2.2. Paradigmas comunes a derrocar en la implementación de 5'S.

De igual forma, en una empresa han existido y existirán paradigmas que imposibilitan el pleno desarrollo de la implantación del KAIZEN, el cual requiere de un compromiso de la dirección para promover sus actividades, ejemplo por parte de los supervisores y apoyo permanente de los jefes de los sitios de trabajo. El apoyo de la dirección con su mirada atenta permanente de la actuación de sus colaboradores, el estímulo y reconocimiento es fundamental para perpetuar el proceso de mejora. La importancia que los encargados y supervisores le den a las acciones que deben realizar los operarios será clave para crear una cultura de orden, disciplina y progreso personal.

Sin embargo, existen paradigmas habituales para que el KAIZEN no se desarrolle con éxito algunos de los que se detallan a continuación.

3.2.2.1. Paradigmas comunes de la Dirección

1. Es necesario mantener los equipos sin parar

La dirección ante las presiones de entregar oportunamente y en cantidades suficientes los productos que se fabrican, no acepta fácilmente que en un puesto de trabajo es más productivo cuando se mantiene impecable, seguro, en orden y limpio. Se considera que la limpieza es una labor que consume tiempo productivo, pero no se aprecian los beneficios de esta de ayudar a eliminar las causas de averías como el polvo, lubricación en exceso y fuentes de contaminación.

2. Los trabajadores no cuidan el sitio, para que perder tiempo

La dirección considera que el aseo y limpieza es un problema exclusivo de los niveles operativos. Si los colaboradores no poseen los recursos o no se establecen metas para mejorar los métodos, será difícil que el operario tome la iniciativa. Es seguro que los trabajadores apreciarán los beneficios, ya que son ellos los que se ven afectados directamente por la falta de las 5'S.

3. Hay numerosos pedidos urgentes para perder tiempo limpiando

Es frecuente que el orden y la limpieza se dejen de lado cuando hay que realizar un trabajo urgente. Es verdad que las prioridades de producción a veces presionan tanto que es necesario que otras actividades esperen, sin embargo, las actividades de las 5'S se deben ver como una inversión para lograr todos los pedidos del futuro y no solamente los puntuales requeridos para el momento.

4. Creo que el orden es el adecuado no tardemos tanto tiempo

Algunas personas consideran sólo los aspectos visibles y de estética de los equipos son suficientes. Las 5'S deben servir para lograr identificar problemas profundos en el equipo, ya que es el contacto del operario con la máquina la que permite identificar averías o problemas que se pueden transformar en graves fallos para el equipo. La limpieza se debe considerar como una primera etapa en la inspección de mantenimiento preventivo en la planta.

5. ¡Contrate un trabajador inexperto para que realice la limpieza, sale más barato!

El trabajador que no sabe operar un equipo y que es contratado únicamente para realizar la limpieza, impide que el conocimiento sobre el estado del equipo sea aprovechado por la compañía y se pierda. El contacto cotidiano con la maquinaria ayuda a prevenir problemas, mejorar la información hacia los técnicos expertos de mantenimiento pesado y aumenta el conocimiento del operario sobre el comportamiento de los procesos.

3.2.2.2. *Paradigma de los operarios*

La aplicación de las 5'S tiene sus barreras en ciertos pensamientos de los operarios.

1. Me pagan para trabajar no para limpiar.

A veces, el personal acepta la suciedad como condición inevitable de su estación de trabajo. El trabajador no se da cuenta del efecto negativo que un puesto de trabajo sucio tiene sobre su propia seguridad, la calidad de su trabajo y la productividad de la empresa.

2. Llevo 10 años, ¿Por qué debo limpiar?

El trabajador considera que es veterano y no debe limpiar, que esta es una tarea para personas con menor experiencia. Por el contrario, la experiencia le debe ayudar a comprender mejor sobre el efecto negativo de la suciedad y contaminación si control en el puesto de trabajo. Los trabajadores de producción asumen a veces que su trabajo es hacer cosas, no organizarlas y limpiarlas. Sin embargo, es una actitud que tiene que cambiar cuando los trabajadores empiezan a comprender la importancia del orden y la limpieza para mejorar la calidad, productividad y seguridad.

3. Necesitamos mas espacio para guardar todo lo que tenemos.

Esto sucede cuando al explicar las 5'S a los trabajadores, su primera reacción ante la necesidad de mejorar el orden es la de pedir más espacio para guardar los elementos que tienen. El frecuente comentario es "Jefe necesitamos un nuevo armario para guardar todo esto"

Es posible que al realizar la clasificación y el ordenamiento de los elementos considerados, sobre espacio en los actuales armarios y la mayoría de los elementos sean innecesarios.

4. No veo la necesidad de aplicar las 5'S.

Puede ser muy difícil implantar las 5'S en empresas que son muy eficientes o muy limpias como en el caso de las fábricas de productos personales o farmacia. Sin embargo, no todo tiene que ver con la eliminación de polvo o contaminación. Las 5'S ayudan a mejorar el control visual de los equipos, modificar guardas que no dejan ver los mecanismos internos por guardas plásticas de seguridad que permitan la observación del funcionamiento de los equipos; o la aplicación de las 5'S en el cuidado de nuestras mesas de trabajo y escritorios...

3.2.3. *Las 5'S*

Todos los no japoneses practicamos las cinco “s” en nuestra vida personal y en numerosas oportunidades no lo notamos. Practicamos el SEIRI y SEITON cuando mantenemos en lugares apropiados e identificados los elementos como herramientas, extintores, basura, toallas, libretas, reglas, llaves etc.

Cuando nuestro entorno de trabajo está desorganizado y sin limpieza perderemos la eficiencia y la moral en el trabajo se reduce.

Son poco frecuentes las fábricas, talleres y oficinas que aplican en forma estandarizada las cinco “s” en igual forma como mantenemos nuestras cosas personales en forma diaria. Esto no debería ser así, ya que en el trabajo diario las rutinas de mantener el orden y la organización sirven para mejorar la eficiencia en nuestro trabajo y la calidad de vida en aquel lugar donde pasamos mas de la mitad de nuestra vida, vale la pena mantenerlo desordenado, sucio y poco organizado?

Es por esto que cobra importancia la aplicación de la estrategia de las 5 “s”. No se trata de una moda, un nuevo modelo de dirección o un proceso de implantación de algo japonés que “nada tiene que ver con nuestra cultura latina”. Simplemente, es un principio básico de mejorar nuestra vida y hacer de nuestro sitio de trabajo un lugar donde valga la pena vivir plenamente. Y si con todo esto, además, obtenemos mejoras en nuestra productividad y la de nuestra empresa o entorno de trabajo.

La estrategia de las 5 “s” es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura nos permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

- Dar respuesta a la necesidad de mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de despilfarros producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.
- Buscar la reducción de pérdidas por la calidad, tiempo de respuesta y costes con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo e incremento de la moral por el trabajo.
- Facilitar crear las condiciones para aumentar la vida útil de los equipos, gracias a la inspección permanente por parte de la persona quien opera la maquinaria.
- Mejorar la estandarización y la disciplina en el cumplimiento de los estándares al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste.
- Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.

- Conservar del sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las 5 “s”.
- Reducir las causas potenciales de accidentes y se aumenta la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

Este es un sistema básico aplicable en cualquier organización misma que puede ir desde lo familiar, hasta las grandes organizaciones, es lo esencial de lo esencial en la implantación del KAIZEN, es la base sólida de nuestra futura organización. Los logros a otorgarse siguiendo las 5’S serán:

- Crear ambientes de trabajo limpio, higiénico, agradable y seguro, otorgando a todos los empleados la autodisciplina, el interés y sentará la motivación y el compromiso.
- Facultado a destacar todos los tipos de desperdicio y re-trabajos en las diversas áreas. El que busca encuentra y basta con ser observador para lograr este punto.
- Se resuelven problemas de logística y transporte en las áreas de trabajo, estos problemas son imperceptibles por la costumbre de verlos. Reduce los daños comunes en equipos, elimina la negligencia e intensifica la búsqueda de soluciones en problemas comunes.
- Se reducen los accidentes de trabajo y las trampas comunes, generando ambientes seguros y confortables de trabajo.

Las 5’S son aspectos culturales necesarios en cualquier sociedad y se muestran en la Tabla 2:

<u>Principio</u>	<u>Objetivo</u>	<u>Permite</u>
Seiri (整理): Organizar	Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil, ordenando y separando innecesarios.	Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal.
Seiton (整頓): Orden	Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz Situando necesarios e innecesarios.	Reducir los gastos de tiempo y energía.
Seisō (清掃): Limpieza	Limpiar y suprimir suciedad mejorando la calidad visual del espacio de trabajo.	Reducir los riesgos de accidentes o sanitarios
Seiketsu (清潔): Sistematizar.	Prevenir el desorden indicando el área correspondiente a cada cosa, evitando la aparición de la suciedad y el desorden.	Mejorar la calidad de la producción
Shitsuke (躰): Disciplina	Seguir mejorando, fomentando las buenas prácticas	Seguridad en el Trabajo

Tabla 2 Significado de las 5’S

3.2.3.1. *SEIRI: Organizar*

SEIRI o organizar, nos pide clasificar dentro de una definida área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieran para realizar nuestra labor.

Su ideograma japonés es representado por:整理; es el inicio de la implementación, consiste en organizar los elementos utilizados durante nuestras actividades diarias,

Frecuentemente nos “llenamos” de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos. Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban. Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, inducen a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

La primera “S” o SEIRI es entonces la cual nos aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios.

El SEIRI consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

De esta forma se muestra en la Fig. 1 un organigrama en el cual determinamos los pasos a seguir:

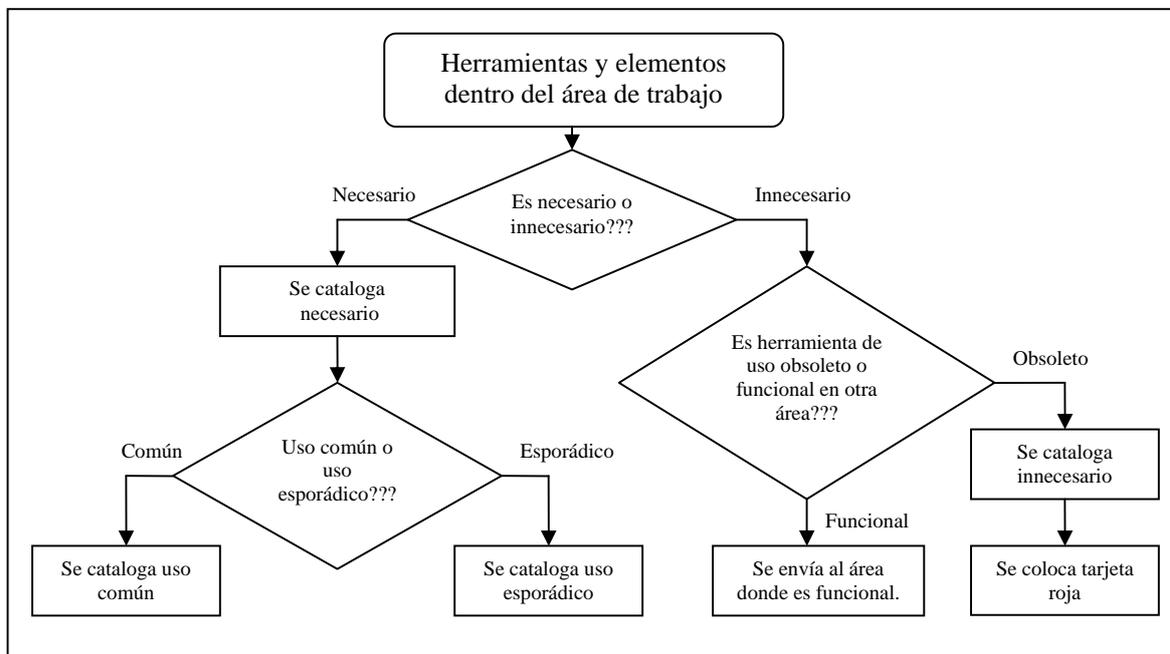


Fig. 1 Organigrama para organizar los elementos dentro de un área de trabajo

Los pasos a seguir como se muestran en el organigrama y una breve explicación se detalla en los siguientes puntos:

1. En un principio los organizaremos como necesarios e innecesarios.
2. Una vez que hemos encontrado los artículos necesarios conviene clasificarlos en de uso común y de uso esporádico.
3. Al catalogar elementos en uso común o esporádico, se requiere conocer si el número de elementos en especie satisface la demanda, es decir la cantidad de elementos que se ocupan, recordemos que el engrosar un almacén es una pérdida, al igual que el no tener el suministro necesario de algún elemento. Cabe mencionar que este punto no entra dentro del organigrama, pues si no se sabe la cantidad exacta a utilizarse se debe de realizar un análisis de requerimientos, y el diagrama esta enfocado de manera general.

4. Un artículo no puede ser catalogado en una área como innecesario si existiese otra área que comparte recursos, por lo que antes de catalogar un artículo como innecesario se requiere conocer si este es funcional en otra área o no, si el artículo no es compartido, el área debe colocarle una tarjeta roja, pero si sí lo es, se debe enviar al área donde es funcional, misma que comenzara con un análisis para organizar y catalogar dicho elemento.

Es un absurdo guardar basura, pero se tiene un paradigma en algunas personas que tiene la idea de que dicho artículo va a ser utilizado algún día, cosa que no pasa, es por ello que si dicho elemento es marcado con una tarjeta roja, este es un ultimátum para quien se opone al retiro de dicho elemento, que si dicho elemento no es utilizado a la fecha de vencimiento, esté será retirado y puesto en el cesto de basura.

SEIRI permite:

- Conocer las verdaderas herramientas necesarias para nuestro buen desempeño en el área de trabajo.
- Lanzar un ultimátum al personal renuente al cambio, dando la pauta para el derrocamiento de paradigmas.
- Muestra material obsoleto, cambios y oportunidades de mejora o actualización de herramental.
- En el caso de maquinaria, mejora la visibilidad y el tiempo de localización de dispositivos necesarios, lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza, facilita la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, partes en movimiento, sentidos de giro, etc.
- Controlar adecuadamente cada elemento utilizado en el trabajo, facilitando su acceso y retorno al lugar asignado de resguardo.

3.2.3.2. SEITON: Ordenar.

SEITON consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. De tal manera que cada elemento o conjunto de elementos tengan cierto lugar asignado.

De igual forma con los elementos innecesarios, se define el lugar donde se alojaran durante un mes después de su retiro de áreas funcionales, antes de ser desechados completamente de la compañía.

Aplicar SEITON en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Aquí entra un término denominado el *Control Visual*, el cual consiste en:

- La identificación de cada elemento dentro de la compañía, su ubicación, el proceso involucrado, los trabajadores capacitados para su uso y responsables de su resguardo, el estándar a cubrir o número de elementos mínimos y máximos en los que se debe de mantener dentro del stock.

SEITON permite:

- Ubicar aquellos elementos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.; reduciendo tiempo de reparación.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

3.2.3.3. SEISŌ: Limpieza.

SEISŌ significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica.

Desde el punto de vista del Mantenimiento a equipos, SEISŌ implica inspeccionar el equipo, estructura del edificio o herramientas, por lo cual durante el proceso de limpieza se identifican problemas de escapes, averías, fallos, fracturas o cualquier tipo de fugas.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente, sino también un ambiente agradable y motivación para el trabajo.

SEISŌ implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Al limpiar y mantener un equipo, el operario tiende a retomar el interés por el equipo en cuestión, haciéndolo parte de su sentido de pertenencia, es así un eslogan usado con frecuencia en las empresas manufactureras que dice: “Cuidamos los activos de la compañía como si fueran nuestros”. Eslogan de pertenencia y responsabilidad hacia un elemento necesario durante su jornada diaria.

Para aplicar SEISŌ se debe:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias

3.2.3.4. SEIKETSU: Sistematizar.

SEIKETSU es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras “S”. Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

SEIKETSU implica realizar un compromiso de constancia en las tres primeras “S”, de tal forma que el sistema absorba y lo haga parte natural de su entorno, así se elaborarán estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente, la filosofía debe ser “nosotros debemos preparar estándares para nosotros”. Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas conocemos el principio escrito en numerosas compañías y que se debe cumplir cuando se finaliza un turno de trabajo: “Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos”. Este tipo frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio para que podamos realizar estos estándares, difícilmente nos podremos comprometer en su cumplimiento.

SEIKETSU o estandarización pretende:

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras “S” (SEIRI, SEITON y SEISŌ).
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.
- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del Mantenimiento Autónomo correspondiente al JISHU HOZEN, que se vera mas adelante.

3.2.3.5. SHITSUKE: Disciplina.

SHITSUKE o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las primeras “S” por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Las cuatro “s” anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Pero al mencionar disciplina no se debe ver en el estilo militar de reprimenda y señales de alarma, sino como la constancia en una actividad y/o actitud abierta al mejoramiento, de esta forma se asimilara de forma más rápida la llegada de cambios.

SHITSUKE implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del SHITSUKE no tendría ninguna dificultad. Es el SHITSUKE el puente entre las 5’S y el concepto KAIZEN o de Mejora Continua. Los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo PHVA se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

SHITSUKE implica.

- El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

3.2.3.6. CONTROL VISUAL.

“Convierta su área de trabajo en una sala de exposición que pueda entenderse por cada uno con una ojeada. En lo que se refiere a la calidad, esto significa hacer los defectos inmediatamente aparentes. En cuanto a la cantidad, significa que el progreso o el retraso, medios en comparación al plan, se hacen inmediatamente aparentes... Cuando se hace esto, los problemas pueden descubrirse inmediatamente, y cada uno puede iniciar sus planes de mejora.

Ohno, Taiichi,
Ingeniero japonés que diseñó el sistema de producción Just In Time para Toyota.

El objetivo esencial del Control Visual es hacer que los problemas o posibles problemas sean visibles en el lugar de trabajo, haciendo obvio de una sola ojeada el nivel de las condiciones de las áreas de trabajo al momento de aplicar las 5'S.

De esta forma se utiliza para informar de una manera fácil entre otros los siguientes temas:

- Sitio donde se encuentran los elementos.
- Frecuencia de lubricación de un equipo, tipo de lubricante y sitio donde aplicarlo.
- Estándares sugeridos para cada una de las actividades que se deben realizar en un equipo o proceso de trabajo.
- Dónde ubicar el material en proceso, producto final y si existe, productos defectuosos.
- Sitio donde deben ubicarse los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Sentido de giro de motores.
- Conexiones eléctricas.
- Sentido de giro de botones de actuación, válvulas y actuadores.
- Flujo del líquido en una tubería, marcación de esta, etc.

- Franjas de operación de manómetros (estándares).
- Dónde ubicar la calculadora, carpetas bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo.

Los controles visuales están íntimamente relacionados con los procesos de estandarización. Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente.

Las señalizaciones dentro de una organización son variadas, pero de igual forma muy sencilla de comprender, de estas mencionaremos algunas de uso común:

- ❖ Líneas que determinan las zonas de materiales dentro de la línea de producción, mismas que son de producto final, materia prima, material defectuoso, etc. Dichas líneas comúnmente son de color amarillo, con carteles de identificación.
- ❖ Información del proceso, carpetas de procedimientos y estándares de producto, manejo de la maquinaria, manejo de derrames y residuos cuando es producto químico, compatibilidad de sustancias o riesgo de las mismas al ser mezcladas, todos acordes a normalización requerida en las Normas ISO.
- ❖ Información puntual de la maquina, a través de transductores de fenómenos físicos a señales electrónicas muchas veces llamados Sensores, actualmente se dispone de una gran variedad de maquinaria, tan compleja que es necesario un buen conocimiento de ella en caso de falla, la señalización del proceso en el que se encuentra una determinada pieza y el posible fallo es de gran importancia y otro tipo de control visual.
- ❖ Zonas de peligro o acceso restringido, como son zonas de subestaciones eléctricas, de sistemas contra incendio, tubos de agua caliente, necesariamente requieren su señalización pertinente.
- ❖ Líneas de evacuación rápida, salida de emergencia, puntos de reunión en caso de siniestro son otra muestra de control visual.
- ❖ En el manejo de grúas, velocidades de trabajo, cruce de peatones, áreas de montacargas deben de comprender velocidades y recordatorios a fin de evitar un accidente.
- ❖ También existe la señalización de eventualidades, fugas de aceite, agua, cables sueltos o visibles, falta de tortillería, partes en movimiento, etc., deben ser indicados.

3.2.3.6.1. Las 5 M

El Control Visual es aplicado en las plantas japonesas, a través de las 5 M o los cinco factores que se deben de considerar en la operación de toda empresa. De tal forma que el enfoque del control visual es referente a cada uno de estos puntos.

Las 5 M son:

1. Mano de obra (Factor humano).

El operador en su estación de trabajo debe tener como apoyo de su rutina diaria, sus propios mini-estándares operativos, distribuidos en forma de tarjetas visibles de 15X30 cm., las cuales muestran la forma correcta (para la empresa) de hacer el trabajo.

Los tableros de exhibición son otra de las herramientas de control visual, ellos están por toda la planta, donde se indican entre otras cosas las personas que están empleadas en determinada área, sus roles o tareas asignadas, y las brechas que existen entre los mismos en manera de capacitación.

2. Maquinas

Los registros de sus mantenimientos preventivos y correctivos y últimas modificaciones deben de estar visibles en paneles cercanos a la operación de las mismas.

Paneles de plástico transparente, que separe elementos en movimiento de contacto accidental, con sus respectivas señalizaciones, tarjetas de identificación de anomalías, mismas que avisen y sean visibles durante el mantenimiento programado de la maquina dándole solución en ese momento.

3. Materiales

La logística en el transporte de materiales y de almacenamiento dentro de las áreas productivas es importante para no generar conflictos o desorden en dichas áreas.

Mantener un determinado inventario de materiales en el área productiva y el tipo de material es la función principal de los controles visuales en este rublo.

Las líneas pintadas en el piso para delimitar las áreas de transporte de material, descarga, movimiento de personal o de montacargas, etc., son muestras comunes de este punto

4. Métodos

El más importante en este rubro, es el denominado como Hojas de estándares operativos, y los mini-estándares de operación; ellas contienen las instrucciones de trabajo que el trabajador seguirá durante su jornada laboral. El control cualitativo de los estándares de un producto es reflejado en estas guías.

5. Medidas

Las medidas están íntimamente relacionadas con los estándares de trabajo, si se sabe que ocurre durante el proceso, se pueden tomar medidas correctivas a través de ellas, la información siempre es necesaria para controlar de forma idónea el proceso.

La variabilidad de las especificaciones de un producto en su mayoría son por la falta de calibración de instrumentos de medición, aquí entran también dichos instrumentos y su correcto uso y ajuste.

3.2.3.7. Estándares y Estandarización.

3.2.3.7.1. Estándar

“Un estándar es un conjunto de políticas, reglas, instrucciones y procedimientos establecidos por la administración para todas las operaciones principales, las cuales sirven como guía que capacitan a todos los empleados para desempeñar su trabajo con éxito”

Masaki, Imai
Acuñador del termino KAIZEN
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

“Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia”

Real Academia de la Lengua.

“Una base de medición, un criterio, un modelo establecido o aceptado, un nivel de excelencia o comparación, que se busca o considera posible”.

Chambers 20th. Century.

Partiendo de estas definiciones, es fácil comprender que un estándar es la referencia para mejorar, como patrón y como guía de trabajo, no puede haber mejoramientos en donde no hay estándares.

De esta forma, se recomiendan cuatro elementos básicos a considerar en la elaboración de un estándar:

- El tiempo de ciclo. Se refiere al intervalo de tiempo (horas, minutos y segundo), necesarios para producir una unidad o pieza de producto.
- La secuencia o flujo de trabajo (proceso). Denota el orden en el que se realiza el trabajo, siguiendo la secuencia del tiempo.
- El tiempo de preparación, el SET UP TIME, o el ajuste preliminar del equipo y/o del trabajo, o la cantidad de material a utilizar por el trabajador. El primer concepto se refiere al tiempo necesario para prepararse a entrar en operación (a producir), y el segundo denota las piezas y materiales que son esenciales para comenzar con la operación del proceso.
- Las actividades críticas del proceso. Aquellas actividades que si se eliminaran dentro del proceso de trabajo, el mismo se paralizaría.

De esta forma se deben de asegurar ventajas en la aplicación de estándares en el trabajo, de las cuales mencionaremos 10:

1. Representan la mejor, mas fácil y mas segura forma de realizar un trabajo,
2. Ofrecen la mejor manera de preservar el “como hacer las cosas” (KNOW-HOW) y la experiencia del trabajador.
3. Suministran una manera fácil de medir el desempeño.
4. Suministran una base para el mantenimiento y el mejoramiento.
5. Suministran objetivos e indican metas de operación.
6. Suministra una base para entrenamiento.
7. Crean una base para un diagnostico y seguimiento de la operación.

8. Suministra un medio para evitar recurrencia de los errores y minimizar la variabilidad.
9. Desarrolla la autorización y las responsabilidades individuales de los trabajadores.
10. Fortalece el aprendizaje a través de la transmisión y acumulación de la experiencia y el conocimiento individual.

De esta forma, los conocimientos prácticos, técnicos o criterios que han sido utilizados en la elaboración o diseño de un proyecto son analizados, administrados y escrito con la finalidad de que se pueden reutilizar al momento de realizar otros proyectos similares o de afinidad al mismo, es así como de los documentos obtenidos se desarrollen hasta evolucionar en Estándares. Para tal efecto el uso de Hojas de Mini-Estándar Operativo es propuesto, de tal forma que se informe de las actividades básicas a realizar y de los tiempos cumplir dichas actividades. El diseño propuesto es una hoja de 15 x 30 cm. Aproximadamente, con las actividades esenciales acordes al avance de implementación que se lleve en el control del proceso, comenzaremos con un ejemplo básico supuesto Fig. 2:

<i>Estándar de producción de Máquina por Hora:</i>		<i>Responsable del Proceso (operador):</i>			<i>Fecha:</i>	
-----		-----			-----	
<i>Responsable de equipo de mejora:</i>						
<u>Secuencia</u>	<u>Actividades</u>	<u>Tiempo teórico</u>	<u>Tiempo SET-UP</u>	<u>Tiempo de ciclo de ejecución</u>	<u>Código de problema.</u>	<u>Anomalías encontradas</u>
1	Revisar estado de la máquina (fallos, reparaciones, limpieza de máquina)	2 min.		1 min.		
2	Limpiar y engrasar sistema de alimentación y ensamble)	4 min.	1 min.	<u>3 min.</u>		
3	Revisión de lote de componentes de ensamble	3 min.	0.5 min.	<u>2 min.</u>		
4	Alimentar máquina	2 min.		1 min.		
5	Comer proceso de validación	2 min.		2 min.		
6	Muestreo de calidad de ensamble	2 min.		1 min.		Actividad conectiva:
Tiempo de actividades totales:		15 min.		<u>10 min.</u>		

FL.	Falta de limpieza.	MMA.	Material Mal Asignado.
RE.	Reparación Eléctrica.	PFC.	Producto Fuera de Calidad
RM.	Reparación Mecánica.	FA.	Falta de alimentación aire, vacío, energía eléctrica, agua
DVD.	Detección Visual de Daño.	SR.	Sin Reporte

Fig. 2 Mini Estándar Operativo

Observe que el proceso generaliza los puntos, dejando iniciativa de aplicación al operario y por ende de propuestas en el mismo.

El KNOW-HOW, aunque se traduce literalmente por "saber-cómo", mejor dicho sería "Saber hacer", describe, básicamente, la habilidad con que cuenta una organización para desarrollar sus funciones, tanto productivas como de servicios, aunque también incluye áreas como contabilidad, Recursos Humanos, entre otras.

Un ejemplo es el dado en Latinoamérica con el Mundo las franquicias generalmente son vendidas por países (avanzados) que "ya lo han hecho", ellos han desarrollado un producto casi siempre, el saber como hacerlo y transmitir ese aprendizaje o conocimiento a personas que saben poco del tema. se convierte en un patrimonio de muchos años de madurez y una ventaja comparativa muy valiosa frente a la competencia.

En pocas palabras es la experiencia obtenida en el proceso, que es analizada y puesta a disposición del personal de área, quien retroalimenta con el fin de auto guiar a los nuevos elementos dentro de la organización, a fin de mantener el proceso controlado y evitar variabilidad del proceso.

3.2.3.7.2. SEIDO: Estandarización

“Proceso sistemático mediante el cual se regularizan, normalizan o se fijan especificaciones empresariales sobre las variables claves de la organización, a través de procesos, procedimientos guías o instrucciones de trabajo (estándares)”

M. A. E. Francisco Suárez B.
El KAIZEN: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la administración por calidad total.

“Acto de establecer y utilizar sistemáticamente estándares”.

Norma Japonesa de Estándares

El SEIDO o estandarización es el proceso por el cual se gestionan los estándares y por medio del SEIDO se debe de asegurar que un estándar sea:

- Fácil de comprender por todos los miembros de la organización, no debe generar ambigüedades.
- Ser lo suficientemente flexibles para que se puedan mantener por un largo tiempo y considerable periodo de tiempo.

- Permita a los trabajadores o usuarios de la misma encontrar su futura mejora, es decir, sin limitar el ingenio de los usuarios.

“La parte difícil de la estandarización es que los estándares no son inalterables. Si creé que los estándares están escritos sobre piedra, usted fracasará, cuando el entorno cambia, los estándares también cambian. Tiene que entender que los estándares están ahí para cambiar.”

Shima, Yoshio.

Director de Toyota Machine Works

Los siguientes puntos son los principales causantes de que un estándar no sea obedecido:

- Un estándar complejo, o ambicioso
- Un estándar difícil de visualizar
- Un entrenamiento y una educación nula que reciben los empleados
- Un arraigo a paradigmas, originando negligencia

Por lo que hay que poner especial énfasis en una implementación con comunicación abierta y retroalimentada, recordemos que a medida que se avance es mas difícil el derrocamiento pues se visualiza en una imposición, misma que afecta el ambiente de trabajo.

3.3. “ESTABLECIMIENTO DE POLÍTICAS, MANTENIMIENTO Y MEJORA CONTINUA DE ESTÁNDARES”

Los lineamientos, el compromiso y el camino a seguir dentro de la empresa debe estar sustentado en la esencia del trabajo diario y ser del conocimiento de todos los integrantes de la empresa, es por ello que se requiere tener una política que enfoque los esfuerzos de todo el personal de planta hacia un objetivo común, es por ello que en las empresas las Políticas de Calidad son tan específicas que se vuelven puntas de lanza que remarcan los objetivos establecidos y que buscan ser eslóganes personales de los inmiscuidos en los procesos.

3.3.1. *Introducción al Establecimiento de Políticas Empresariales.*

La política (del griego πολιτικός (politikós), «ciudadano, civil, relativo al ordenamiento de la ciudad») es el proceso y actividad orientada, ideológicamente, a la toma de decisiones de un grupo para la consecución de unos objetivos.

Al definirse una Política de Calidad, se tiene que tener en cuenta que los factores sobre los cuales se trabaja diariamente ya no son regionales, se habla de aspectos globales, imaginemos empresas constructoras mexicanas, que se ven afectadas por el alto consumo de acero por parte constructoras de puentes internacionales en Europa, Asia, etc..

En 1980 Michael E. Porter desarrolló un método de análisis con el fin de descubrir qué factores determinan la rentabilidad de un sector industrial y de sus empresas. Para Porter, existen 5 diferentes tipos de fuerzas que marcan el éxito o el fracaso de un sector o de una empresa:

1. Amenaza de entrada de nuevos competidores. El mercado o el segmento no son atractivos dependiendo de si las barreras de entrada son fáciles o no de franquear por nuevos participantes, que puedan llegar con nuevos recursos y capacidades para apoderarse de una porción del mercado.
2. La rivalidad entre los competidores. Para una corporación será más difícil competir en un mercado o en uno de sus segmentos donde los competidores estén muy bien posicionados, sean muy numerosos y los costos fijos sean altos, pues constantemente estará enfrentada a guerras de precios, campañas publicitarias agresivas, promociones y entrada de nuevos productos.
3. Poder de negociación de los proveedores. Un mercado o segmento del mercado no será atractivo cuando los proveedores estén muy bien organizados gremialmente, tengan fuertes recursos y puedan imponer sus condiciones de precio y tamaño del pedido. La situación será aún más complicada si los insumos

que suministran son claves para nosotros, no tienen sustitutos o son pocos y de alto costo. La situación será aun más crítica si al proveedor le conviene estratégicamente integrarse hacia delante.

4. Poder de negociación de los compradores. Un mercado o segmento no será atractivo cuando los clientes están muy bien organizados, el producto tiene varios o muchos sustitutos, el producto no es muy diferenciado o es de bajo costo para el cliente, lo que permite que pueda hacer sustituciones por igual o a muy bajo costo. A mayor organización de los compradores, mayores serán sus exigencias en materia de reducción de precios, de mayor calidad y servicios y por consiguiente la corporación tendrá una disminución en los márgenes de utilidad. La situación se hace más crítica si a las organizaciones de compradores les conviene estratégicamente sindicalizarse.
5. Amenaza de ingreso de productos sustitutos. Un mercado o segmento no es atractivo si existen productos sustitutos reales o potenciales. La situación se complica si los sustitutos están más avanzados tecnológicamente o pueden entrar a precios más bajos reduciendo los márgenes de utilidad de la corporación y de la industria.

De esta forma el establecimiento de Políticas requiere la identificación de aspectos reales y puntuales que desea alcanzar o asimilar como parte de la vida y subsistencia de una empresa. Este punto se vuelve la sustentante en el uso del Análisis de Porter como justificante base para la búsqueda de una Política, pues se basa en que se requiere su utilización cuando:

- Se desea desarrollar una ventaja competitiva respecto a tus rivales (Definir una Política que mejore mi posición con respecto a mis competidores externos).
- Se desea entender mejor la dinámica que influye en tu industria y/o cual es tu posición en ella.
- Cuando analiza la posición estratégica y buscas iniciativas que sean disruptivas y te hagan mejorarla (KAIZEN).

Para delimitar y especificar las Política sobre las cuales se registrará una empresa o negocio, se utiliza principalmente el Análisis de Porter en su evolución como análisis SWOT o FODA.

3.3.1.1. FODA (SWOT)

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa u organización, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita en función de ello tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats). De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas de la organización, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

- Fortalezas: son las capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente, etc.
- Oportunidades: son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa la empresa, y que permiten obtener ventajas competitivas.
- Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia. recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente, etc.
- Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia de la organización.

Existen dos vertientes a considerar en un Análisis FODA vea la Fig. 3

Análisis FODA	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS
	Fortalezas	Debilidades
Análisis Interno	Capacidades distintas Ventajas naturales Recursos superiores	Recursos y capacidades escasas Resistencia al cambio Problemas de motivación del personal
	Oportunidades	Amenazas
Análisis Externo	Nuevos Mercados Depuración de procesos Nuevas tecnologías o Nuevos productos Debilitamiento de competidores. Posicionamiento estratégico.	Altos riesgos - Cambios en el entorno. Apertura y competición en un Mercado mundial. Nuevos competidores. Alto costo del la materia prima que utilizamos.

Fig. 3 Vertientes de un análisis FODA

De esta forma, se tienen a la vista las áreas sobre las cuales se debe de poner especial énfasis en como podemos disminuir las amenazas externas, y disminuir nuestras debilidades, utilizando de mejor forma nuestras fortalezas y teniendo siempre en cuenta las oportunidades de crecimiento que tenemos a nivel regional o corporativo, de esta forma nuestras Políticas, se englobaran en: Política de Calidad, Misión, Visión, Estrategias y Perfiles utilizados.

3.3.2. *HOSHIN KANRI: Planeación por Despliegue de Políticas*

“El HOSHIN KANRI ofrece un proceso de planeación, ejecución y revisión paso a paso para dirigir el cambio. Específicamente, es un concepto sistemático de dirigir el cambio de los procesos críticos de los negocios”.

Akao, Yoji

Pionero en desarrollar el termino
Quality Function Deployment: Matsushita
Electric Japanese.

Esta metodología puede ser traducida de diversas maneras: “Administración por Políticas”, “Planeación HOSHIN”, “Planeación por Despliegue de políticas”, o de forma mas completa “despliegue de medios para alcanzar los objetivos”.

HOSHIN en japonés significa metal brillante; brújula o simplemente señalar una dirección; mientras que KANRI significa Dirección o Control. La metodología HOSHIN es una herramienta que integra consistentemente las actividades de todo el personal de la empresa de modo que puedan lograrse metas clave y reaccionar rápidamente ante cambios en el entorno. Esta disciplina parte de la idea que en toda empresa se enfrentan fuerzas que se orientan en diferentes direcciones, surgiendo entonces el desafío de reorientarlas hacia un mismo objetivo.

La dirección HOSHIN, bien difundida a través de las empresas japonesas a partir de los años 60 pasó a ser uno de los principales componentes de la Gestión de Calidad Total (TQM), mismo que paso a formar parte integral de KAIZEN.

3.3.2.1. Objetivos del HOSHIN KANRI

Los principales objetivos son:

- Integrar a todo el personal de una organización alta dirección y ejecución hacia los objetivos clave utilizando medios indirectos en vez de presión directa, creando un sentimiento de necesidad y convencimiento.
- Integrar todas las tareas, ya sean rutinarias o de mejora, en función de los objetivos clave de la empresa coordinando todos los esfuerzos y recursos.
- Realignar eficazmente los objetivos y actividades en función de los cambios de entorno.

Del análisis de los objetivos se desprende que todo trabajo responde a una naturaleza dual, en la cual se alternan la rutina y la innovación. Un elemento común tanto a la rutina y a la innovación es la necesidad del trabajo en equipo. Es deseable que en los niveles más altos de la organización se dedique más tiempo a la innovación y creación y menos tiempo a las tareas rutinarias, mientras que a medida que uno desciende de nivel, esta relación se invierte.

3.3.2.2. Elementos del HOSHIN KANRI

Se asienta sobre pilares básicos que le permiten organizar y dirigir la totalidad de actividades de la empresa:

1. Enfoque basado en el Ciclo Deming PDCA.
2. Orientado a sistemas que deben ser mejorados para el logro de los objetivos estratégicos. Integrar la Calidad Total en la Gestión (TQM).
3. Participación de todos los niveles y departamentos para el desarrollo y despliegue de los objetivos anuales y medios para conseguirlo.
4. Basado fundamentalmente en Hechos.
5. Formulación de objetivos, planes y metas en cascada en toda la organización basada en modelos de mejora continua.
6. Concentrarse en unos pocos objetivos críticos. Todos aquellos que no lo sean tendrán categoría de rutina y no se considerarán.
7. Incorporar los indicadores financieros relacionándolos directamente con los resultados de los indicadores de procesos.
8. Valorar y reflejar la contribución de las personas al cumplimiento de objetivos individuales y colectivos.
9. La elaboración de objetivos debe basarse en el conocimiento del negocio y complementarse con herramientas de control de calidad y Benchmarking

10. Establecer un sistema de indicadores que nos permita valorar tanto el nivel de consecución de objetivos y medios como la efectividad de los mismos.
11. Implantar un método de revisión del sistema que permita la implementación de acciones correctivas, evaluación continua.
12. Será responsabilidad del Ejecutivo de más alto nivel de la empresa revisar, una vez al año, de manera total el proceso y sus resultados con la intención de generar una matriz FODA, herramienta que servirá para la planeación estratégica posterior.
13. Se basa en un sistema de información basado en un conjunto de documentos y herramientas. El objetivo es implementar la efectividad del plan y mejorar sus resultados.

3.3.2.3. Ventajas del HOSHIN KANRI

- Define y crea un sistema de planeación estratégica basado en la relación necesidades contra las expectativas de los grupos de interés.
- Hace que todas las partes de la organización trabajen de manera conjunta buscando un fin común, de esta manera se consigue el alineamiento de la organización. La alineación vertical permite que las acciones que se desarrollen en busca de los objetivos se realicen desde todas las unidades operativas de la organización, consiguiendo con ello que los diferentes niveles trabajen de manera coordinada. El horizontal permite una única visión un único futuro.
- Utilizando como herramienta el principio de Pareto la organización puede determinar los objetivos, focalizar los esfuerzos en lo que es realmente importante, dejando en segundo plano lo rutinario.
- Implica y genera un compromiso en toda la organización y consecución lógica de los objetivos. La dirección comparte los objetivos estratégicos con todos sus colaboradores implantando un sistema de responsabilidades en cascada que supone que cada persona de la organización participa (responsablemente) del alcance de los objetivos de ruptura.
- Permite conjugar la necesidad de la dirección de administrar con el aprovechamiento de las habilidades de los colaboradores. Este sistema de doble dirección supone que de arriba abajo se aplican las ideas directivas y de abajo arriba se genera un flujo de creatividad constante.

3.3.2.4. Pasos para implantar el HOSHIN KANRI

Paso	Descripción	Ejemplos
Establecer una filosofía para la compañía, la visión, misión, objetivos estratégicos, acompañados por la política de calidad de la empresa.	Este primer paso permite a la compañía establecer su propia identidad filosófica, reforzado por una política de calidad que ayude a promover el KAIZEN en la empresa.	Política de calidad: “Nuestra cultura es satisfacer y exceder los requerimientos de nuestros clientes internos y externos a través de un proceso de mejora continua” Visión: “Ser la fabrica elegida para transferencia de tecnología, expansión y pruebas piloto de líneas de producto, entregando el mejor servicio, calidad y costo, dentro de un ambiente de trabajo seguro, de total involucramiento y compromiso”. Misión: “Crear y manufacturar los mejores equipos electrónicos del mundo”
Diseñar una estrategia de planeación y dirección a largo y mediano plazo y establecer una política anual.	La empresa debe de cultivar una estrategia de respuestas rápidas a los cambios del mercado. Estas metas deben de estar alineadas a las metas prioritarias de la empresa. La política anual debe reflejar el enfoque de responsabilidad de la alta dirección en el KAIZEN, es decir, proyectos que se dirijan a la Mejora (KAIZEN) y a la Innovación (KAIRYO)	Cambios en el entorno a tomarse en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Recursos, Energía ➤ Cambios en el sector de la industria ➤ Competencia reforzada ➤ Economía nacional y mundial Ejemplo de Política anual. “Reforzar la competitividad en los costos de la empresa a través de estimular el KAIZEN en la organización.”
Recoger y Analizar la Información.	En este paso la empresa debe de analizar su situación actual. Un análisis critico de los resultados del año anterior, financiero y sobretodo operativo. El análisis de los requerimientos externos, tomado de los factores establecidos en el paso anterior, y sobre todo realizar un análisis a conciencia de los errores, los fallos y el por qué no se logran las metas.	Utilizar una tabla sencilla que esquematice las siguientes variables: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipo de información. ➤ Temas a considerar (economía nacional, rendimiento interno errores de la operación). ➤ Descripción analítica de cada tema.
Planificar Objetivos y Medios.	La empresa debe preparar matrices organizacionales en donde quede muy claro, la política principal y las específicas; los objetivos estratégicos desprendidos de la misma y claro está los medios y recursos para cumplir cada objetivo. Detallando las responsabilidades individuales y grupales, los estándares de trabajo actuales y las interrelaciones con los otros procesos	
Desplegar políticas y establecer puntos de control.	Una vez preparado el plan de políticas, se tienen que desplegarlos a los departamentos funcionales y los procesos de trabajo. El despliegue requiere de una gran coordinación por parte de los departamentos o los procesos de la empresa. Cuanto menor sea el nivel de la clasificación de trabajo, mas detalladamente y especifico debe ser el plan. Finalmente es necesario establecer los puntos de control para verificar los resultados.	Matrices donde se cruzan las políticas generales de la empresa, con las políticas específicas del departamento.
Ejecución de la Política.	Hacer que cada miembro de la empresa comprenda la responsabilidad de ejecutar la política. El seguimiento que se le de a la ejecución de la política es estricto y se puede hacer uso de paneles de control visibles para todos los empleados de la compañía.	Programas específicos desprendidos de las políticas específicas.

Tabla 3 Pasos para implantar HOSHIN KANRI

3.3.3. *Mantenimiento y Mejora Continua de Estándares*

Primeramente recordemos el término definido para estándar, el más completo es el siguiente:

“Un estándar es un conjunto de políticas, reglas, instrucciones y procedimientos establecidos por la administración para todas las operaciones principales, las cuales sirven como guía que capacitan a todos los empleados para desempeñar su trabajo con éxito”

Masaki, Imai
Acuñaador del termino KAIZEN
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

Si comprendemos las necesidades que nos llevo a implementar KAIZEN, nos daremos cuenta, el por que esta filosofía satisface nuestros requerimientos; es en este punto donde radica la explicación.

Con base en nuestros requerimientos, nosotros necesitamos mantenernos o posicionarnos dentro del mercado y competencia mundial; si lo vemos desde este punto de vista de la calidad de un producto, requerimos mantener y mejorar los requerimientos de un cliente, mantener la calidad y el mejoramiento de costos, mantener presencia mundial y mejorar las líneas de producto.

Este es el punto del por que y como administramos la organización dentro de la filosofía KAIZEN.

“Mantener: Conservar algo en su ser, darle vigor y permanencia.”

Real Academia Española de la
Lengua.

“Mejorar: Ponerse en lugar o grado ventajoso respecto del que antes se tenía”

Real Academia Española de la
Lengua.

La continúa búsqueda y el establecimiento de objetivos hace nuestro proceso cíclico, de tal forma que no queda más que mantener y mejorar estándares siempre, convirtiéndose en uno de los pilares centrales de KAIZEN.

“La percepción japonesa de la administración se reduce a un precepto mantener y mejorar los estándares”

Masaki, Imai
Acuñaador del termino KAIZEN
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

Administrar la empresa a través de este precepto nos obliga al establecimiento por parte de la dirección de un sistema de estándares operativos (SEO) o el conjunto de procedimientos de estándares de operación (PEO), los cuales cada trabajador tendrá el compromiso de seguir, siempre y en cada momento de su trabajo, asimilándolo como parte de su trabajo cotidiano, para lograr el desempeño buscado por cada proceso de trabajo de la empresa.

Con anterioridad en la Hoja propuesta como mini-Estándar operativo se muestra un problema clásico y es la asignación de materiales en una maquina; ejemplo:

Comúnmente se asignan materiales para su ensamble en una maquina, de tal forma que si el operario no se da cuenta de un material mal asignado se corre el riesgo de daño mecánico en la maquina, producto fuera de especificaciones y re-trabajos.

Bajo este pequeño ejemplo visualizamos el por que fomentar el uso de estándares operativos, el personal que suministra el materia a procesar, tiene su estándar de operación, mismo que no usa; cuando se tienen problemas como este, se generan perdidas, hay que sensibilizar al personal acerca del buen seguimiento de sus estándares de operación, una forma de detección de este tipo de negligencias es anteponiendo en el cliente un estándar operativo que restrinja y detecte de manera temprana la falta cometida por el proveedor, mas sin embargo, no se puede estar verificando el proceso del proveedor en totalidad y se pierde tiempo, se entra en conflicto con el área proveedora y se pierde la confianza entre ambos.

La capacitación, entrenamiento, disciplina, constancia y concentración en el trabajo por parte de los trabajadores son la manera mas efectiva de mantener los estándares. Se debe muestrear el entendimiento de un estándar de forma personalizada en las áreas de trabajo de forma que se comprendan y apliquen los Sistemas de Estándares Operativos propuestos.

Cuando se logran mantener los estándares operativos, el trabajo del supervisor de área y/o directivos de la organización se libera pues el espacio de su responsabilidad de mantener estándares recae sobre todos los integrantes de la empresa, de tal forma que el estándar se ha dominado y la búsqueda de nuevas estrategias es necesaria. En pocas palabras nuestros dos objetivos en el Mantenimiento de Estándares son:

- 1) Mantener mínimas las variaciones de los estándares o especificaciones de los procesos de trabajo.
- 2) Hacer bien las cosas la primera vez, a través de la concentración y disciplina por parte de todos los empleados de la empresa.

El cumplimiento de estos objetivos obliga a buscar el mejoramiento, pues la maestría de un procedimiento reduce equivocaciones, tiempos perdidos, defectos e incrementa en muchos casos el tiempo disponible en las áreas de trabajo, tiempo antes dedicado al re-trabajo.

Al lograr el equilibrio entre eficiencia y eficacia de alguna actividad eliminamos actividades que no generan valor al producto.

La búsqueda del equilibrio se vera reflejado en la cultura de la empresa, esto no es fácil como ya mencionamos, requiere cooperación de cada individuo dentro de la empresa, para mantener y mejorar día con día los estándares. La formula mágica es el descubrir y mostrar los problemas de sacarlos a la luz, de no ocultarlos ni maquillar tabuladores, pero siempre catalogándolos como áreas de oportunidad, eliminando la cacería de brujas y tomando la filosofía de los triunfadores, es decir, fomentando la critica constructiva.

El KNOW-HOW, del que ya hablamos con anterioridad es 90% retroalimentación de los operarios y personas que realiza diariamente ese tipo de trabajo, si existe alguna forma de hacer el trabajo de forma mas fácil, son ellos quienes descubren y deben de sentir la confianza de exponer abiertamente sus ideas para mejorar los problemas que se encuentran en su trabajo diario.

Es por ello que las responsabilidades en este punto se ven distribuidas, según Imai Masaaki de la siguiente forma, vea Fig. 4:

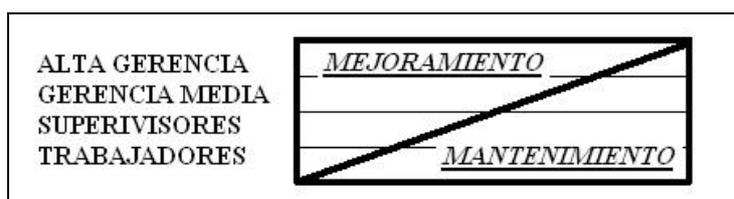


Fig. 4 Distribución de responsabilidades de los elementos en administración KAIZEN I

El mejoramiento entonces se da en base de comprender y modificar los estándares de trabajo, sin embargo hay que observar que cuando se dan propuestas de mejora, también se tiene que contemplar lo nuevo que hay en el mercado, es decir maquinaria, mejoramiento de procesos y demás nuevas tecnologías que pueden hacer nuestro proceso mas eficiente, entonces se tienen dos tipos de mejoramiento, el basado en la cultura KAIZEN o Mejoramiento Continuo o Progresivo y el Mejoramiento basado en la Innovación o KAIRYO.

3.3.3.1. KAIZEN vs. KAIRYO

La innovación o KAIRYO y el mejoramiento continuo o KAIZEN no están peleados, son herramientas que se funden para mejorar en una empresa, sin embargo el abuso del uso del KAIRYO genera una solución ficticia a los problemas de raíz del proceso, es por ello que hay que mencionar las ventajas y desventajas de un sistema con respecto al otro, es por ello que se muestra la siguiente Tabla 4:

KAIZEN	KAIRYO
Requiere esfuerzos e inversiones ilimitadas	No requiere ningún esfuerzo, sino inversiones sustanciales
Adaptabilidad en base a las personas	Creatividad a base de la tecnología
Orientada a lo general	Orientada al especialista
Atención a los detalles	Atención a los grandes vacíos
Orientada a las personas	Orientada a la tecnología
Requiere el conocimiento del esfuerzo antes que los resultados	Se realiza exclusivamente en función de los estados esperados
Se basa en las ideas y conocimiento (KNOW-HOW) existente	Busca nueva tecnología desterrando viejos esquemas
Se obtiene del perfeccionamiento de las ideas y la aplicación del ciclo PDCA	Se obtiene con las metodologías de rompimiento (BREAKTHROUGH) tecnológicos y organizativos

Tabla 4 KAIZEN VS KAIRYO

Cuando se invierte en tecnología, se invierte capital, ello obliga a amortiguar la inversión durante algún tiempo, ahora al inyectarle inversión a nuestro proceso antes de aplicar un KAIZEN, solo obtendríamos un avance sustancial en el cual estaríamos envolviendo las pérdidas, haciéndolas parte integral y fundamental de nuestro nuevo proceso, esto no sería una inversión, sino se tomaría como un costo extra en nuestro proceso; eliminando las pérdidas, manteniendo y mejorando los estándares, conoceremos las necesidades reales de nuestro proceso, si compramos tecnología, solo generaremos efectos de cuellos de botella como los expuestos por Goldratt y obviamente perderíamos el control de nuestros estándares, pues tendríamos que iniciar de nuevo.

Se recomienda por lo tanto, primero invertir tiempo en el Mejoramiento Continuo (KAIZEN), una vez que se libere capital por medio de la corrección de pérdidas, este mismo capital nos servirá como base para satisfacer las necesidades encontradas debido al conocimiento total de nuestro proceso, el siguiente paso es la búsqueda de Innovaciones que ayuden a nuestro proceso, es decir el KAIRYO, mismo que será responsabilidad de los mandos superiores su aprobación y verificación de factibilidad. Vea Fig. 5



Fig. 5 *Distribución de responsabilidades de los elementos en administración KAIZEN II*

3.3.3.2. Herramientas Esenciales: Ciclos PDCA y SDCA

El proceso cíclico del KAIZEN es necesario, es por ello que una vez aplicado el mantenimiento de estándares, se procede a mejorarlos, se buscan y encuentran fisuras estructurales que requieren ser satisfechas con nuevas innovaciones o KAIRYO, una vez realizado se implementa la Innovación, donde se tienen que mantener y mejorar los Estándares, mientras se asimila la innovación, se capacita al personal y otra vez a la detección de necesidades de proceso. De esta forma se mantienen una empresa saludable, actualizada y competitiva, haciendo uso de los adelantos tecnológicos, de la cooperación de todos los empleados de la planta y compromiso e interrelación de todos los departamentos que la conforman.

Las herramientas propuestas por diversos autores son las basadas en la escuela pragmática, misma que proviene de la palabra griega “pragma” que significa acción, esta escuela se basa en el hecho de que la teoría y la practica están estrechamente vinculadas, por lo tanto el sujeto y el objeto dejan de ser el enfoque de estudio y pasan a ser la acción misma.

John Dewey famoso filosofo norteamericano y considerado el padre de la corriente filosófica del pragmatismo tiene una propuesta metodológica que consta de 5 fases:

1. La Sugestión. La motivación a la solución de algún problema.
2. La etapa de Intellectualizar el problema: Identificación de algún problema de manera formal.
3. La formulación de una hipótesis. Búsqueda de soluciones viables.
4. Razonamiento. La formulación de la hipótesis de solución y su exploración mental.
5. Verificación de la hipótesis. Comprobación de la hipótesis por la acción, verificar en la realidad.

Incorporándose a la ideología de lo pragmático, Alfred Schütz quien fue un sociólogo y filósofo austriaco; también sintetizó teorías con Berger y Luckmann, dando paso a sus escritos más relevantes a nivel sociológicos tales como "las estructuras del mundo de la vida" o "estudios sobre realidad social". Algunos de los conceptos fundamentales de su teoría son:

- Realidad social: Suma total de objetos y sucesos dentro del mundo social cultural, tal como los experimenta el pensamiento de sentido común de los hombres que viven su existencia cotidiana entre sus semejantes, vinculados por múltiples relaciones de interacción. Es el mundo de objetos culturales e instituciones sociales en el que todos hemos nacido, dentro del cual debemos movernos y con el que tenemos que entendernos.

- El mundo de la vida: El hombre participa continuamente en formas que son a la vez inevitables y pautadas (pareciendo "evidentes"), dentro del ámbito de la realidad. Aquella región en la que el hombre puede intervenir y que puede modificar, mientras opera en ella a través de su organismo animado, se denomina el mundo de la vida cotidiana.
- Situación biográfica: Entre las condiciones, comprobadas por Schutz, que delimitan la vida, llegó a identificar dos tipos de elementos; los que son controlados o se pueden llegar a controlar y los que están fuera o más allá de la posibilidad de control. El individuo que actúa en el mundo procura cambiar el mundo que lo rodea y del que es parte. La situación biográfica condiciona el modo de determinar el escenario de la acción, interpretar sus posibilidades y enfrentar sus desafíos.

Se cree que Deming, partió de estas teorías para condensarlas en el ciclo de mejora PDCA.

PDCA (Plan, Do, Check, Act.); es decir, Planear, Hacer, Verificar, Actuar. Actividades de mejoramiento continuo que son aplicadas tanto a nivel organizacional, a nivel proceso como a nivel individual, a continuación se mencionan sus cuatro etapas de operación Fig. 6:

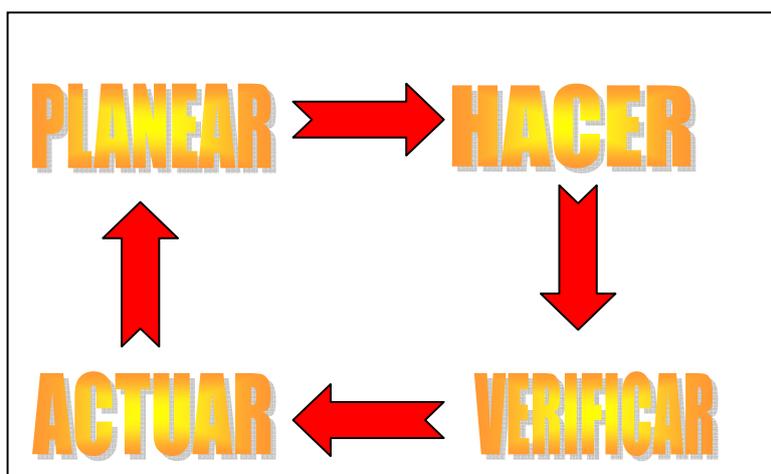


Fig. 6 Etapas de Ciclo PDCA

- **PLANEAR:** (Qué hacer y Cómo Hacer), significa determinar los objetivos y las metas, así como los medios necesarios para lograrlo, esto se realiza a través de un estudio de situación actual, durante el cual se reúnen los datos que van a usarse en la formulación del plan de mejoramiento.
- **HACER:** Realizar o ejecutar el plan de trabajo o plan de mejora, planteados en la etapa anterior, en esta etapa, se debe incluir entrenamiento y capacitación a quienes tengan que realizar la tarea, no solo desde el aspecto técnico de la actividad, sino además de toda la metodología de mejora.

- VERIFICAR: Validar los avances conforme al plan establecido, para observar si se han producido las mejoras esperadas, comparando los objetivos y metas planteadas contra lo que sucede en datos reales de la situación.
- ACTUAR: Sí el plan se realizó conforme a lo establecido, entonces se procede a la estandarización de las acciones de mejora y si no es así, se tienen que tomar acciones correctivas hasta lograr el objetivo deseado

Todo ciclo PDCA tiene como función, muestrear el comportamiento de las implementaciones de mejora que se realicen, mismo que debe de ser reflejado en los Sistemas de Estándares Operativos.

Se tiene que hacer mención que a su vez cada elemento de PDCA, tiene un sub-ciclo PDCA, dentro de sus componentes. Una implementación que contemple el total de las variables ofrece un mayor control, así que la implementación de subsistemas de ciclos PDCA se justifican y se contemplan en este punto con la Fig. 7.

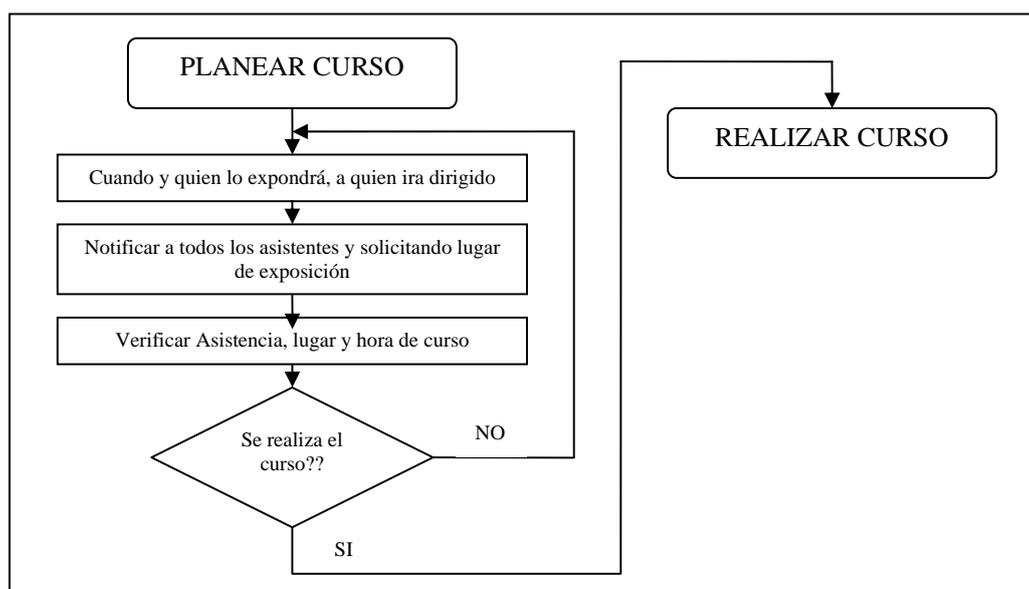


Fig. 7 Ejemplo de subciclos PDCA dentro de un PDCA

Una correcta implementación de mejora, arrojará indicadores positivos, es decir, reducción de problemas de calidad, tiempos perdidos en re-trabajos, despilfarros, materia prima, disminución de tiempos de fabricación, etc..

Una vez detectados los alcances reales del sistema modificado o de la mejora, se modifica el Sistema de Estándares Operativos, y se enfocan de nuevo los esfuerzos a mantener los nuevos Estándares Operativos, mientras ellos se den, es necesario enfocarse a un nuevo reto o implementación de mejora ciclo denominado SDCA Fig. 8.

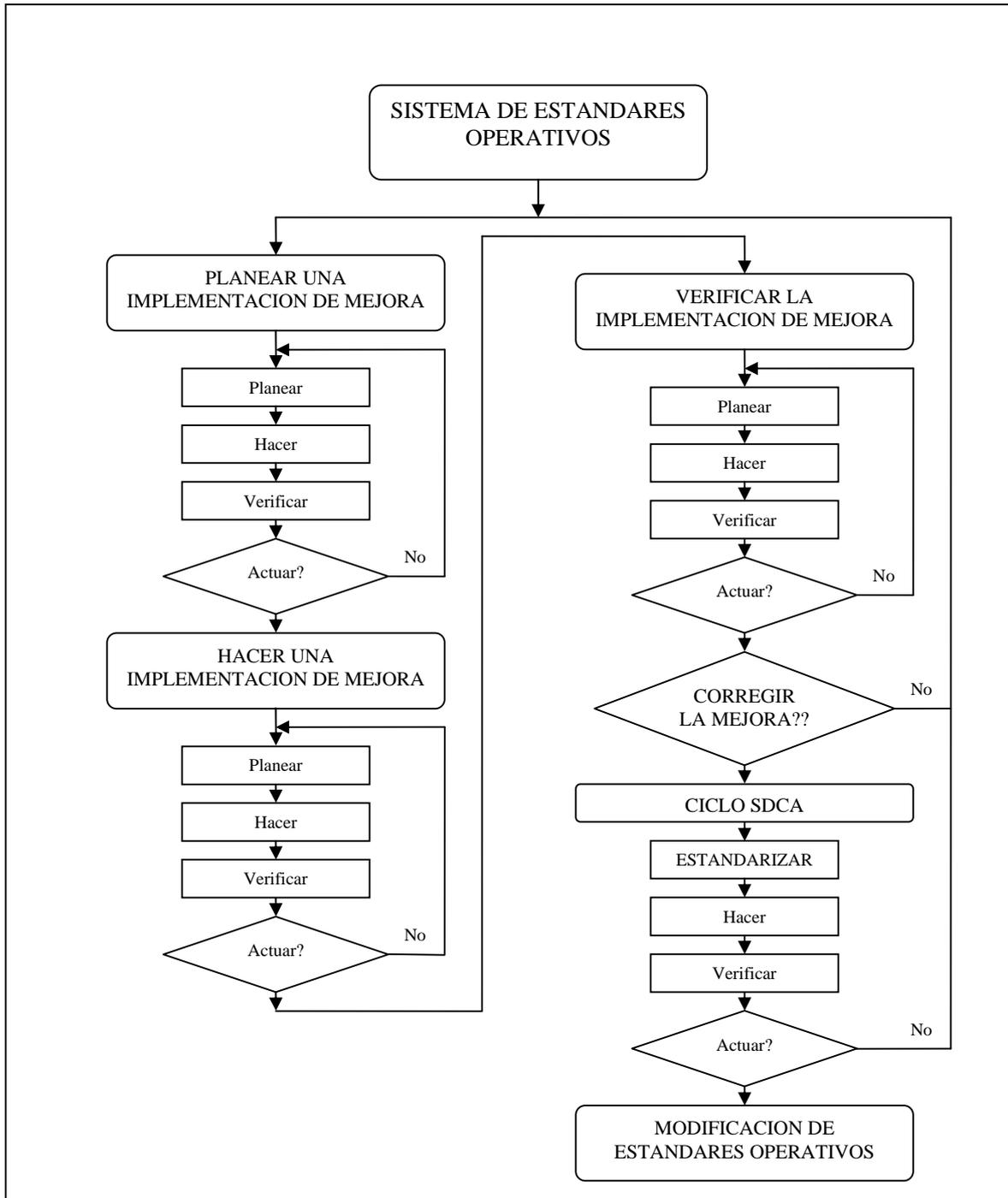


Fig. 8 Diagrama de flujo de Mejoras con PDCA

Hay que recordar que cualquier mejoramiento en el proceso tiene un tiempo de estabilidad de sus propiedades, es decir, los resultados pueden ser engañosos durante los primeros días, es importante dar un tiempo razonable en la asimilación de la implementación, por parte de los inmiscuidos en el proceso, permanecer atentos a cualquier idea y detección de renuencia, a fin de conocer y solucionar cuanto antes cualquier tipo de antipatía que impida el desarrollo de la mejora Fig. 9.

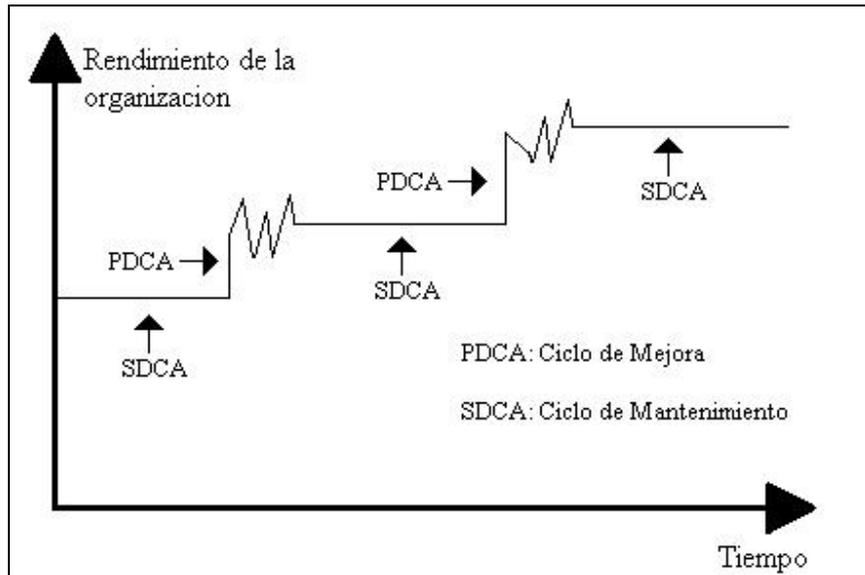


Fig. 9 Interrelación de los ciclos PDCA y SDCA

3.4. ENFOQUE A LAS PERSONAS

“La filosofía básica de la compañía es que cualquier sistema de operación se puede mejorar, solo si las personas de cada nivel están en busca de ellas, experimentando para lograrlas”

Steven J. Spear.
Learning to lead at Toyota
Harvard Business Review

“Para ustedes, la esencia de la administración consiste en tomar ideas de las cabezas de los directivos y ponerlas en las manos de los operarios (oficinas y departamentos). Para nosotros la esencia de la administración es precisamente el arte de movilizar los recursos intelectuales de todo el personal y ponerlos al servicio de la empresa. Dado que nosotros hemos evaluado mejor que ustedes los desafíos económicos y tecnológicos, sabemos que la inteligencia de un grupo de directivos, por muy brillantes y capaces que sean, no bastan para garantizar el éxito”.

K. Matsushita.
Director general de
Panasonic-Matsushita

El señor Matsushita ejemplifica claramente el por que de los éxitos de empresas como Panasonic, Toyota, Honda entre otras, ya que detrás de los sistemas de producción flexibles (HEINJUNKA), las tarjetas de producción y distribución (KANBAN), del rol de los sistemas de calidad y de la automatización del área de trabajo (JIKODA), esta el extraer el talento de las personas a su máxima potencia, con el objetivo de lograr una competitividad internacional.

De igual forma Spear nos da una idea de que si a un empleado se le fomenta la búsqueda continua de mejoras, se generaran de forma automática con el tiempo, de esta forma también se toma por parte de la organización el compromiso de mantener empalmados o al menos en la misma ruta el crecimiento individual de cada trabajador con el crecimiento de la organización.

De esta forma tenemos que tener presentes tres ideologías básicas para el máximo aprovechamiento de la gente como son:

- El éxito de una organización a largo plazo depende en gran medida del enfoque y la gestión de las personas. Ningún otro factor es mas importante. Sin las personas, no se podrían operar los procesos de trabajo y la empresa no caminaría. Aunque salgan nuevos productos al mercado, las ventas se incrementen, se mejoren los

estándares, todas y cada una de esas acciones dependen directamente de las capacidades y motivaciones de la gente.

- Las personas como seres pensantes y sonadores no tienen límites. Cada uno de los seres humanos con sus capacidades infinitas pueden continuar explotando y descubriendo su mundo, para mostrar y desplegar su máximo talento.
- Para desarrollar a las personas es necesario reforzar sus capacidades positivas o sus fortalezas. Esto quiere decir, que cuando se busca el desarrollo de la gente siempre se deben de reforzar sus fortalezas y dejar a un lado los aspectos negativos y sus debilidades. Al hacerlo, cada capacidad positiva que se desarrolla, lentamente va cubriendo las debilidades de cada persona, con ello se contribuye al desarrollo integral de cada empleado de la organización. El responsable debe atender siempre y en cada momento el progreso de las personas, por lo que debe concentrar sus esfuerzos en sacar a la luz lo mejor del talento y las habilidades que poseen.

“Trata a las personas como si fueran lo que deberían ser y les ayudarás a convertirse en lo que son capaces de ser”

Goethe

Un trato correcto fomenta la superación, fomentan el uso de las máximas capacidades de las personas y su alta motivación genera ideas e innovación diaria hacia su trabajo; de igual forma un mal trato en la relación líder-trabajador origina frustración y disminución en las capacidades individuales de cada individuo.

Es por ello que se mencionan las siguientes siete convicciones que debe tener en toda organización.

- 1 Las personas humanas deben ser tratadas como seres humanos “inteligentes”.
- 2 Jamás se les debe poner en una situación en que su dignidad y su honor este comprometida.
- 3 El respeto es la base del trato.
- 4 El involucramiento en el logro de los objetivos operativos y de mejoramiento es fundamental.
- 5 Siempre y para siempre deben ser educados.
- 6 Se les debe permitir contribuir todos y cada uno de los días a la mejora del trabajo.

- 7 Se les debe garantizar que los logros y los éxitos que obtengan deberá repercutir en positivo en un futuro en ellos mismos.

En el enfoque a las personas se tienen 4 puntos básicos en la metodología KAIZEN, a medida que se van integrando se van fortaleciendo hasta llegar a la máxima colaboración posible, estos son:

- La relación SENPAI-KOHAI
- La educación y el entrenamiento
- El auto-desarrollo y el facultamiento
- La red de equipos de mejora

3.4.1. *Relación SENPAI-KOHAI*

En un sistema Burocrático-mecanicista, comúnmente se pierde la facultad de explotar el máximo de las personas y se tiende a dudar de nuestro propio talento, lo que limita el crecimiento de una organización, en otras palabras se debe de fomentar el crecimiento personal, profesional y por ende la confianza en la labor diaria de cada individuo. Bajo esta idea el KAIZEN menciona la relación SENPAI-KOHAI como un sistema de capacitación y fomento de crecimiento en el gamba y en la vida de cada individuo. De esta forma mencionaremos:

- SENPAI. Literalmente significa SENIOR en inglés o superior, hace alusión al que tiene más tiempo en la organización, pero en la práctica se entiende como tutor, guía o entrenador (COACH).
- KOHAI. Literalmente significa Júnior en Inglés, estudiante o aprendiz

Para dicha relación se ha de tomar en cuenta el gran compromiso que se basa en el honor de cada individuo que se tiene en Japón y que se tiene como limitante en muchos países latinoamericanos, debido a que desgraciadamente tenemos la primicia de conservar nuestro empleo, sin embargo bajo la filosofía KAIZEN es un honor el hecho de ser SENPAI de una KOHAI pues muestra el compromiso hacia la organización y por ende en base al buen desempeño que tenga el KOHAI, se tiene la satisfacción personal y una estima mayor por parte de todos los allegados al proceso.

Además, como bono adicional entre más rápido se integre el KOHAI al conocimiento del proceso habrá menos variabilidad o desviación en el mantenimiento de los procesos y de los estándares.

Así, un SENPAI siempre tienen en mente como desarrollar a su gente y como alinear sus intereses, motivaciones y habilidades a los objetivos, políticas y estándares de la organización, por ello la habilidad de observar se vuelve una primicia fundamental. He

aquí que el hecho que un SENPAI en lugar de supervisar, asesora e instruye. En otros términos el tiempo de los SENPAI esta enfocado exclusivamente a dos líneas de acción:

- Buscar, pensar y experimentar las mejoras que observa en su proceso operativo con la ayuda de su equipo de trabajo.
- Explora, indaga y alinea las necesidades, motivaciones e intereses de sus aprendices para el logro de la administración básica del KAIZEN, manteniendo y mejorando estándares.

3.4.2. *La Educación y el Entrenamiento*

“La calidad comienza con a educación y termina con la educación”

Kaoru Ishikawa.

“Antes de fabricar productos, debemos fabricar hombres”

Konosuki Matsushita.

En términos prácticos entrenar y educar bajo la filosofía KAIZEN es uno de los pilares fundamentales y es un programa intensivo y serio, pues con ellos se esta cimentando la confianza en las personas y se incentiva la capacidad de utilizar su propio talento para el éxito de la empresa usando su inteligencia y haciendo parte de su sentido común los objetivos de la empresa.

Los programas de Educación y Entrenamiento se elaboran pensando en esta premisa, teniendo la plena certeza de que cada persona, tiene el suficiente potencial para aprender continuamente cosas nuevas, mejorando sus aspectos humanos y técnicos.

Entrenamiento bajo la filosofía KAIZEN es entendido como el desarrollo de las habilidades personales y técnicas, en el área de trabajo corrigiendo el déficit de desconocimiento del proceso.

Educar es instruir a la persona en explorar y explotar su talento personal asimilando y haciéndolo parte de su desarrollo personal proveyendo técnicas de mejora personal.

En términos comunes se visualiza la educación y entrenamiento como la teoría y la practica, si se tiene el conocimiento del por que de las cosas es mas fácil predecir su efecto. De esta forma se generan voluntades e iniciativas propias por buscar un cambio y una mejoría a nivel personal.

Así, los programas de educación y entrenamiento tienen que se lo suficientemente versátiles y continuos para responder a los cambios del entorno, así, dichos programas se enfocaran hacia fomentar las multi-habilidades. Esto permite que los empleados tengan mayores expectativas de internas para trasladarse de un área a otra, ya sea por promoción o rotación bajo mutuo acuerdo con el empleado. El beneficio directo para el empleado es el de acumular mayores experiencias técnicas y generar mejores relaciones humanas con sus compañeros de trabajo de las distintas áreas de la empresa.

La educación siempre va enfocada a formar al trabajador para el futuro, mientras que el entrenamiento lo ayuda a hacer frente a los retos presentes.

Existen al menos cinco grandes grupos que hay que tomar en cuenta para educar o como área de oportunidad, y se presentan en la siguiente Tabla 5:

No.	Área de Educación	Descripción	Método de Enseñanza
1	Mejora de los Conocimientos	Incrementar el conocimiento técnico del trabajo de las personas. se debe de responder a las preguntas ¿Qué se hace?, ¿Cómo se hace?, y ¿Cómo se puede hacer mejor?	<ul style="list-style-type: none"> - -Libros de texto - -Visitas de estudio - -Talleres prácticos - -Estudio de materiales de temas técnicos en específico.
2	Desarrollo de Habilidades	Desarrollar en conjunto las habilidades interpersonales del personal, tales como: comunicación efectiva, relaciones interpersonales, fortalecimiento del espíritu de equipo, desarrollo de la habilidad de observación para la búsqueda de mejoras, reuniones efectivas de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> - Estándares e instrucciones - Simulaciones en Practica - Ejercicios dentro de talleres y dentro del trabajo
3	Mejora de la Moral	Similar a la anterior sin embargo se enfoca a comprender la interrelación entre empresa y trabajador Como sus sueños y motivaciones se alinean a los requerimientos de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> - Talleres para reforzar la identificación del trabajo - Dinámicas de grupo (mantenimiento de las relaciones). - Entrenamiento de sensibilidades y alineación.
4	Mejora de la Creatividad	Desarrollar el potencial de los empleados a la generación propia de ideas de mejora e innovación, que puedan ser compartidas con el grupo para su enriquecimiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Técnicas de desarrollo de ideas (tormenta de ideas, técnicas de grupo nominal). - Simulación tanto en el trabajo como en el aula.
5	Énfasis en KAIZEN	Desarrollar conocimientos y habilidades combinadas que fortalezcan la aplicación de esta filosofía.	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de la relación Senpai-Kohai - Uso de la red de equipos de mejora - Uso de las herramientas básicas de mejora - Uso de la metodología de mejora continua de procesos.

Tabla 5 Comparativo de áreas de oportunidad para Educar.

El desarrollo integral de los miembros de la empresa, así como la disponibilidad de una buena base de Estándares Operativos, nos ofrece múltiples beneficios, como ya se mencionaron, permite cubrir puesto estratégicos de forma casi automática para liberar personal y enfocarse a un proyecto de mayor relevancia, se descentraliza la dependencia en una sola persona, se tiene la visión de ser mejor en cualquier cosa que emprenda, pues se genera en cada individuo la filosofía de cero paradigmas que restrinjan el buen desarrollo del cambio.

En la siguiente figura se muestra de forma clara la cadena de desarrollo y los niveles a lograr en una implementación KAIZEN Fig. 10.

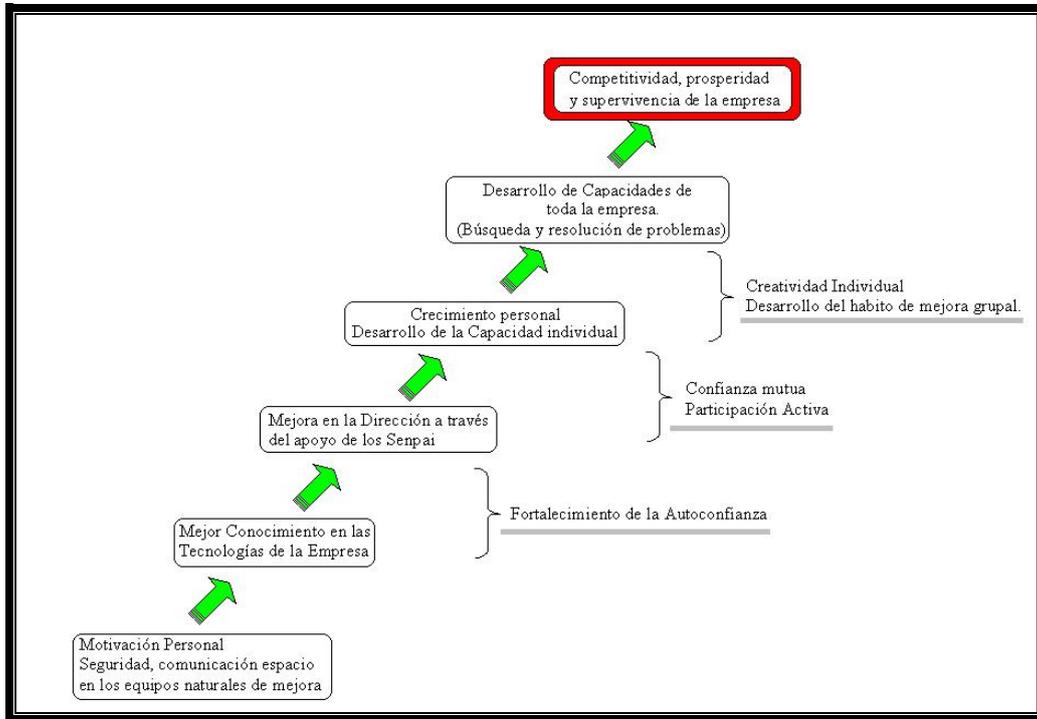


Fig. 10 Reacción en Cadena del Desarrollo del empleado en el KAIZEN

3.4.3. *El Autodesarrollo y el Facultamiento (Empowerment)*

El autodesarrollo y el facultamiento forman parte de un solo y general concepto que se denomina *Alineación Integral de las personas*, esta se puede entender como “Un proceso activo que impulsa al personal a autodesarrollar sus propias habilidades, a partir de sus necesidades básicas hasta alcanzar su pleno compromiso y confianza en la organización”.

Para lograr dicho proceso se deben de tener tres elementos esenciales como son:

- La alineación individual a través del autodesarrollo.
- El desarrollo de capacidades para lograrlo.
- El facultamiento basado en la confianza.

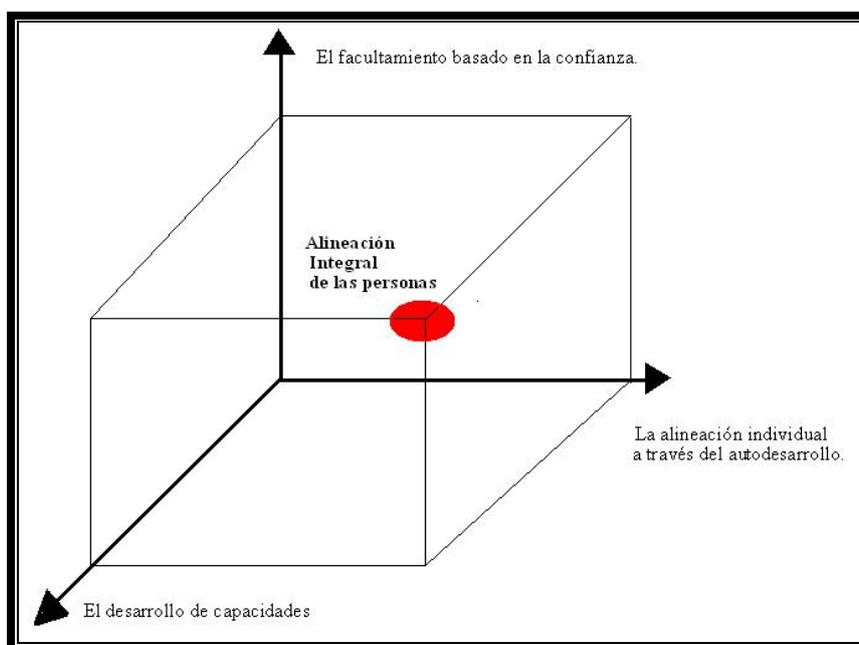


Fig. 11 *Bloque compuesto por la alineación integral de las persona.*

En la Fig. 11, se muestran los tres elementos que forman la alineación Integral de las Personas, con ello se busca ejemplificar un bloque sobre el cual se edificara el desarrollo de un entorno industrial sano.

Varias son las teorías que buscan explicar el por que el ser humano tiende a disparar sus necesidades de cambio y por ende sus motivaciones, de esta forma encontramos a Abraham Maslow, quien menciona que las necesidades de todo ser humano pasan por cinco niveles de satisfacción de necesidades, ellas son mostradas en la llamada pirámide de Maslow que se muestra en la siguiente figura Fig. 12:

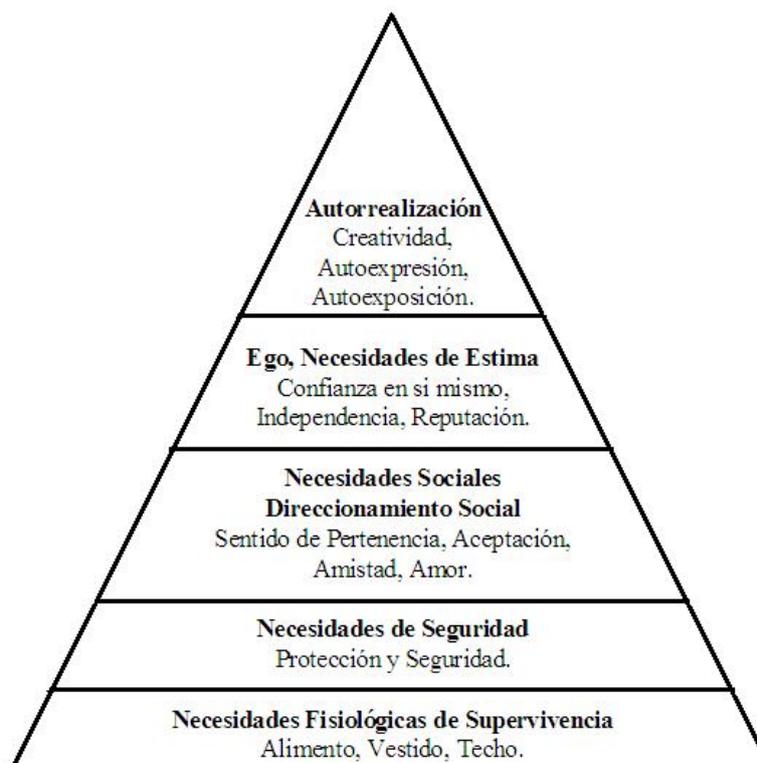


Fig. 12 Pirámide de Maslow

Aún cuando cada individuo es diferente, su desarrollo es una cadena de eventos, mismos que son las herramientas para fomentar en él el deseo de superación dentro de una empresa.

Las bases son puestas desde que el individuo percibe un salario que le permita satisfacer sus necesidades fisiológicas, es aquí en donde un salario competitivo genera la necesidad de asegurarlo y mantenerlo para su desarrollo y el de sus dependientes, el sentido de pertenencia y aceptación fraguaran sus necesidades anteriores, cimentando de forma sólida su compromiso hacia la empresa, de igual forma una aceptación o reconocimiento en su desempeño diario generan la confianza e incrementarán su confianza en las cosas que puede lograr y se buscará la forma de seguir siendo reconocido, ahora la única forma es creando e innovando nuevas formas de trabajo que converjan en el punto de incrementar su autoestima y por ende seguir desarrollando su capacidad técnica, intelectual y su calidad de vida.

3.4.4. La red de equipos para mejorar

Los equipos de mejora se ha vuelto un término comúnmente usado en muchas empresas que buscan implementar la manufactura esbelta, por lo que como parte del KAIZEN se han derivado frases como:

“Ahora todos debemos trabajar en equipo”, o “Con el trabajo en equipo reduciremos costo, lograremos incrementar las ventas, atraeremos clientes”, en fin un sin número de objetivos planteados por una empresa.

Es un hecho que no existe persona mejor facultada para hacer mejoras en un proceso que aquella que esta en relación directa con el proceso, es por ello que se busca realizar la sinergia de conocimientos de diferentes habilidades técnicas para la mejora del proceso, de esta forma se harán los denominados equipos de mejora, como un pilar de la implementación de KAIZEN.

Con estos equipos se busca la interrelación de unos con otros a fin de formar una red de Equipos para mejorar en la cual fluya información de Arriba hacia abajo (estrategias y necesidades del negocio) e información de los proceso de abajo hacia arriba (ideas de mejora y de nuevos proyectos).

Como se muestra en la siguiente figura:

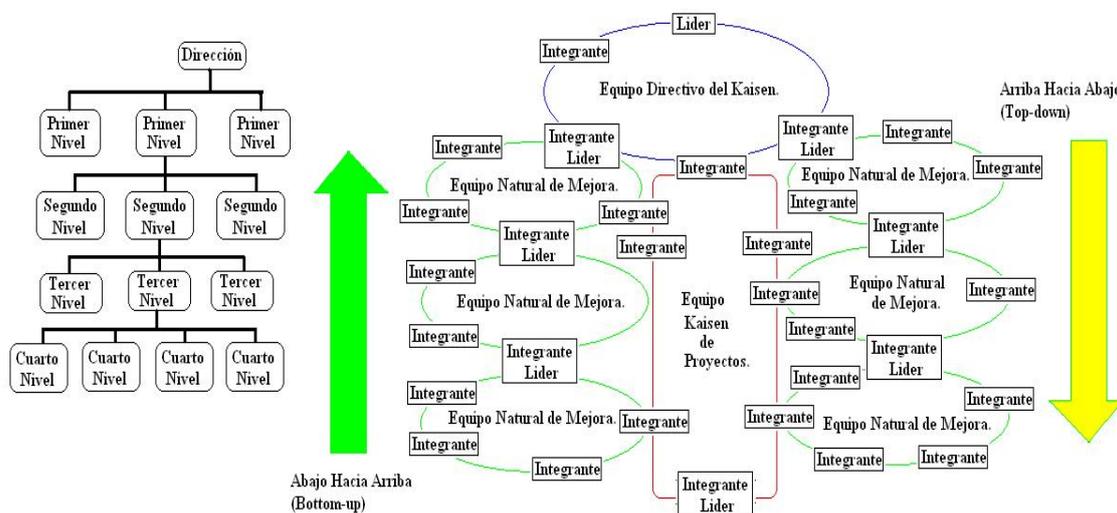


Fig. 13 Red de equipos para mejorar y flujo de información.

3.4.4.1. Diferencia entre un Grupo y un Equipo

El uso de la terminología es muy importante y también es muy común el uso del término erróneo, de esta forma:

La palabra grupo viene de del francés *groupe* y del italiano *gruppo* que a su vez viene del antiguo vocablo germano *Kropf* que significa bulto o buche. De esta forma podemos comprender una agrupación de personas como un conglomerado determinado en número de personas sin una cohesión consolidada.

La palabra equipo viene de equipar, equipar viene de *esquipar* y esta a su vez del antiguo germanico *Skipian*, que significa navegar. Actualmente equipo hace alusión a un conjunto de enseres y personas que realizan juntos una tarea, los cuales necesitan entre si para lograr un resultado, en definitiva, nos embarcamos juntos en una tarea. De esta forma nos equipamos para el trabajo (conjuntos de conocimientos para desempeñarnos de forma integra en nuestro trabajo) nos equipamos para la guerra (tácticas, armas y personas).

De esta forma observemos que en un autobús de pasajeros viaja un grupo de personas, personas extrañas unas con otras sin otro objetivo que el llegar a su destino individual, ahora bien supongamos que el autobús sufre un desperfecto, si bien, esto ocurre en una ciudad donde puedes optar por cambiar de autobús para no afectar tu destino, la mayoría de los ocupantes bajarían del autobús en cuestión sin decir palabra y abordarían otro (rompiendo con la agrupación) ahora bien, si dicho autobús fuera el único medio de transporte al menos por la noche y en un lugar desolado, se observaría la evolución de un grupo hacia un equipo, de esta se buscaría primero en equipo empujar el autobús de no lograr el objetivo podemos ver la división en un equipo que busque ayuda en el poblado mas cercano, hasta equipos de personas que compartan asientos contiguos para acompañarse al baño, compartir platicas a fin de hacer ameno el tiempo de espera y en conjunto la formación del equipo de seguridad que busca como fin el mantenerse unidos mientras llega la ayuda requerida.

De esta forma se busca ilustrar la diferencia entre un grupo y un equipo, básicamente es lo mismo una congregación de personas en un espacio definido, la diferencia radica en que el equipo marca un rumbo organizado con tareas claras y definidas que conllevan a un esfuerzo o desempeño colectivo que contiene sinergia de cada uno de los entes participantes.

De esta forma observamos la definición de John Katzenbach y Duglas Smith que mencionan:

“Un equipo es un pequeño numero de personas con habilidades complementarias que están comprometidas con un propósito común, con objetivos de rendimiento y enfoque, de lo que se considera mutuamente responsables”

De los mismos autores se pueden observar las fases evolutivas del rendimiento de un equipo, en la siguiente Fig. 14:

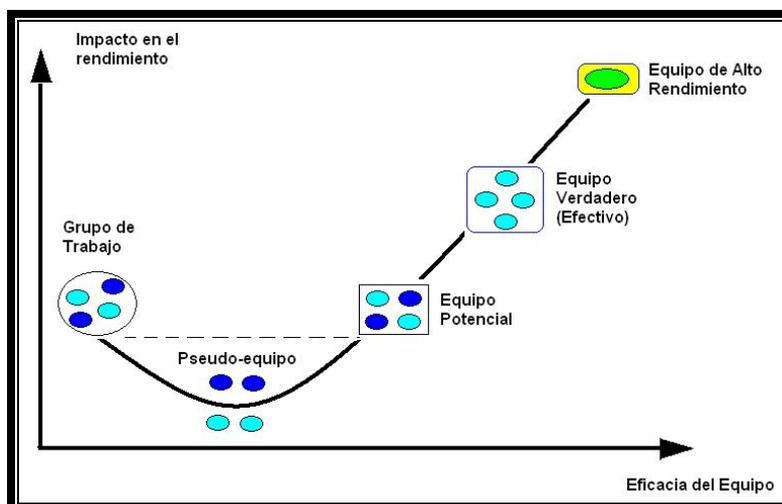


Fig. 14 Fases evolutivas del rendimiento de un equipo de mejora.

Lo más sobresaliente de esta figura es el hecho de observar que en la transición de un grupo a un equipo potencial, se observan diferencias técnicas y aparecen en muchos casos los denominados paradigmas así como incompatibilidad de caracteres en algunos casos, mostrando un grupo sin rumbo, este fenómeno puede ser inconsciente o consiente por parte del grupo por lo que en esta transición muchos grupos rompen su compromiso y se genera apatía. Para lograr escalar dicho peldaño es necesario que cada uno de los integrantes tenga el verdadero interés y se comprometan con el objetivo del grupo, rompiendo paradigmas y haciendo que sus metas de desempeño individuales se alineen con las metas del equipo. Cabe mencionar que esta es la transición más difícil en la vida de un Equipo.

Una definición integral de Equipo es expuesta por Suárez Barraza como:

“Un pequeño grupo de personas que trabajan activa y constantemente para lograr un desempeño efectivo de su propósito (objetivo o meta) y que durante su operación, se preocupan por el bienestar de los miembros del equipo, con un alto honor y con una claridad y alineación hacia los valores de la misma organización”.

Bajo este principio se fundamenta la implementación de equipos de mejora en el trabajo para el logro de la reducción de despilfarros y la mejora de los procesos.

3.4.4.2. Requisitos básicos necesarios para consolidar Equipos de Mejora

En la filosofía KAIZEN existen al menos cinco requisitos importantes que son necesarios para consolidar equipos que trabajan para mejorar:

- 1) Equipos que se constituyan en base a la relación SENPAI-KOHAI a través de una relación de confianza y honor entre un líder congruente y efectivo que este dispuesto a enseñar, a guiar, ayudar a sus aprendices. Por otro lado la correspondencia a tal actitud de servicio, un aprendiz o estudiante con ganas de trabajar y salir delante de forma disciplinada.
- 2) La participación es voluntaria y se basa en creer que tú como empleado tienes la membresía idónea de estar ahí. En otras palabras, el puesto o rol de trabajo deja de ser simplemente el lugar donde haces tus actividades operativas y se convierte en lugar en el que te necesitan para que expreses tu creatividad.
- 3) Una vez que integras un equipo de mejora de cualquier tipo, tu compromiso y honor hacia el debe ser total, y al mismo tiempo deberás crear una atmósfera constructiva y de armonía en un espacio de trabajo que represente el punto de encuentro para educarse, formarse, conversar con los otros miembros, de modo que se establezcan relaciones humanas sólidas de confianza y espíritu de colega.
- 4) Todos los equipos tienen un propósito muy claro que se desprende en tres líneas básicas:
 - Contribuir a la mejora de sus procesos de trabajo y por ende de su organización. Este proceso se traduce en dos productos básicos. resolución de problemas en sus tareas diarias y proyectos de mejora en sus procesos de trabajo.
 - Respetar a cada persona y construir un ambiente de trabajo constructivo, sereno y de armonía para trabajar con sentido.
 - Sacar a la luz completamente las capacidades y habilidades de cada persona y desarrollar y ampliar las infinitas oportunidades que esto ofrece.
- 5) Establecer un método eficaz de trabajo enfocado a dos factores básicos, guías para realizar la tarea y guías para mantener las relaciones personales del equipo.

3.4.4.3. Equipos Básicos de Mejora.

Es común encontrar infinidad de Equipos de trabajo en las empresas manufactureras, sin embargo, una buena implementación de Equipos nos debe de dar la mas rápida comunicación entre niveles de la estructura organizacional de la empresa, bajo este principio se pueden definir tres tipos básicos de Equipos de Mejora. De esta manera podemos encontrar:

- Equipo Directivo del KAIZEN.
- Equipo Natural de Mejora.
- Equipos KAIZEN de Proyectos.

Las características y objetivos a cumplir de cada equipo serán mostradas a continuación.

3.4.4.3.1. Equipo Directivo del KAIZEN.

Es aquel que se encuentra ubicado en el primer nivel de la organización, es decir, donde se encuentran los directivos que dirigen y administran a la organización. Por obvias razones esta integrado por los mandos más alto como son el director general o gerente general y respectivos gerentes de área.

Sus objetivos principales son:

- Lograr y mantener el compromiso hacia la mejora continua en todos los niveles de la organización (Liderazgo efectivo y congruente)
- Integrar al sistema de administración o de gestión de la empresa la filosofía de KAIZEN.
- Construir una red de equipos naturales de mejora, a lo largo de la organización, que sirvan como vehículo operativo de todos los principios rectores y sistemas de filosofía KAIZEN.
- Formular la filosofía empresarial de la empresa, las políticas y los objetivos estratégicos.

De esta forma el equipo directivo del KAIZEN será el rector de todo el sistema del principio rector, y por lo tanto será el guía, apoyo y coordinador de todos los esfuerzos de mejora en la organización.

A su vez cada gerente de área generara un equipo denominado Natural de Mejora con sus respectivos mandos intermedios.

3.4.4.3.2. Equipo Natural de Mejora

Es un equipo de personas del mismo departamento funcional o del mismo proceso de trabajo que son permanentes, que interaccionan diariamente, con alto sentido de respeto, confianza y honor: alcanzando resultados de forma efectiva, a través de un esfuerzo constante por mejorar sus estándares de trabajo.

De esta forma se definen sus principales objetivos como son:

- Mantener y mejorar sus estándares y sus procesos de trabajo.
- Captar el verdadero potencial de las personas a través de la formación de esta red.
- Incrementar la moral y la motivación de de todos los miembros del equipo, a través de crear un ambiente de respeto y confianza, por medio del talento la inteligencia y las ganas por aportar.
- Crear núcleos efectivos de información o vehículos de retroalimentación que provean a los directivos una forma efectiva de comunicar la filosofía estratégica de la empresa.
- Crear un espacio de estudio, reflexión y conocimiento de unos con otros a través de conocerse, conversar y trabajar.

Sus características principales son:

- Un equipo natural de mejora debe estar conformado por un responsable del equipo, que en un principio deberá ser el encargado del área, el cual utilizará el rol de líder entre sus colaboradores o compañeros. El número de integrantes fluctúa entre 4 y 7 personas dependiendo del tamaño de la empresa.
- La principal función del equipo es mantener y mejorar los estándares y los procesos que se encuentran bajo su responsabilidad, utilizando los sistemas, técnicas y herramientas que los principios rectores 3 y 5 proporcionan (enfoque de procesos y mejora continua del trabajo diario).
- Cada uno de los colaboradores tiene un rol específico en el equipo natural de mejora y este rol es notorio, excepto el de líder, que deberá ser fijo, hasta que el equipo haya alcanzado un nivel de evolución en la curva de Katzenbach y Smith la fase de equipo de equipo verdadero o de alto rendimiento.
- Sus actividades son continuas, constantes y disciplinadas y por ningún motivo se encuentran aislados de la red de equipos de mejora, restableciendo nuevas mejoras de procesos o estándares al concluir el asignado.

Una vez descritas sus características analicemos sus actividades específicas:

- Establecer y desarrollar un programa de reuniones periódicas, en intervalos preestablecidos (cada semana, cada quince días).
- Mantener una actitud activa y positiva, emitiendo sus opiniones, experiencias e ideas sobre los problemas a mejorar.
- Desarrollar programas de entrenamiento para los KOHAI.
- Identificar oportunidades de mejora durante el día a día de la operación.
- Establecer proyectos de mejora de estándares y procesos y someterlos a consideración del equipo directivo del KAIZEN para su aplicación.
- Elaborar y dar seguimiento a un plan de acción de mejora para la implantación de los proyectos de mejora.
- Presentar sus proyectos de mejora ante toda la comunidad empresarial (puede también hacerse en específico a otros equipos naturales de mejora, en foros externos, a otras empresas como una señal de una buena práctica).
- Realizar las actividades de apoyo logístico (abastecimiento de material, equipo necesario para las reuniones y lugar de reunión).
- Estudiar temas académicos y teóricos en conjunto que contribuyan al crecimiento intelectual de los integrantes del equipo.
- Coordinar las acciones de los equipos naturales de mejora bajo su responsabilidad, es decir, de los niveles inferiores de la empresa.
- Mantiene un archivo con las evidencias de las tareas diarias para formar la historia del equipo.

3.4.4.3.3. Equipo KAIZEN de Proyectos

Tienen algunos matices que los diferencian en los objetivos, características y actividades que desempeñan los equipos naturales de mejora, pero a grandes rasgos podríamos decir que se rigen por los mismos con algunas diferencias que en su momento se mencionaran, así un equipo KAIZEN de Proyectos se puede entender como:

“Un equipo interdisciplinario de personas temporal (de diferentes departamentos, áreas o procesos) de distintos niveles jerárquicos, que a tiempo parcial se reúnen y trabajan para eliminar uno o dos problemas encontrados de un proceso crítico para la empresa”.

Tradicionalmente esta formado por 5 personas, de diferentes áreas o departamentos y serán liderados por aquel que tenga mayor experiencia en el tema a tratar. En cuanto a sus funciones son prácticamente las mismas que los equipos naturales de mejora, sin embargo, estos equipos se caracterizan por eliminar varios problemas de un proceso (enfoque integral de la solución). En otras palabras, se especializan en proyectos de mejora que implica la mejora o el rediseño de un proceso crítico para la empresa. Aunque también puede aplicar metodología para la resolución de problemas, su enfoque esencial siempre es de cambios más crónicos en la organización. Por tal motivo, sus integrantes tienen un mayor nivel de especialización en el uso de herramientas básicas de la mejora y las de la mejora continua de procesos.

3.4.4.3.4. Comparación entre Equipos Naturales de Mejora y KAIZEN de Proyectos

Los aspectos a considerar entre diferencia entre equipos naturales de mejora y KAIZEN de proyecto, se resumen en la siguiente Tabla 6:

Aspectos del enfoque de mejora	Equipos naturales de Mejora	Equipos KAIZEN de Proyectos
Participación.	Voluntaria.	Regularmente designada, pero también puede ser voluntaria.
Elección del tema a mejorar.	Normalmente autónoma y determinada por los propios miembros del grupo.	Orientada por la dirección.
Composición del equipo.	Estable en el tiempo, empleados de la misma área, proceso o departamento.	Interdepartamental, definida proyecto a proyecto y vinculada a la competencia del problema.
Duración.	Permanente.	Temporal con renovaciones periódicas si son necesarias.
Enfoque de mejora.	Problemas detectados en las actividades del proceso.	Mejora y rediseño de procesos integrales.
Intervención de la dirección.	Indirecta/promocional y de apoyo. Ideas de mejora de abajo hacia arriba (Botton-up)	Directa/proceso guiado y apoyado, designación de arriba hacia abajo (Top-down).

Tabla 6 Comparativo de equipos de mejora

4. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA IMPLEMENTACION DE KAIZEN

Las herramientas básicas de mejora más utilizadas son las conocidas en el mundo de la gestión, como las 7 herramientas básicas de la calidad que el Dr. Ishikawa acuñó, las cuales son:

- Diagrama de PARETO.
- Diagrama Causa-Efecto.
- Estratificación.
- Histogramas.
- Diagrama de Dispersión.
- Gráficos y Cuadros de Control.
- Hojas de Inspección y Comprobación o verificación.

Estas herramientas son ampliamente usadas por los círculos de Control de Calidad (CC) y por otros pequeños, así como por el personal de ingenieros y gerentes, para identificar los problemas y resolverlos. Todas ellas son herramientas analíticas y estadísticas, y los empleados de las oficinas de CCTC (Control de Calidad Total de la Compañía), están entrenados para usar esas herramientas en sus actividades rutinarias.

4.1. DIAGRAMA DE PARETO

Frecuentemente el personal técnico de mantenimiento y producción debe enfrentarse a problemas que tienen varias causas o son la suma de varios problemas. El Diagrama de PARETO permite seleccionar por orden de importancia y magnitud, la causa o problemas que se deben investigar hasta llegar a conclusiones que permitan eliminarlos de raíz.

La mayoría de los problemas son producidos por un número pequeño de causas, y estas son las que interesan descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora. A estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se les conoce como causas vitales. Las causas que no aportan en magnitud o en valor al problema, se les conoce como las causas triviales.

Las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significan que se deban dejar de lado o descuidarlas. Se trata de ir eliminando en forma progresiva las causas vitales. Una vez eliminadas estas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales.

El Diagrama de PARETO es un instrumento que permite graficar por orden de importancia, el grado de contribución de las causas que estamos analizando o el conjunto de problemas que queremos estudiar. Se trata de clasificar los problemas y/o causas en vitales y triviales. Ver Fig. 1.

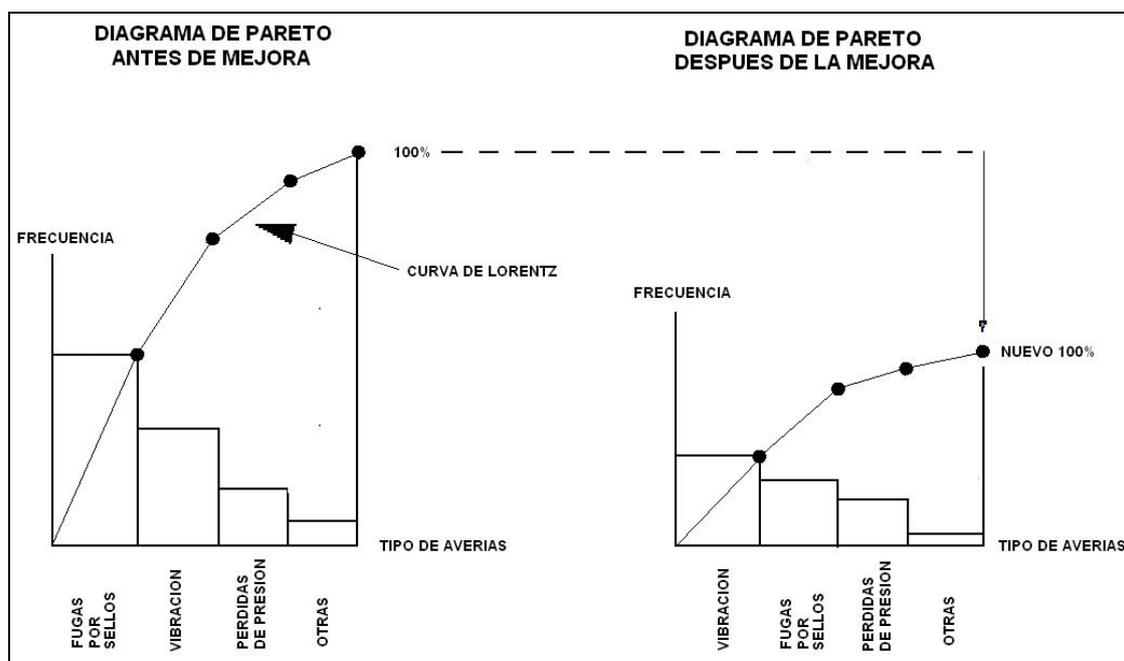


Fig. 1 Diagrama de PARETO comparativo antes y después de la mejora

4.1.1. Para construir el diagrama de PARETO.

Se siguen los siguientes pasos:

- 1) Se decide la clase de problema que será investigado. Se define el cubrimiento del análisis, si se realiza a una máquina completa, una línea o un sistema de cierto equipo. Se decide que datos serán necesarios y la forma de como clasificarlos. Este punto es fundamental, ya que se pretende preparar la información para facilitar su estratificación posterior.
- 2) Preparar una hoja de recogida de datos. Si la empresa posee un programa informático para la gestión de los datos, se preparará un plan para realizar las búsquedas y la clasificación de la información que se desea. Es en este punto cuando se puede realizar la estratificación de la información sugerida anteriormente.
- 3) Clasificar en orden de magnitud la información obtenida. Se recomienda indicar con letras (A,B,C,...) los temas que se han ordenado.

- 4) Dibujar dos ejes verticales (izquierdo y derecho) y otro horizontal.
Eje vertical. En el eje vertical a la izquierda se marca una escala desde 0 hasta el total acumulado. En el eje vertical de la derecha se marca una escala desde 0 hasta 100%.
Eje horizontal. Se divide este eje en un número de intervalos de acuerdo al número de clasificaciones que se pretende realizar. Es allí donde se escribirá el tipo de avería que se ha presentado en el equipo que se estudia.
- 5) Construir el diagrama de barras.
- 6) Marcar con un punto los porcentajes acumulados y unir comenzando desde cero cada uno de estos puntos con líneas rectas obteniendo como resultado la curva acumulada. A esta curva se le conoce como la curva de Lorentz.
- 7) Escribir notas de información del diagrama como título, unidades, nombre de la persona que elaboró el diagrama, período comprendido y número total de los datos.

Un diagrama de PARETO es el primer paso para eliminar las averías importantes del equipo. En todo estudio los siguientes aspectos se deben tener en cuenta:

- Toda persona involucrada deberá colaborar activamente
- Concentrarse en la variable que mayor impacto produzca en la mejora.
- Establecer una meta para la mejora

Con la cooperación de todos se podrán obtener excelentes resultados. Uno de los objetivos del Diagrama de PARETO es el de mostrar a todas las personas las áreas prioritarias en que se deben concentrar todas las actividades y el esfuerzo del equipo.

El Diagrama de PARETO presenta claramente la magnitud relativa de los problemas y suministra a los técnicos una base de conocimiento común sobre la cual trabajar. Una sola mirada vasta para detectar cuales son las barras del diagrama que componen el mayor porcentaje de los problemas. La experiencia demuestra que es más fácil reducir a la mitad una barra alta que reducir una barra de reducida altura a cero.

4.2. *DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO*

Cuando se ha identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

El Diagrama de Causa-Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas Causa-Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, estas pueden ser atribuidas a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones Causa-Efecto, técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

4.2.1. *Construcción del diagrama de Causa-Efecto.*

Esta técnica fue desarrollada por el Doctor Kaoru Ishikawa en 1943 cuando se encontraba trabajando con un grupo de ingenieros de la firma Kawasaki Steel Works. El resumen del trabajo lo presentó en un primer diagrama, al que le dio el nombre de Diagrama de Causa y Efecto. Su aplicación se incrementó y llegó a ser muy popular a través de la revista Gemba To QC (Control de Calidad para Supervisores) publicada por la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (JUSE). Debido a su forma se le conoce como el diagrama de Espina de Pescado. El reconocido experto en calidad Dr. J.M. Juran publicó en su conocido Manual de Control de Calidad esta técnica, dándole el nombre de Diagrama de Ishikawa.

El Diagrama de Causa-Efecto es un gráfico con la siguiente información:

- El problema que se pretende diagnosticar.
- Las causas que posiblemente producen la situación que se estudia.
- Un eje horizontal conocido como espina central o línea principal.

- El tema central que se estudia se ubica en uno de los extremos del eje horizontal. Este tema se sugiere encerrarse con un rectángulo. Es frecuente que este rectángulo se dibuje en el extremo derecho de la espina central.
- Líneas o flechas inclinadas que llegan al eje principal. Estas representan los grupos de causas primarias en que se clasifican las posibles causas del problema en estudio.
- A las flechas inclinadas o de causas primarias llegan otras de menor tamaño que representan las causas que afectan a cada una de las causas primarias. Estas se conocen como causas secundarias.
- El Diagrama de Causa-Efecto debe llevar información complementaria que lo identifique. La información que se registra con mayor frecuencia es la siguiente: título, fecha de realización, área de la empresa, integrantes del equipo de estudio, etc.

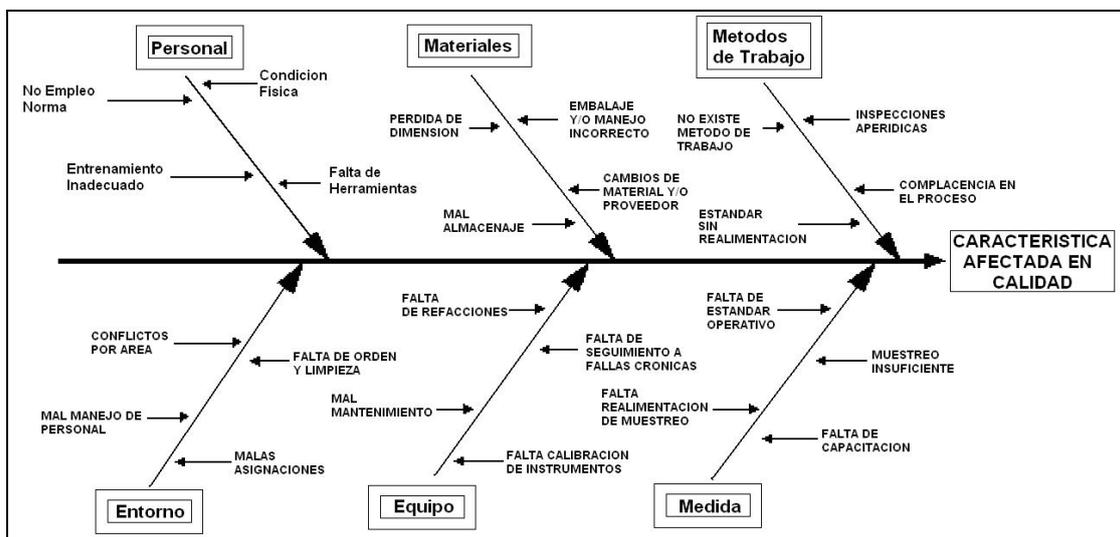


Fig. 2 Ejemplo de diagrama de Causa y Efecto

Buena parte del éxito en la solución de un problema está en la correcta elaboración del Diagrama de Causa-Efecto. Cuando un equipo trabaja en el diagnóstico de un problema y se encuentra en la fase de búsqueda de las causas, seguramente ya cuenta con un Diagrama de Pareto. Vea el ejemplo de la Fig. 2.

Este diagrama ha sido construido por el equipo para identificar las diferentes características prioritarias que se van a considerar en el estudio de Causa-Efecto. Este es el punto de partida en la construcción del diagrama de Causa-Efecto.

Para una correcta construcción del Diagrama de Causa-Efecto se recomienda seguir un proceso ordenado, con la participación del mayor número de personas involucradas en el tema de estudio.

4.2.2. Interpretación del Diagrama de Causa-Efecto.

En este paso se debe leer y obtener las conclusiones de la información recogida. Para una correcta utilización es necesario asignar el grado de importancia a cada factor y marcar los factores de particular importancia que tienen un gran efecto sobre el problema. Este paso es fundamental dentro de la metodología de la calidad, ya que se trata de un verdadero diagnóstico del problema o tema en estudio. Para identificar las causas más importantes se pueden emplear los siguientes métodos:

4.2.2.1. Cuidados a tener con el diagnóstico a través del diagrama de Causa y Efecto

Para el estudio de los problemas de averías de equipos, el análisis de factores o de calidad sin haber realizado un estudio profundo del equipo, sus mecanismos, estructura y funciones, puede conducir a soluciones superficiales. Frecuentemente la construcción del Diagrama Causa-Efecto se realiza a través de la tormenta de ideas, sin tener la posibilidad de validar y verificar a través de la inspección, si un determinado factor aportado por una persona del grupo de estudio contribuye o está presente en el problema que se estudia. De esta forma, los diagramas se hacen complejos, con numerosos factores y la prioridad e identificación de estos factores es difícil debido a las relaciones complejas que existen entre estos factores.

Una práctica deficiente y frecuente en los estudios de averías empleando el diagrama Causa-Efecto consiste en que ciertos integrantes del equipo de estudio, fuerzan conclusiones relacionadas con el factor humano como las causas más importantes de la avería. Una vez construido el diagrama el equipo llega a conclusiones como “los factores causales de la pérdida está en un alto porcentaje relacionados con la falta de formación de personal, experiencia, desmotivación, presión de los superiores, etc.”. No se quiere decir que estos temas no sean vitales; pero ante problemas técnicos de equipamiento, debido a la falta de información y al no poder priorizar los factores con datos, se especula y finalmente se evade el problema central, que en conclusión es un problema técnico.

Otra situación anormal y que hay que evitar en el uso del diagrama durante el análisis de las causas, consiste en la omisión de factores causales, debido a que no se realiza una observación directa de la forma como se relacionan las variables. La falta de evaluación del problema en sitio no permite reducir los problemas en forma dramática; simplemente se eliminan parcialmente algunos de los factores causales.

Esta metodología útil y brinda beneficios importantes, especialmente para mejorar el conocimiento del personal, ya que facilita un medio para el diálogo sobre los problemas de la planta. El empleo del diagrama ayuda a preparar a los equipos para abordar metodologías complementarias, que requieren un mayor grado de disciplina y experiencia de trabajo en equipo. El enfoque de calidad se puede emplear como un primer paso en la mejora de problemas esporádicos, que también hay que eliminarlos; una vez alcanzadas estas mejoras y como parte del proceso de mejora continua.

4.3. *ESTRATIFICACIÓN*

Esta es quizás la técnica más importante en el análisis de un problema y en especial cuando se trata de problemas crónicos. La estratificación consiste en buscar “más información a la información”, es como el detective que necesita buscar los indicios o pruebas (a partir de datos). Hay que escudriñar los datos para lograr solucionar el problema en forma definitiva.

Es un método de análisis de los datos que permite clasificarlos teniendo en cuenta algunos factores que pueden afectarlos. Por lo general los factores que permite clasificar la información son de tipo cualitativo como: tipo de producto, materias primas, operario, cliente, proveedor, procedencia, etc. La estratificación permite encontrar causas no tenidas en cuenta u ocultas en el proceso o en el estudio de un problema.

El proceso seguido en la estratificación se apoya en la construcción de varios diagramas de Pareto siguiendo diferentes criterios de clasificación; por ejemplo, clasificar las averías por tipo de turno, producto, materias primas, puede conducir a conclusiones que no se esperaban; es posible que un cierto día de la semana sea el más propicio para la presencia de averías. Existen ciertas averías que se presentan con mayor frecuencia en una determinada referencia de producto. El automatismo de empaque falla con más frecuencia con cierto proveedor de cajas de cartón, etc.

La estratificación ayuda a identificar el problema de una planta o equipo, ya que facilita la concentración en aquellas causas que son las de mayor impacto. Por este motivo, se recomienda emplear el principio de Pareto para identificar los factores que contribuyen a incrementar la frecuencia de la avería o su duración.

La siguiente lista presenta los criterios más frecuentes empleados para la realización de la estratificación de la información de averías. Esta lista no pretende ser exhaustiva.

- Tipo de máquina. Si la empresa posee diferentes marcas de equipos, es seguro que se puede realizar una clasificación tipo Pareto sobre la marca que más averías presenta.
- Sitio donde se encuentra la máquina. En ciertos lugares de la planta afectan el funcionamiento de los equipos, por ejemplo, calor, contaminación, humedad, polvo, etc.
- Tipo de materias primas. Si el equipo procesa diferentes tipos de materias primas, cierta clase de ellas producen más problemas a los elementos internos que otras.
- Día de la semana. Determinados días son más propensos a presentar averías por diversos motivos. El inicio de la operación, el primer día de la semana, fin de semana o la proximidad a eventos especiales.

- Hora del día. Es frecuente que los equipos experimenten dificultades adicionales en ciertas horas del día. Ciertos controles no trabajan adecuadamente durante la noche en zonas donde la temperatura ambiente desciende apreciablemente.
- Operario. Algunas estadísticas tomadas de empresas que fabrican productos de consumo indican que aproximadamente el 65 % de las órdenes de trabajo que llegan a mantenimiento se deben a mala operación del equipo. Podríamos identificar con una estratificación cuál es el operario que más problemas tiene para operar correctamente el equipo y ayudarlo a mejorar su método de trabajo.
- Tipo de producto o referencia de este. Por ejemplo en un cierto proceso de envasado de producto en botellas se presentan un número mayor de averías con cierto tamaño o presentación del producto. La estratificación nos ayudará a identificar el tipo de producto más crítico, para posteriormente buscar sus causas.
- Zonas del equipo. En determinadas zonas del equipo se pueden encontrar concentrados los problemas. Por ejemplo, la ubicación de escapes en un reactor de un cierto producto químico. Al estratificar la ubicación se encontrará que existe una clase de escape que se presenta con mayor frecuencia.

4.4. HISTOGRAMAS.

El histograma permite apreciar de una manera fácil la tendencia central y la dispersión de la población, pudiéndose comparar el desempeño del sistema con el valor normal y con los límites de control. La población ideal tiene el blanco en el valor nominal, con la dispersión dentro de los límites de control. Este tipo de grafica no es un sustituto de la grafica de control, ya que el operario no debe ajustar el proceso con base en los datos que se presentan en el Histograma, sino solo cuando el proceso está estadísticamente fuera de control. Si el operario usa un histograma para controlar un sistema, se aumentara la variabilidad del proceso. En la Fig. 3, se muestran los tipos de distribuciones que se pueden llegar a tener en el Histograma.

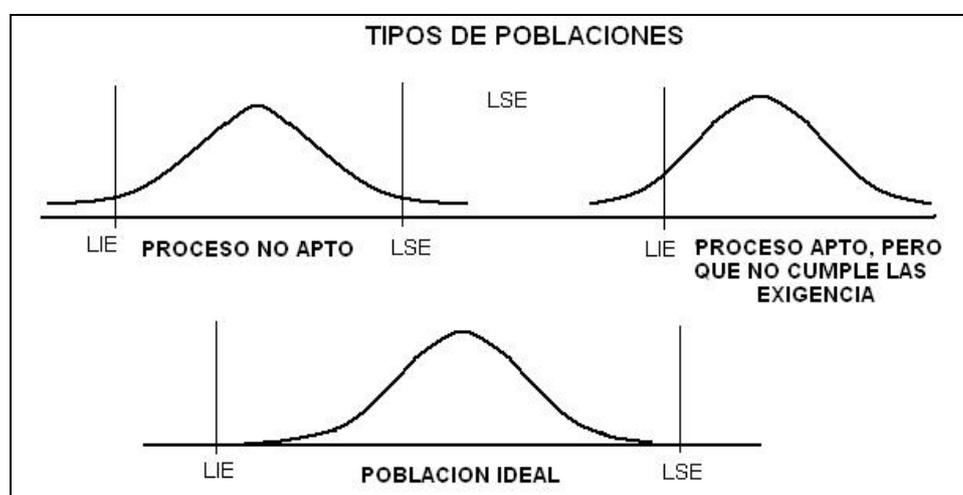


Fig. 3 Curvas que muestran poblaciones no aptas, cambiadas e Ideales.

4.4.1. Construcción del histograma

La construcción de un histograma requiere conocer, entender y manejar los tres elementos básicos, los cuales se enuncian a continuación, con la finalidad de acceder al Histograma de una forma practica.

4.4.1.1. Elementos básicos de un histograma

Los tres elementos básicos a ser tomados para construir un histograma son:

- 1 El numero de intervalos,
- 2 La amplitud de los intervalos
- 3 El centro de lo intervalos.

4.4.1.1.1. El numero de intervalos

Se han establecido muchas directrices para determinar el número aproximado de intervalos. En este sentido, Kauro Ishikawa, baso sus directrices en el número de observaciones de la muestra, como se indica en la siguiente Tabla 1:

Numero de observaciones	Numero de intervalos
Menos de 50	5-7
50-100	6-10
100-250	7-12
Más de 250	10-20

Tabla 1 Guía para el uso de intervalos que se deben usar en un histograma

Además de estas reglas generales, el analista debe escoger suficientes intervalos con la finalidad de que en la grafica se aprecie la variabilidad de los datos, pero no debe haber demasiados intervalos, porque varios de ellos quedaran vacíos o habrá mucha variación entre intervalos vecinos.

4.4.1.1.2. Amplitud de los intervalos

La amplitud de los intervalos se determina con base en los valores máximo y mínimo del conjunto de datos y el numero seleccionado de intervalos. El recorrido de los datos se mide entre el numero de intervalos. Esta es la amplitud mínima de cada intervalo para cubrir el conjunto de datos. Redondee la amplitud del intervalo a un numero fácil de usar (por ejemplo, 1.88 a 2).

4.4.1.1.3. Limites de intervalos

Ningún punto en del conjunto debe caer exactamente en el limite de dos intervalos adyacentes. Si el conjunto de datos esta compuesto de enteros, un candidato probable para un valor limite será el entero + 0.5. Si los datos se redondean (por ejemplo, las mediciones se hacen al 0.5 mm. mas cercano), los limites se deben encontrar entre los valores redondeados.

4.4.2. *Tipos de Histogramas*

El analista de datos dispone mínimo de tres tipos de Histogramas, estos son:

- La Hoja de Verificación
- El Histograma Simple

Para lo cual se dará una descripción de los mismos y un ejemplo a manera de ilustrar el uso y alcance de los histogramas.

4.4.2.1. La Hoja de Verificación

La Hoja de Verificación es una manera excelente de ir observando los datos conforme se reúnen. Se construye mediante parámetros determinados de acuerdo con la experiencia que se ha tenido con el sistema. Conforme se obtienen los datos, el analista pone marcas sobre la hoja, en el intervalo en el que cae la observación, de manera que se puede ver como van surgiendo la tendencia central y la dispersión de la población. También se puede colocar sobre la hoja final la distribución teórica del sistema, para determinar si el proceso sigue esa distribución de probabilidad o no.

4.4.2.1.1. Ejemplo del uso de una Hoja de Verificación.

Un ingeniero industrial desea analizar la distribución de los tiempos que consume el departamento de fresado para terminar una pieza, como por lo general el ingeniero sabe cuanto tiempo se consume, antes del muestreo elabora una hoja de verificación. Conforme se completan las órdenes se ponen las marcas de los cuadros correspondientes, del tiempo que se necesito para realizar el trabajo. Obtenido la siguiente Fig. 4 ejemplo de la Hoja de Verificación:

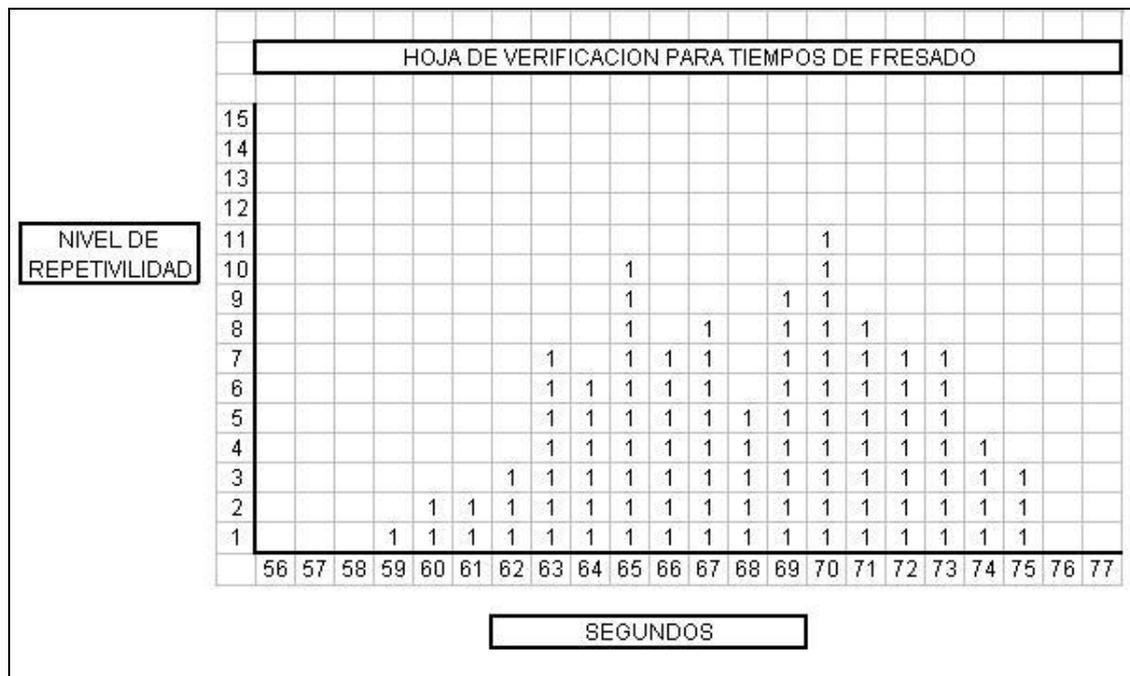


Fig. 4 Hoja de Verificación

Observé que se tienen dos crestas, esto es debido a que la curva es bimodal, debido a que el departamento de fresado tiene dos maquinas, una es nueva y realiza el trabajo mucho mas rápido que la otra, que es mas vieja.

En la siguiente Fig. 5, se muestra una variante de la Hoja de Verificación, con la distribución esperada que se necesita para realizar el trabajo y la separación de lecturas entre una maquina y otra.

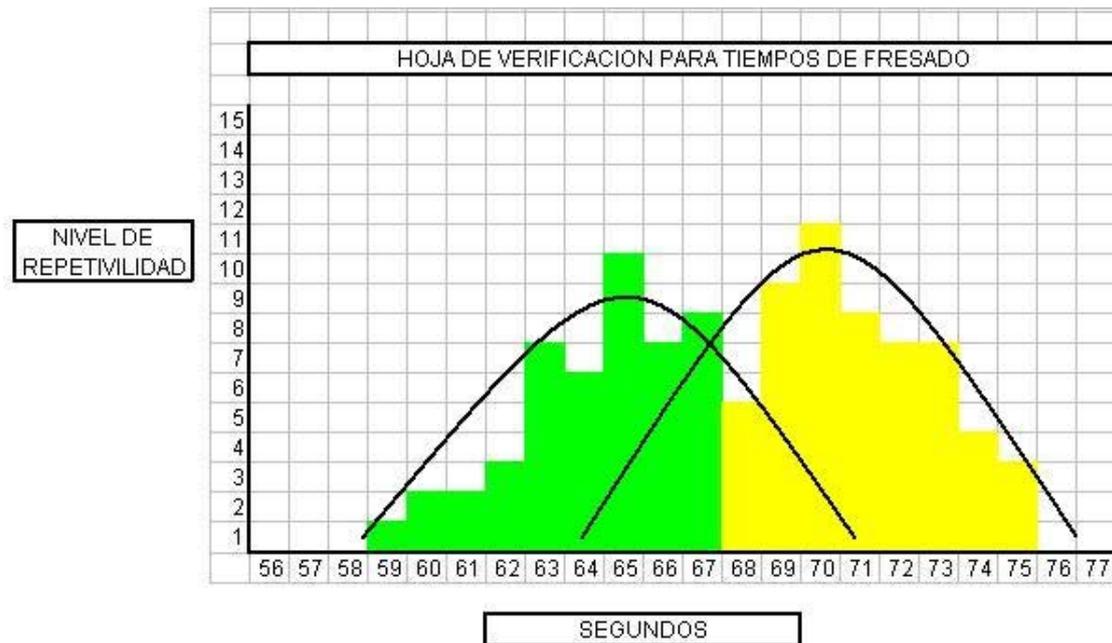


Fig. 5 Variante de la Hoja de Verificación

4.4.2.2. El Histograma Simple

A partir de la Hoja de verificación se puede obtener el histograma simple. Una vez que se conoce el recorrido de los datos, se seleccionan los parámetros que aumentarán el despliegue de la distribución. Como en el caso de la Hoja de Verificación, sobre el Histograma se puede colocar una distribución de probabilidad para proporcionar una estimación razonable del proceso básico.

4.4.2.2.1. Ejemplo de Histograma Simple

Con los datos de la Hoja anterior de la hoja de Verificación, se puede construir un histograma del tiempo de la orden. Para lo cual hay que hacer las observaciones siguientes:

- La dispersión de los datos es de 59 @ 75 segundos,
- Se tienen 100 observaciones.

De la tabla denominada *Guía para el uso de intervalos que se deben usar en un histograma* se obtiene que los intervalos a utilizar será de 6 @ 10 intervalos. Para nuestro análisis se usaran 9 intervalos.

Como la dispersión de los datos va desde 59 @ 75 segundos, se tiene un recorrido de los datos de 17 segundos, por lo que el calculo de la amplitud del intervalo es:

$$\frac{\text{recorrido de datos}}{\text{No. de intervalos}} = \frac{17}{9} = 1.88 \text{ segundos}$$

De esta forma, se redondea al entero superior que es 2 segundos. Es decir se recorre la dispersión a un 0.5 a la derecha.

De donde se observa que el limite de intervalo superior estar situado en: $75 + 0.5 = 75.5$ y el limite inferior esta dado por $59 - 2 + 0.5 = 57.5$

Por lo tanto, los límites de intervalo se encontraran cada 2 segundos y comenzaran en 57.5 segundos y terminarán en 75.5 segundos, con los valores obtenidos en la Hoja de verificación se toman los valores que caen en el número de repetibilidad que caen en los intervalos de tiempo obtenidos y se realiza la siguiente Tabla 2:

Intervalos de Tiempo	Nº Muestras (Frecuencia)
57.5-59.5	1
59.5-61.5	4
61.5-63.5	10
63.5-65.5	16
65.5-67.5	15
67.5-69.5	14
69.5-71.5	19
71.5-73.5	14
73.5-75.5	7

Tabla 2 *Tabla de intervalos-Frecuencia de Histograma*

Con la ayuda de Excel, se obtiene el Histograma, sobre el histograma se trazo una curva suave para mostrar la distribución de los datos. Los datos bimodales; esto se debe a que en el estudio se incluyeron los datos de ambas maquinas. La maquina nueva tubo un promedio de 65.1 segundos para hacer el fresado en tanto que la maquina vieja tubo un promedio de 70.7 segundos. Esto explica las dos modas: unja en el intervalo de 63.5-65.5 y la otra en el intervalo 69.5-71.5.

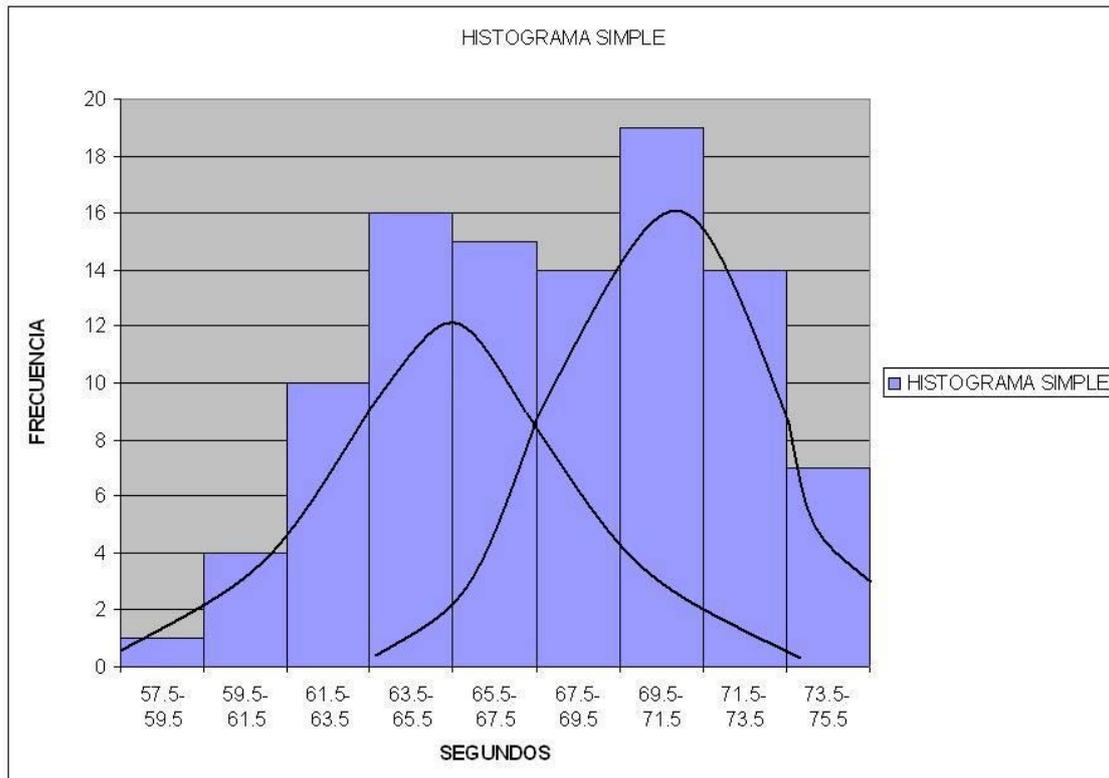


Fig. 6 Histograma Simple

Una variante de el Histograma simple es el histograma colgado, este diagrama es similar al Histograma muestral con la distribución sobrepuesta, excepto en que la distribución teórica se sobre el eje y luego se dibujan los intervalos individuales de modo que se cuelgan de la distribución. Facilitando la visualización de los datos del proceso.

4.5. *DIAGRAMA DE DISPERSIÓN*

La manera mas sencilla de definir si existe una relación Causa-Efecto entre dos variables es dibujando un Diagrama de Dispersión, también llamado Gráfico de Correlación mismo que permite estudiar la relación entre 2 variables.

Dadas las 2 variables X e Y, se dice que existe una correlación entre ambas si cada vez que aumenta el valor de X aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva) o si cada vez que aumenta el valor de X disminuye en igual proporción el valor de Y (Correlación negativa).

De esta forma, se pueden tener infinidad de ejemplos de relaciones, mismos que pueden ser aplicados a todas las áreas de fabricación de una empresa y en todas las actividades humanas.

La construcción de un Diagrama de Dispersión requiere solo de cinco sencillos pasos:

- 1 Reunir Datos
- 2 Ordenar por pares o coordenadas (X,Y)
- 3 Identificar rango de datos en X y Y
- 4 Graficar los valores
- 5 Analizar los Datos

4.5.1. *Ejemplo de Diagrama de Dispersión*

Se tiene información que requiere un análisis de la correlación que tiene que ver con la velocidad y el rendimiento de combustible de un automóvil con motor Prototipo. Para tal efecto se tienen los siguientes datos mostrados en la Tabla 3:

<i>No. de la Muestra</i>	<i>Velocidad (Millas/Hr)</i>	<i>Rendimiento (Millas/Gal)</i>	<i>No. de la Muestra</i>	<i>Velocidad (Millas/Hr)</i>	<i>Rendimiento (Millas/Gal)</i>
1	30	38	9	50	26
2	30	35	10	50	29
3	35	35	11	55	32
4	35	30	12	55	21
5	40	33	13	60	22
6	40	28	14	60	23
7	45	32	15	65	18

Tabla 3 Datos de muestreo

Cuando realizamos la grafica de los datos de la Tabla 3 obtenemos una grafica mostrada en la Fig. 7.

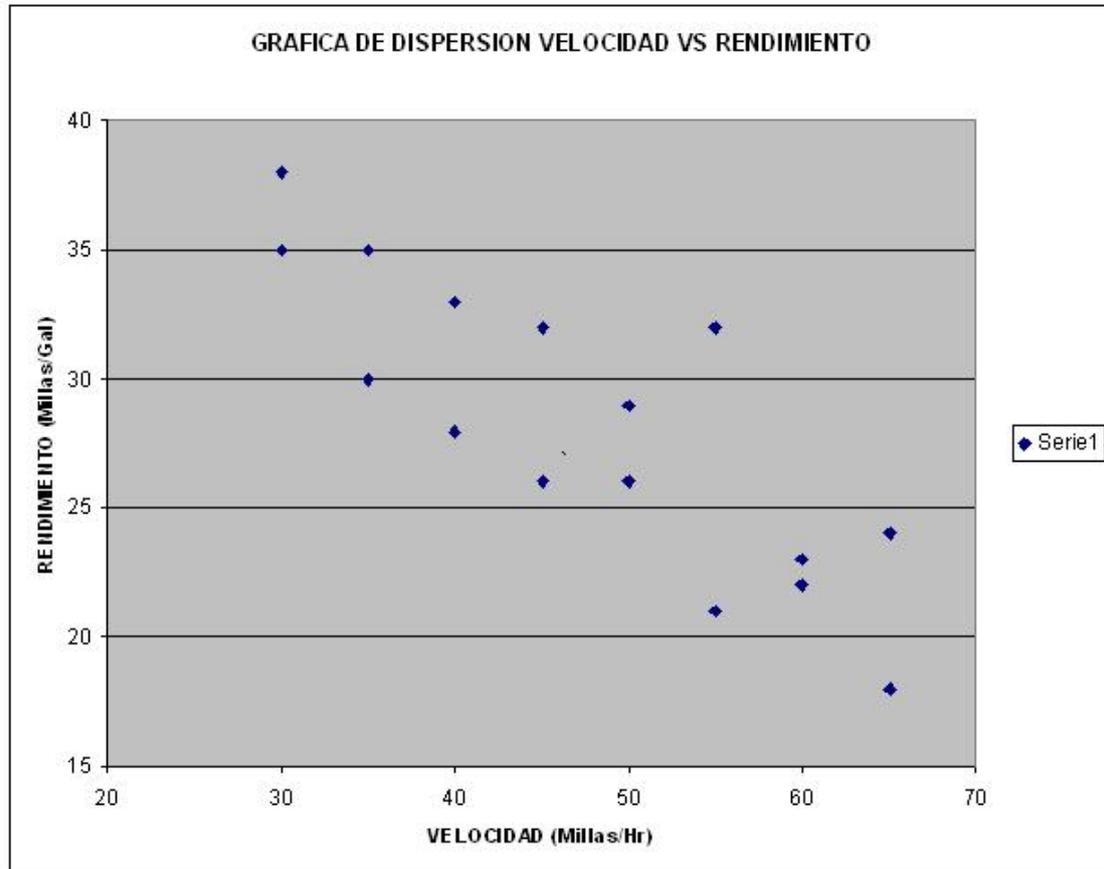


Fig. 7 Diagrama De Dispersión de Rendimiento de un automóvil

Cuando aumentamos la velocidad, reducimos el rendimiento, pero existe un punto en donde las mediciones ya no son tan constantes, es decir cuando se pasa de los 40 Milla/Hr. El proceso se vuelve un tanto inestable, es por ello la importancia de este Diagrama, nos indica con claridad las áreas de oportunidad y el rango de valores en el cual se pierde o hasta el cual se puede tener bajo control el proceso

Cuando dos valores son iguales, se tienen que hacer marcas especiales, de forma que se observe a simple vista.

Cuando todos los puntos gráficos quedan dentro de una línea recta, es por que se tiene una correlación perfecta. Esta es la idea de un proceso ideal, imaginemos que la energía consumida para la realización de un producto es directamente proporcional a las piezas producidas, con ello se tendría una estimación real del costo del producto y un control de energía.

4.6. GRAFICOS Y CUADROS DE CONTROL

4.6.1. Introducción

Entre las más importantes herramientas en el control estadístico de la calidad es la gráfica, Cartas, o Cuadros de Control, también llamada gráfica de Shewart, por ser este economista quien la investigó y la puso en práctica aproximadamente en el año 1920.

Una de sus principales características es la capacidad de diferenciar las causas asignables de las no asignables de la variación de la calidad. Las gráficas de control son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas y para estimar la capacidad de un proceso.

Su uso posibilita el diagnóstico y corrección de muchas dificultades presentes en un proceso, en donde no sólo es necesario mejorar la calidad sino que también hay que reducir el desperdicio y el “re-trabajo”.

En el control estadístico de la calidad se habla de un mejoramiento continuo, por esto las gráficas de control se deben utilizar en forma permanente para observar el comportamiento del proceso, aún cuando los resultados revelen que se trata de un proceso estable, ya que se puede lograr mayor uniformidad modificando el proceso básico a través de ideas correctivas.

Los diagramas de control de variable son utilizados en parejas, porque mientras uno controla la variación de un proceso, el otro verifica el promedio del mismo. Es aconsejable analizar primero el diagrama de la variabilidad, ya que si este indica la presencia de condiciones fuera de control, la interpretación del diagrama al promedio será incorrecta.

La idea básica de una carta de control es “observar y analizar gráficamente el comportamiento sobre el tiempo de una variable, de un producto, o de un proceso, con el propósito de distinguir en tales variables sus variaciones debidas a causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles)”

El uso adecuado de las cartas de control permitirá detectar cambios y tendencias importantes en los procesos.

En las cartas de control también se observa cualquier formación o patrón de puntos que tenga muy poca probabilidad de ocurrir en condiciones normales, lo cual será una señal de alerta sobre posibles cambios debidos a causas especiales.

4.6.1.1. *Cinco razones para usar las Gráficas de Control.*

Se pueden mencionar cinco razones para el uso de las graficas de control, de la forma en que las enuncia el Ingeniero Douglas C. Montgomery:

1. Las graficas de control constituyen una técnica probada para el mejoramiento de la productividad. Un programa exitoso de la grafica de control reduce el desperdicio y el reproceso, que son los principales asesinos seriales de la productividad en cualquier operación. Si se reduce el desperdicio y el reproceso, aumenta la productividad, disminuye el costo de operación y aumenta la capacidad de producción.
2. Las graficas de control son efectivas para prevenir la disconformidad. Las graficas de control ayudan a mantener el proceso dentro de control, lo cual es consistente bajo el precepto de “hágalo bien desde la primera vez”. Rara vez resulta más barato obtener buenos productos a partir de corregir y controlar la salida de los malos. Pensemos que si no se tiene un eficaz control de proceso, estaremos pagando a los operarios por hacer un producto disconforme, desperdiciando todos los recursos de una empresa.
3. Con las graficas de control se evitar hacer ajustes innecesarios en los procesos. Mediante una grafica de control se puede diferenciar entre el ruido de fondo y la variación anormal; ningún otro dispositivo, ni siquiera un operario, es tan eficaz para hacer esta diferencia. Cuando los operarios ajustan el proceso con base en pruebas periódicas no relacionadas con una gráfica de control, con frecuencia sucede que erróneamente consideran anormal el ruido de fondo y hacen ajustes innecesarios. Estos ajustes innecesarios pueden producir un deterioro real en la ejecución del proceso. En otras palabras, las graficas de control son consistentes con la expresión: “Si no esta descompuesto, no lo repares”.
4. Las graficas de control proporcionan información de diagnostico. Es frecuente que el patrón de los puntos marcados en la gráfica de control contenga información de diagnostico valiosa para un operario o para un ingeniero experimentado. Con base en esta información se pueden implantar cambios que mejoren la ejecución del proceso.
5. Las gráficas de control proporcionan información acerca de la capacidad del proceso. La grafica de control proporciona información acerca de los parámetros importantes del proceso y de su estabilidad a través del tiempo, esto permite hacer un estimado de de la capacidad del proceso. Esta información es muy importante para los diseñadores del producto y del proceso.

4.6.2. *Principios Básicos de las Graficas de Control.*

4.6.2.1. *Causas de la Variación.*

En todo proceso de control existirá siempre una cierta cantidad de variación natural. Esta variación aparece independientemente de que tan bien se diseñe o se realice el proceso o de que tan apropiadamente se mantiene. La variación es incontrolable y resulta de muchas pequeñas causas. Estas variaciones se denominan sistema estable de causas aleatorias, y cuando son pequeñas se dice que el proceso está dentro del control estadístico del proceso.

Los procesos que están fuera de control operan en presencia de causas de variación asignable. Esta variabilidad procede de una o más de las numerosas causas asignables relacionadas con las máquinas, los materiales o los operarios.

Por lo general, los procesos de producción operan dentro de control la mayor parte del tiempo. Sin embargo, puede aparecer una de las causas asignables y alterar las condiciones de un proceso de modo que quede fuera de control. Cuando esto sucede, una parte significativa de la producción no satisface las especificaciones. Uno de los principales propósitos de la gráfica de control es detectar a la mayor brevedad la ocurrencia de estas alteraciones, de manera que se puedan encontrar las causas y tomar la acción correctiva antes de que se fabrique una cantidad considerable de productos disconformes. También tienen otros usos las gráficas de control. Por ejemplo. Los parámetros de un proceso de producción se estiman por medio de una gráfica de control. Esto permite determinar la capacidad del proceso mediante la observación de los patrones de las gráficas de control, se puede mejorar el proceso de producción. El objetivo global es reducir al máximo la variabilidad del proceso, y la gráfica de control es un instrumento excelente para este propósito.

Materiales fuera de especificaciones, máquinas mal ajustadas, herramientas desgastadas, ajustes erróneos y malos procedimientos de reparación, así como el ambiente físico y psicológico de los operarios, la desmotivación al seguir un procedimiento son reflejados inmediatamente en las gráficas de control.

4.6.2.2. Aspectos estadísticos de la elaboración de graficas de control

En la figura, se muestra una grafica de control típica. Consiste en valores limites que se llaman limite superior de control (LSC) y limite inferior de control (LIC) para una característica muestral de la calidad. Entre el LSC y el LIC hay una línea central (LC), que representa a la no desviación de la característica muestral. Las muestras se toman en orden y la característica se marca en la grafica de control. Por lo general, los puntos muestrales se unen con líneas rectas para que se aprecie fácilmente la secuencia de la actividad en el transcurso del tiempo. En la grafica de control de la figura 5.1 se presenta la variación típica alrededor de la LC.

Los límites de control, se selecciona de manera que si un proceso esta dentro de control, casi todos los puntos caerán dentro de esos limites. Cuando se presenta esta condición, no hay necesidad de implantar acciones correctivas. Si un punto cae fuera de los límites de control, esto significa que el proceso esta fuera de control. Se busca la causa y se toma la acción correctiva apropiada.

Aun cuando todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control, el proceso puede estar fuera de control. Existe una condición cuando todos los puntos caen de una manera no aleatoria o sistemática. Por ejemplo, si los últimos 10 valores muestrales están por arriba o por debajo de la LC, probablemente esto ocurriría por simple azar. De manera similar, si los últimos 10 puntos aumentan o disminuyen de valor, es un indicio de que el proceso esta fuera de control.

En realidad una grafica de control es una prueba visual de hipótesis. Si la hipótesis nula es $H_0: \theta = \theta_0$, donde θ es la característica de calidad que interesa, el rechazo de la hipótesis nula es equivalente a la situación en la que el valor muestral cae arriba o debajo de los limites de control, es decir, el punto cae en la región de rechazo. En control de calidad, si se rechaza la hipótesis nula, se dice que el proceso esta fuera de control.

Los conceptos de error tipo I y de tipo II, también se pueden aplicar a las graficas de control.

- Un error tipo I sucede si un valor muestral cae fuera de los limites de control cuando el proceso esta todavía dentro de control.
- Un error tipo II ocurre cuando un valor muestral cae dentro de los limites de control, aun cuando el proceso esta fuera de control.

La curva característica operativa (CO), indica la probabilidad de no detectar alteraciones en procesos en diferente ordenes de magnitud, pro ejemplo la probabilidad de que \bar{X} , caiga dentro de los limites de de control de una grafica de \bar{X} , conforme cambia la media del proceso.

Existen puntos fuera de los límites de control, que se deben de considerar en al interpretación de las graficas de control, entre ellos se pueden resumir:

- Existen 7 puntos consecutivos de un mismo lado de la línea central.
- Existen 7 puntos consecutivos en orden ascendente o descendente.
- Existen 2 o 3 puntos consecutivos demasiado cerca de uno de los límites de control.

4.6.2.2.1. Corrida

La forma en que los puntos se mueven por arriba o por debajo de la línea central. El número consecutivo de puntos arriba o debajo de la línea central es llamado Longitud de la Corrida. Si la longitud de la corrida es más de 7 puntos, el proceso es juzgado anormal, vea el ejemplo de la Fig. 8.

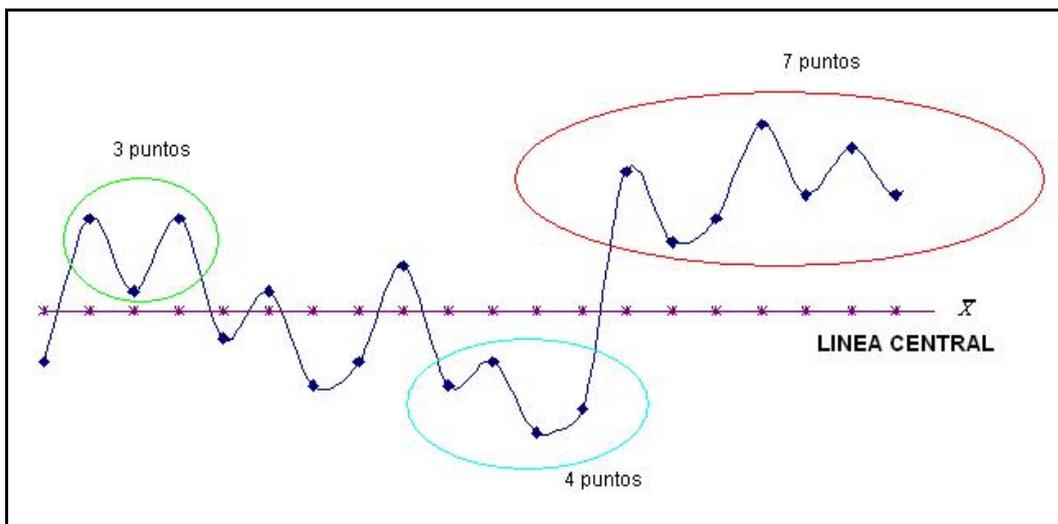


Fig. 8 Proceso Juzgado como Anormal

4.6.2.2.2. Tendencias

En caso de que los puntos vayan en secuencia ascendente o descendente, se dice que tenemos una tendencia. No existe un criterio si dicha tendencia continúa, los puntos caerán fuera de límites de control o asumirán la forma de una corrida, Vea el ejemplo de la Fig. 9.

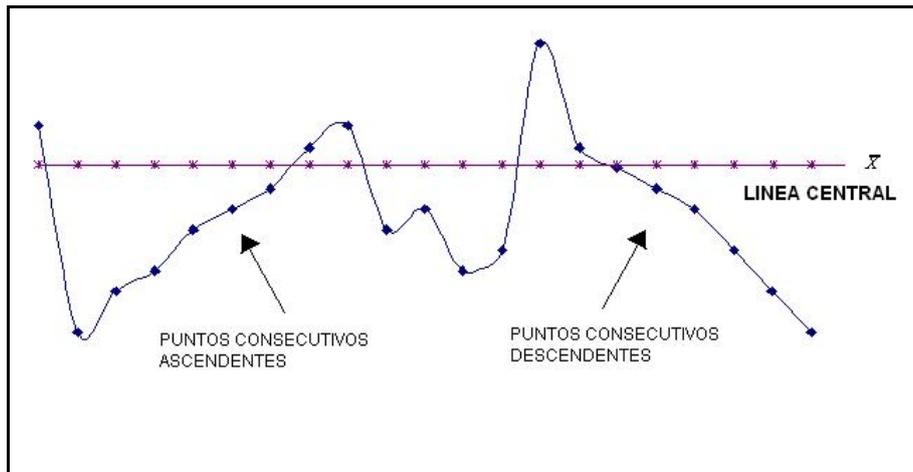


Fig. 9 Proceso con Tendencia

4.6.2.2.3. Adhesión de los puntos a los límites de Control.

Dividir el ancho entre la línea central y las líneas de control en tres partes iguales. Si dos de tres puntos consecutivos caen dentro del tercio cercano a las líneas límites se considera que el proceso es anormal, vea Fig. 10.

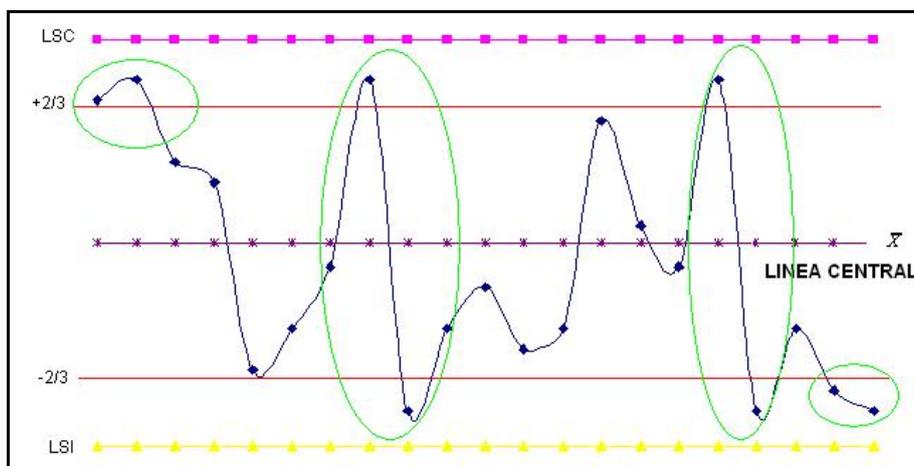


Fig. 10 Proceso Juzgado como Anormal

4.6.2.2.4. Adhesión a la línea central

Si los puntos se concentran en el centro, el proceso es juzgado anormal. Para decidir si hay adhesión a la línea central, hay que dividir la zona entre los límites en 4 partes iguales y observar si los puntos caen dentro de los sectores cercanos a la línea central. Vea Fig. 11

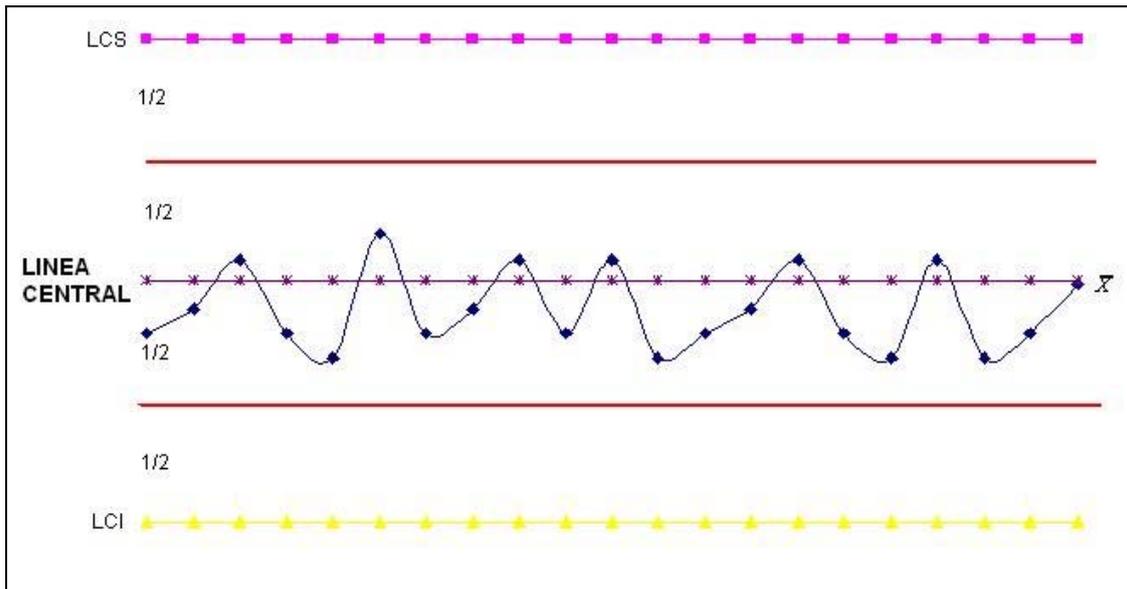


Fig. 11 *Proceso Juzgado como Anormal*

4.6.2.2.5. Periodicidad:

Se dice que el proceso muestra periodicidad, si los puntos se mueven hacia arriba y hacia abajo más o menos a intervalos iguales. Vea Fig. 12

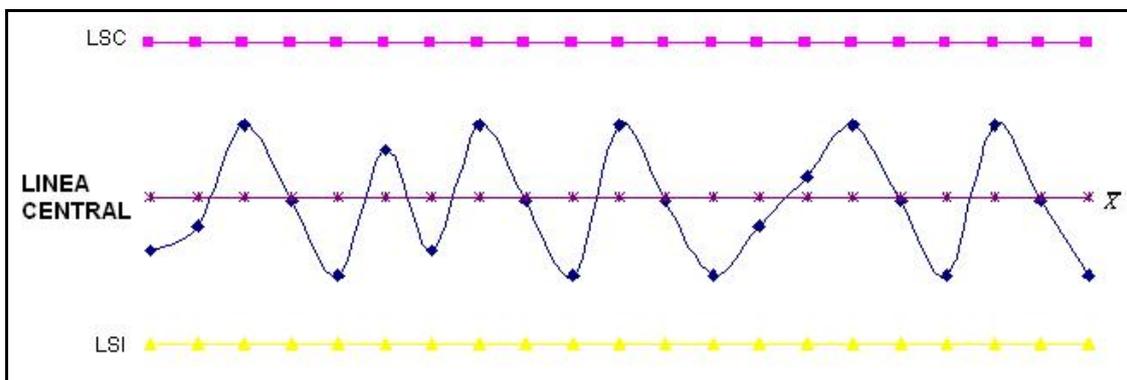


Fig. 12 *Proceso con Periodicidad*

4.6.2.2.6. Ejemplo de Grafica de control para el laminado de aluminio.

El aluminio llega a una fábrica laminadora en forma de un lingote que pesa aproximadamente 6,000 lb. El lingote pasa a través de una serie de grandes rodillos hasta que alcanza su espesor final, que se especifico como 0.125 pulgadas en el centro de la lamina (a partir de los lados). Se toman 5 de estas mediciones, para lo que se usa un aparato láser, en cada rollo de producto terminado.

El proceso de laminado entonces, se puede controlar a 0.125 pulgadas, con una desviación estándar de conocida de $\alpha = 0.008$ pulgadas, el tamaño $n = 5$. De estas cinco mediciones de cada rollo se promedian para obtener la desviación estándar de la media muestral \bar{X} , y esta característica de calidad se marca en la grafica de control. En la Tabla 4, se muestran los espesores promedio de los últimos 10 rollos.

Rollo	Espesor promedio \bar{X} (pulgadas)	Rollo	Espesor promedio \bar{X} (pulgadas)
1	0.1325	6	0.1225
2	0.1201	7	0.1302
3	0.1312	8	0.1175
4	0.1275	9	0.1251
5	0.1245	10	0.1299

Tabla 4 *Tabla de espesor promedio de aluminio laminado*

Para este ejemplo:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \Rightarrow \sigma_{\bar{x}} = \frac{0.008}{\sqrt{5}} = 0.00358 \text{ Pulgadas}$$

Si el proceso esta dentro de control, con un espesor medio de 0.125 pulgadas, entonces en el supuesto de que \bar{X} tiene una distribución aproximadamente normal (de acuerdo con el teorema de limite central), el $100(1-\alpha) \%$ de los espesores medios muestrales deberán caer dentro de $0.125 \pm Z_{\alpha/2} (0.00358)$. Donde $Z_{\alpha/2}$ se puede fijar en cualquier valor, pero es una practica común escoger $Z_{\alpha/2} = 3$ (de aquí el termino graficas de control con tres sigmas).

Los valores de los límites de la grafica de control, se establecen pues como:

$$LSC = 0.125 + 3(0.00358) = 0.13574$$

$$LC = 0.125 \quad , \text{ valores en pulgadas.}$$

$$LIC = 0.125 - 3(0.00358) = 0.115426$$

A continuación se muestra la Fig. 13, con la gráfica obtenida.

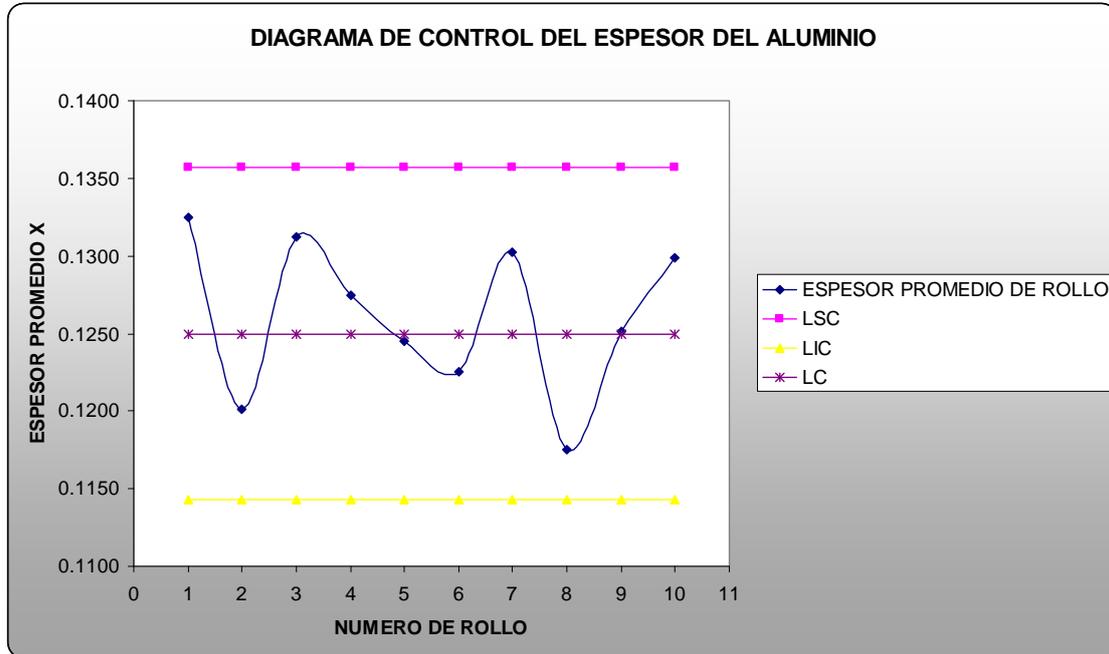


Fig. 13 Diagrama de control del espesor del aluminio

Observe que si el tamaño de la muestra es más grande, los límites de control son más pequeños. Así, para $Z_{\alpha/2} = 3$ si se toman 10 muestras en lugar de 5, los límites de control serían:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{0.008}{\sqrt{10}} = 0.00253$$

de tal forma que los valores de los límites de la gráfica de control, se establecerían como:

$$LSC = 0.125 + 3(0.00253) = 0.13259$$

$$LC = 0.125 \quad , \text{valores en pulgadas.}$$

$$LIC = 0.125 - 3(0.00358) = 0.11741$$

4.6.2.3. *Uso de las graficas de control.*

Las graficas de control son un instrumento muy útil, que tiene aplicaciones como las siguientes:

1. *Control de procesos en marcha.* Se reúnen datos muestrales y se registran en la grafica de control. Si los datos caen dentro de los limites y no muestran un comportamiento sistemático, se dice que el proceso esta dentro de control. Este procedimiento se puede aplicar retrospectiva o prospectivamente; es decir, permite determinar si el proceso estuvo dentro de control en el pasado o si estará dentro de control ene. Futuro.
2. *Valores estándar dado.* Un propósito importante de la elaboración de la grafica de control consiste en determinar si un proceso se apega a los valores estándar que específico la administración. En el ejemplo del laminado de aluminio, la administración pudo haber dado normas con un valor medio de 0.125 pulgadas y una desviación estándar de 0.008 pulgadas. Un punto que cae fuera de los límites de control determinados de acuerdo con estas normas indica que no se están cumpliendo dichas normas.
3. *Capacidad del proceso.* Un proceso que opera dentro de control puede estar operando dentro de las especificaciones o no. si el proceso presenta control estadístico, se puede usar la media y la desviación estándar para determinar su capacidad de producir conforme a las especificaciones. Estos estudios de la capacidad del proceso afectan a muchos tipos de decisiones, como las inversiones de capital para reducir la variabilidad del proceso y los acuerdos contractuales con los clientes.

Por ejemplo, en el laminado del aluminio, este se usa principalmente para fabricar envases de cerveza. Estos fabricantes desean aluminio cuyo espesor nominal sea de 0.125 pulgadas. Sin embargo, pueden usar laminas de aluminio cuyo espesor promedio, con base en 5 muestras de una lamina, se hasta de 0.1375 pulgadas, pero no menor a 0.1175 pulgadas, ya que la maquina moldeadora, no hará una lata con la altura suficiente si el aluminio es demasiado delgado. El estudio de capacidad del proceso permite determinar si se pueden cumplir estas especificaciones (tal vez si se aumenta el espesor del producto terminado, pero de este modo se desperdicia aluminio).

4.6.2.4. *Tipos de graficas de control*

Las graficas de control se dividen en dos subgrupos, las graficas de control de atributos y las graficas de control de variables.

Gráficas de Control de Atributos:

- Gráfica p. Usada para la fracción disconforme.
- Gráfica np. Usada para el número de artículos disconformes.
- Gráfica c. Usada para disconformidades.
- Gráfica u. Usada para disconformidades por unidad.

Gráficas de Control de Variables:

- Gráfica \bar{X} . Usada para medias (tendencia central).
- Gráfica R. Usada para intervalos (dispersión).
- Gráfica S Usada para desviación estándar (dispersión).
- Gráfica Suacum. Usada para medias u observaciones individuales.

4.6.3. *Ejemplos de graficas de control*

Este trabajo no pretende ser un curso de Estadística aplicada al control de la calidad, solo busca mostrar las herramientas aplicables al proceso, para mayor información consultar la bibliografía.

Las diferencias que existen entre las gráficas R y las S, son, en primer lugar que las gráficas R se calculan con mayor facilidad y su explicación es más sencilla, en cambio en las gráficas S, se usan todos los datos, en consecuencia, es más precisa.

Las cartas de control se elaboran teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- 1 Definir la característica de la calidad a evaluar: la variable deberá ser medible y expresable en números, por lo general están expresadas en función de longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, etc.
- 2 Escoger el subgrupo racional: los datos que se reúnen en forma aleatoria no se los considera racionales, un subgrupo racional es aquel en el que la variación que se produce dentro del grupo mismo se debe a causas fortuitas; esa variación sirve para calcular los límites de control y la variación entre un subgrupo y otro sirve para evaluar la estabilidad a largo plazo. Una regla práctica es utilizar gráficas \bar{X} y S en vez de \bar{X} y R cuando el tamaño del subgrupo es mayor que 15.

- 3 Reunir los datos necesarios: los mismos se deben registrar en tablas sencillas para facilitar los cálculos de \bar{X} , R y S .
- 4 Calcular la línea central de ensayo y los límites de control: según los parámetros estadísticos conocidos, las fórmulas a utilizar son mostradas en la Tabla 5:

Método	Gráfica \bar{X}	Gráfica R	Gráfica \bar{s}
μ_x y σ_x conocidas	$LCS = \mu_x + A\sigma_x$ Línea Central = μ_x $LCI = \mu_x - A\sigma_x$	$LCS = D_2\sigma_x$ Línea Central = $d_2\sigma_x$ $LCI = D_1\sigma_x$	$LCS = B_6\sigma_x$ Línea Central = $C_4\sigma_x$ $LCI = B_5\sigma_x$
μ_x y σ_x estimadas a partir de \bar{X} y R	$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ Línea Central = $\bar{\bar{X}}$ $LCI = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$LCS = D_4\bar{R}$ Línea Central = \bar{R} $LCI = D_3\bar{R}$	
μ_x y σ_x estimadas a partir de \bar{X} y \bar{s}	$LCS = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s}$ Línea Central = $\bar{\bar{X}}$ $LCI = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s}$		$LCS = B_4\bar{s}$ Línea Central = \bar{s} $LCI = B_3\bar{s}$

Tabla 5 *Tabla de formulas estadísticas básicas para la creación de Cartas de Control*

Representar gráficamente las cartas de control: se realizan con software específico para estadística. Los gráficos consisten en trazar una línea central continua, con los parámetros de \bar{R} , \bar{s} o $\bar{\bar{X}}$, y las líneas de los límites superiores e inferiores en línea discontinua y por medio de puntos o marcas, se dibujan los datos.

4.6.3.1. *Ejemplo de Carta \bar{X}*

Una empresa envasa producto “w” en costales de 50 kg, pero el cliente ve mal que los costales pesen menos de 50 kg., por lo que se establece una tolerancia inferior de 49 kg, y una superior de 51 kg. Tal que el valor nominal sea de 50 kg, por lo que si un costal cae dentro del rango 49-51 kg. se considera aún tolerable.

Haciendo uso de la (Carta \bar{X} -R) para evaluar el desempeño del llenado, tanto en relación con la tendencia central como la variabilidad. Para construir esta carta se inicia determinando “la característica de calidad a estudiar” para el caso el peso de los costales.

Se toma una referencia en tiempo, para el caso se toma cada hora una muestra de 4 costales que han sido llenados consecutivamente, los datos obtenidos en tres días se enlistan en la Tabla 6:

No. de Muestra O Subgrupo	Peso de los Costales				Media	Rango
1	50.2	49.9	49.0	50.1	49.80	1.20
2	50.3	50.2	50.0	49.3	49.95	1.00
3	49.8	50.0	50.0	49.7	49.88	0.30
4	50.0	49.4	50.1	50.5	50.00	1.10
5	50.2	49.8	49.1	49.9	49.75	1.10
6	49.2	50.7	49.1	49.8	49.70	1.60
7	49.6	49.9	49.5	49.9	49.73	0.40
8	50.2	49.8	49.5	50.6	50.03	1.10
9	50.1	49.3	49.0	49.3	49.43	1.10
10	50.8	49.6	49.8	50.4	50.15	1.20
11	48.8	50.7	49.7	50.1	49.83	1.90
12	50.3	49.6	49.4	49.3	49.65	1.00
13	49.3	49.3	49.2	50.5	49.58	1.30
14	50.2	50.5	50.2	50.9	50.45	0.70
15	48.8	50.2	49.5	49.6	49.53	1.40
16	50.9	49.5	49.3	49.9	49.90	1.60
17	49.7	48.8	49.6	49.5	49.40	0.90
18	49.4	49.3	49.4	50.2	49.58	0.90
19	49.9	49.7	49.9	49.1	49.65	0.80
20	49.7	49.2	49.4	49.7	49.50	0.50
21	50.6	49.6	49.6	49.9	49.93	1.00
22	49.9	49.9	50.0	49.7	49.88	0.30
23	49.6	50.2	49.9	48.7	49.60	1.50
24	49.6	48.9	50.2	49.0	49.43	1.30
					$\bar{X} = 49.76$	$\bar{R} = 1.05$

Tabla 6 Tabla de muestreo con Media y Rango calculados para el ejemplo.

Calcula la media y el rango de la muestra, se permitirá tener información sobre la tendencia central y sobre la variación entre las muestras

Para el caso de la carta \bar{X} , la variable X que se grafica es la media de las muestras, ésta se estima como:

$\mu_x = \mu_{\bar{x}} \cong \bar{\bar{X}}$, donde \bar{X} es la media de las medias de las muestras.

La desviación estándar de las medias de las muestras es:

$\sigma_x = \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{n}$, donde:

n es el tamaño de la muestra (4 en el caso),
 σ Es la desviación estándar de la característica de calidad original (peso de los costales individuales) este es un hecho importante a diferenciar en las cartas \bar{X} .

Una forma de estimar (σ) en la que se incluye la variabilidad dentro de las muestras, y que consiste en estimar (σ) mediante la media de los rangos, (\bar{R}), es:

$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$, donde:

d_2 Es una constante que depende del tamaño de la muestra.

De lo anterior, se tiene que los “límites de control” para una carta (X), se obtienen como:

$$\begin{aligned} LCS &= \bar{X} + A_2 \bar{R} \\ \text{Línea Central} &= \bar{X} \\ LCI &= \bar{X} - A_2 \bar{R} \end{aligned}$$

Donde:

$$A_2 \bar{R} \cong 3\sigma_{\bar{x}} = 3 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) = 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \right) = \left(\frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \right) \bar{R}$$

En la Tabla 7, se tienen valores de A_2 para diferentes tamaños de muestra n .

Tamaño de la muestra, n	Carta \bar{X}		Carta R		Estimación de σ
	A_2	D_3	D_4	d_2	
2	1.880	0	3.267	1.128	
3	1.023	0	2.575	1.693	
4	0.729	0	2.282	2.059	
5	0.577	0	2.115	2.326	
6	0.483	0	2.004	2.534	
7	0.419	0.076	1.924	2.704	
8	0.373	0.136	1.864	2.847	
9	0.337	0.184	1.816	2.970	
10	0.308	0.223	1.777	3.078	
11	0.285	0.256	1.744	3.173	
12	0.266	0.283	1.717	3.258	
13	0.249	0.307	1.693	36	
14	0.235	0.328	1.672	3.407	
15	0.223	0.347	1.653	3.472	
16	0.212	0.363	1.637	3.532	
17	0.203	0.378	1.622	3.588	
18	0.194	0.391	1.608	3.640	
19	0.187	0.403	1.597	3.689	
20	0.180	0.415	1.585	3.735	
25	0.153	0.459	1.541	3.931	

Tabla 7 Factores para la Construcción de Cartas de Control

Para el caso del ejemplo en cuestión, los límites de control para la carta (\bar{X}) son:

$$LCS = 49.76 + (0.7925 \times 1.05) = 50.526$$

$$\text{Línea Central} = 49.76$$

$$LCI = 49.76 - (0.7925 \times 1.05) = 48.996$$

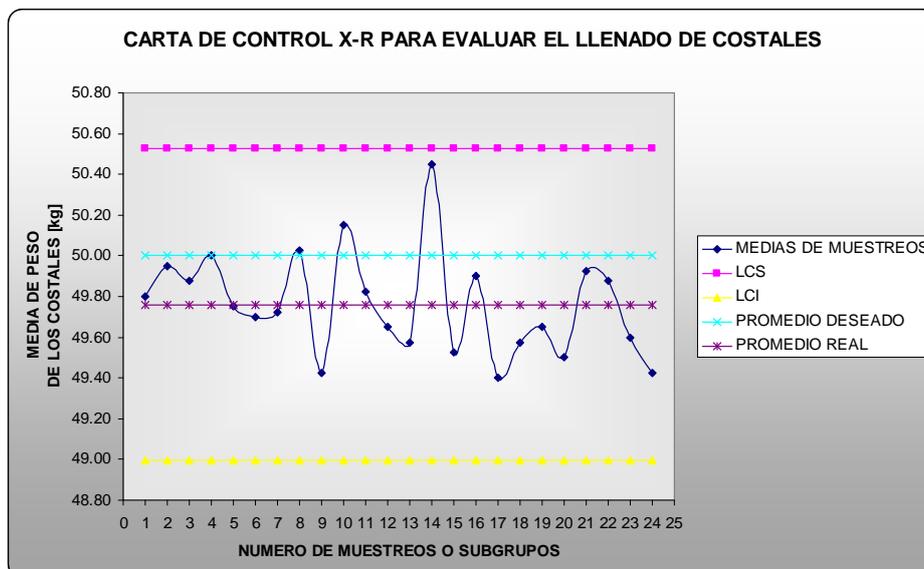


Fig. 14 Carta de Control \bar{X} -R

De la Fig. 14, se observa que el peso de los costales fluctúa de forma estable alrededor de los 49.76 Kg. Por lo que se tiene un hecho positivo (estabilidad) y otro negativo (el promedio 49.76 Kg. está por debajo del deseado 50 Kg.).

4.6.3.2. Carta R

Este diagrama es utilizado para estudiar la variabilidad de una característica de calidad de un producto o un proceso, en ella se analiza el comportamiento sobre el tiempo de los rangos de las muestras o subgrupos.

Los límites de control se obtienen:

$$LCS = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Línea Central} = \bar{R}$$

$$LCI = D_3 \bar{R}$$

Haciendo uso de la tabla de factores para la Construcción de Cartas de Control se tiene:

$$LCS = 2.228 \times 1.05 = 2.3963$$

$$\text{Línea Central} = 1.05$$

$$LCI = 0 \times 1.05 = 0$$

Graficando se tiene la Fig. 15:



Fig. 15 Carta de Control R

Se observa que el proceso estuvo bajo control estadístico en cuanto a la variabilidad. El rango de las muestras de 4 costales fluctúa de forma estable (entre 0 y 2.396 kg) con promedio de 1.05 kg.

Los límites de control encontrados se pueden usar a futuro para controlar el proceso de envasado de costales de producto “w” directamente en la línea de producción

Un aspecto importante a resaltar en la interpretación de una carta \bar{X} es el hecho de que sus límites de control no son equivalentes a las especificaciones o tolerancias de la característica de calidad; es más no tienen ninguna relación, ya que los límites de control son obtenidos a partir de la variabilidad del proceso, y en la carta \bar{X} representan la realidad en cuanto a la variabilidad de las medias de las muestras, en tanto que las especificaciones son valores deseados para las mediciones individuales de las características de calidad.

Los límites de control en una carta (x) sirven para estudiar la realidad o variabilidad del proceso, vista a través de las medias, y no sirve para ver si se cumple con las especificaciones deseadas.

4.6.3.3. Cartas P

Existen muchas características de calidad del tipo pasa no pasa, o de proporción de artículos defectuosos, donde de acuerdo con éstas, un producto es juzgado como defectuoso o no defectuoso, dependiendo de si posee ciertos atributos

Si un producto no reúne ciertos atributos no se le deja pasar a la siguiente etapa del proceso y se le llama artículo defectuoso

Esta carta muestra las variaciones en la fracción o proporción de artículos defectuosos por muestra, es usada para reportar la proporción (o porcentaje) de productos defectuosos en un proceso

En esta carta se revisa cada uno de los artículos de una muestra (o subgrupo), y cada uno de éstos tiene una calidad aceptable o no, es decir, un artículo pasa o no pasa

P es tomado como una muestra o subgrupo de n artículos, que puede ser la totalidad o una parte de las piezas de un pedido, un lote, un embarque o cierta producción

Se revisa cada uno de estos n artículos y se encuentra cuáles son defectuosos; entonces, en la carta P se grafica la proporción Pide artículos defectuosos, que se obtiene al dividir la cantidad de artículos defectuosos encontrada en cada muestra entre el tamaño de la muestra n

Los límites de control para la Carta P son:

$$LCS = \bar{\bar{P}} + 3 \left(\sqrt{\frac{\bar{\bar{P}}(1-\bar{\bar{P}})}{n}} \right)$$

$$\text{Línea Central} = \bar{\bar{P}}$$

$$LCI = \bar{\bar{P}} - 3 \left(\sqrt{\frac{\bar{\bar{P}}(1-\bar{\bar{P}})}{n}} \right)$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

$\bar{\bar{P}}$ = Proporción promedio de artículos defectuosos, que se obtienen al dividir la cantidad de artículos defectuoso en todas las muestras entre la totalidad de productos inspeccionados.

Ejemplo

En la empresa “x” se fabrican válvulas. Después del proceso de fundición se hace una inspección y las piezas que no cumplen con ciertas características son rechazadas. Las razones por las que pueden ser rechazadas son diversas: piezas incompletas, porosas, mal formadas, etc.

Para evaluar la variabilidad y la magnitud de la proporción de piezas defectuosas en el proceso de fundición se decide implantar una Carta P

El proceso se trabaja en lotes; los datos obtenidos durante una semana se muestran en la siguiente Tabla 8:

Muestra o Lote	Tamaño de Lote, n_i	Artículos Defectuosos D_i	Proporción P_i
1	300	15	0.050
2	300	12	0.040
3	300	15	0.050
4	300	7	0.023
5	300	16	0.053
6	300	6	0.020
7	300	18	0.060
8	300	10	0.033
9	300	9	0.030
10	300	25	0.083
11	300	9	0.030
12	300	4	0.013
13	300	7	0.023
14	300	9	0.030
15	300	5	0.017
16	300	15	0.050
17	300	19	0.063
18	300	7	0.023
19	300	12	0.040
20	300	10	0.033
21	300	4	0.013
	$\bar{n} = 300$		$\bar{P} = 0.0371$

Tabla 8 Datos para ejemplo

El tamaño del lote fijo es $\bar{n} = 300$, en ocasiones, por diferentes causas, se hacen unas cuantas piezas de más o de menos, como se muestra y los límites de control para la Carta P serán:

$$LCS = 0.0371 + 3 \left(\sqrt{\frac{0.0371 \times (1 - 0.0371)}{300}} \right) = 0.0698$$

$$\text{Línea Central} = 0.0371$$

$$LCI = 0.0371 - 3 \left(\sqrt{\frac{0.0371 \times (1 - 0.0371)}{300}} \right) = 0.00436$$

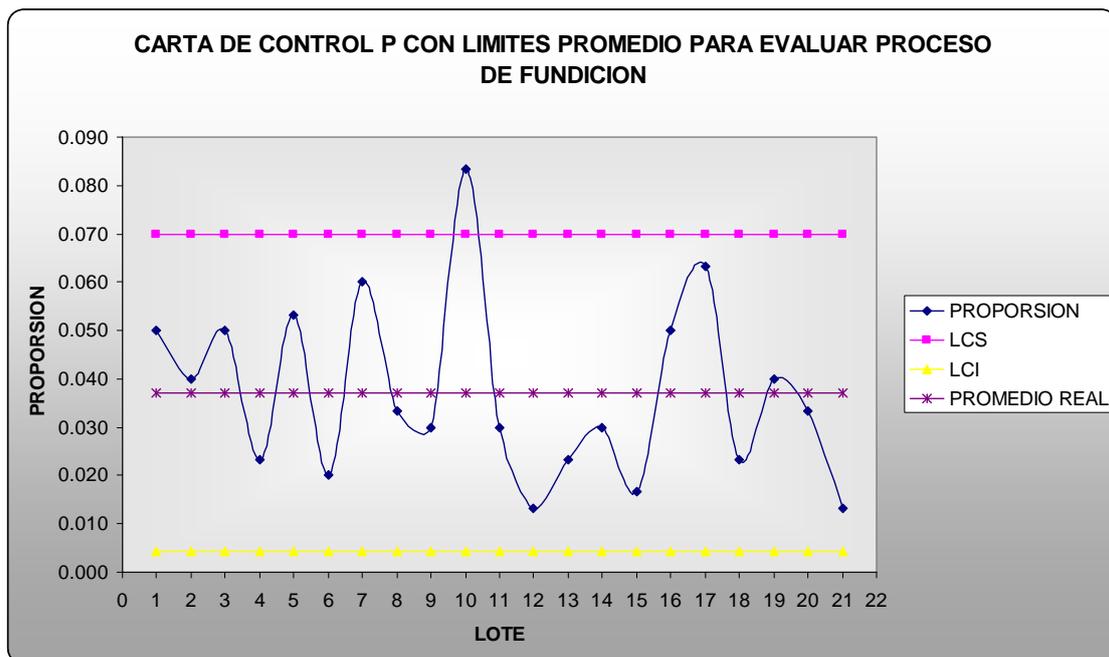


Fig. 16 Carta De Control P de Ejemplo

Si se maneja en términos porcentuales, se tiene que en este proceso, el porcentaje de artículos defectuosos, en lotes de 300 piezas, fluctúa ordinariamente entre 0.436% y 6.98%, con un promedio de 3.71%

4.7. HOJAS DE INSPECCION O VERIFICACIÓN.

Denominado también por su terminología inglesa Check List, es un formulario o formato de registro construido específicamente para obtener datos relativos a un tema determinado (problema, fallo, situación, proceso), de tal forma que sea sencillo el registro sistemático de tales datos y que por lo tanto se puede comprender con claridad el problema o situación que se estudia para facilitar su representación en una grafica o tabla posterior, vea el ejemplo mostrado en la Fig. 17. Esta toma dos vertientes diferentes:

- Hoja de Inspección: se utiliza cuando se necesitan reunir datos basados en la observación de las muestras con el fin de comenzar a detectar tendencias.
- Hoja de Verificación: la utilidad del formato se convierte en documento que sirve para validar la confirmación o existencia de objetos, materiales, servicios, procesos.

Se utilizan para:

- Ayudar a comprender una situación real: por ejemplo la evolución de lo fabricado en cuanto a cantidad, el % defectuoso, el número de actividades que no agregan valor a un proceso o servicio.
- Construye los primeros pasos de la historia de la calidad, mediante la definición específica de los datos a recolectar.
- Observar la tendencia de los datos necesarios para el control de procesos, la temperatura de un horno, la mezcla de componentes los servicios mas frecuentes el tipo de quejas de los clientes, etc.

CHECK LIST					
Objetivo Del Formato: /Recolectar numero de incidencias por turno en la maquina XX					
Proceso _____			Fecha: _____		
Tipo de servicio: _____					
Departamento: _____					
Responsable de recepción: _____			Total de Datos: _____		
Tipo de Defecto					Total.
Problema 1					
Problema 2					
Problema 3					
Problema 4					
Problema 5					
Observaciones de incidencias:					

Fig. 17 Ejemplo de Hoja de Inspección

5. EJEMPLOS DE SOLUCIONES ENCONTRADAS CON LA IMPLEMENTACION DE KAIZEN

El uso de KAIZEN y KAIRYO son herramientas que como ya mencionamos usándolas de forma idónea, nos arrojaran los mejores resultados en el desarrollo de mejora del proceso. En este capitulo se mostraran algunos ejemplos de aplicación observados en mi estadía en la industria, ellos son solo de carácter informativo y no pretenden mas que mostrar el uso de KAIZEN en sus procesos internos.

5.1. APLICACIÓN DE LAS 5'S EN UN ENTORNO PRODUCTIVO

Como ya se comento un ambiente productivo requiere primeramente aplicar 5'S, como primer paso, en este ejemplo se ilustrara la forma en que cambio un entorno con la aplicación de 5'S.

5.1.1. Detección de Condición Insegura.



Fig. 1 Condición Insegura en área de destrucción de materia prima, al comenzar a implementar 5'S

5.1.2. Mesa de trabajo en Taller Mecánico de Mantenimiento a equipo Industrial.



Fig. 2 Entorno antes de la aplicación de 5'S



Fig. 3 Entorno después de la aplicación de 5'S

5.1.3. Almacén de Materia Prima



Fig. 4 Almacén de Materia Prima antes de 5'S



Fig. 5 Almacén de Materia Prima después de 5'S

5.1.4. *Aplicación de 5'S en Máquina de Torno*



Fig. 6 Torno antes de la aplicación de 5'S



Fig. 7 Torno después de la aplicación de 5'S

5.1.5. *Aplicación de 5'S en diferentes entornos*



Fig. 8 *Cajón de personal Administrativo*



Fig. 9 *Gaveta de Personal de Mantenimiento.*

5.2. *EL BUZON DE SUGERENCIAS*

Es de enunciar que una de las máximas herramientas dentro de la compañías es la denominada Buzón de Sugerencias, es sencilla la implantación de este sistema, la mayoría de las veces dicho Buzón se encuentra en las áreas de servicio al cliente, es un lugar reservado, donde se tiene papel y una hoja membretada, recordemos que la prioridad en el servicio es la atención al cliente, de tal forma que escuchar sus necesidades es la forma de predisponer los servicios que ofrecemos. Este es el sistema de mayor uso, pues no requiere gran inversión. El responsable del área será el responsable de darle seguimiento a dicha sugerencia y evaluar su correcta implementación en el área aplicable.

La evolución de los sistemas ha llevado a encuestas telefónicas en el uso de evaluación del servicio ofrecido. Áreas de sugerencias en la página Web.

En el área de manufactura promover la participación del trabajador, los gerentes y supervisores siguen varias guías:

- Mostrar siempre una respuesta positiva a la sugerencia para el mejoramiento.
- Ayudar a los trabajadores en la redacción fácil que describa alguna anomalía y darles sugerencias útiles en su trabajo.
- Tratar de identificar incluso la mas ligera inconveniencia para los trabajadores (esto requiere una muy buena comunicación entre superior y subordinado).
- Aclarar muy bien la meta como ejemplo, ¿Cuántas sugerencias necesitamos este mes?, ¿en que área necesitamos poner mayor énfasis?

A diferencia de las encuestas telefónicas y las áreas de sugerencia en las páginas Web de las empresas, las áreas de manufactura premian a las mejores sugerencias.

De esta forma, mientras en los sistemas de servicio, las sugerencias son gratis, en el área de manufactura se debe de tener un sistema de recompensa a quien da las mejoras.

5.2.1. *Sistema de sugerencias de Canon.*

By Massaki, Imai
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

El sistema de sugerencias, junto con las actividades del grupo pequeño, las actividades de "Limpie su taller" y convenciones y juntas de informes, es un instrumento integral para alcanzar las metas del SCP (Sistema Canon de Producción). El sistema de sugerencias de Canon se extiende a todos los empleados y trabajadores temporales, con exclusión de los gerentes. También se estimulan las sugerencias conjuntas y de grupo.

Cualquier sugerencia para mejorar el lugar de trabajo es bien recibida, ya sea que la sugerencia se relacione directamente o no al propio taller. Solo son rechazadas las siguientes clases de sugerencias:

- 1 Sugerencias para nuevos productos (Canon tiene un plan distinto de sugerencias para manejar estas).
- 2 Sugerencias con respecto a la administración de personal y condiciones de trabajo.
- 3 Quejas y agravios.
- 4 Sugerencias sobre cosas que deben hacerse a nivel superior.
- 5 Sugerencias demasiado vagas o imposibles de implantar.
- 6 Plagios.

En 1983, los empleados de Canon proporcionaron un total de 390000 sugerencias con un valor estimado de ¥ 19.3 miles de millones (U.S. \$84 millones). El total de gastos en el sistema de sugerencias fue de ¥250 millones (U.S. \$1.08 millones), significando que el beneficio fue de 77 veces. El ahorro total anticipado del SCP fue de ¥24 mil millones (U.S. \$100 millones) en 1983.

Sin embargo, debe observarse que existe cierto traslape entre los efectos de las sugerencias y los ahorros del SCP, ya que los dos sistemas representan formas distintas de considerar los ahorros logrados.

El empleado presenta su sugerencia por escrito en la forma para sugerencias correspondiente, que cuenta con espacio hasta para cinco sugerencias. Esta sencilla forma para las sugerencias fue adoptada en 1978 para facilitar a los trabajadores la presentación de sus sugerencias y el número de ellas por trabajador ha aumentado en forma considerable desde su adopción.

El supervisor estudia la forma y de inmediato toma las medidas necesarias para implantar las ideas por abajo del Grado E. Con frecuencia, la sugerencia se hace de manera verbal y se presenta por escrito después de que ha sido implantada. Puesto que la sugerencia se relaciona con el área, el supervisor puede ver con facilidad las implicaciones de esta. Al

día siguiente o tres días cuando mas tarde, el supervisor inicia la forma y la regresa al individuo para que la presente.

Si la idea es clasificada como D ó mas, el empleado la vuelve a escribir en la forma para sugerencias avanzadas y la presenta otra vez para el estudio del comité departamental y del comité de toda la planta. Después, la sugerencia se remite al comité central para la evaluación anual.

Las categorías llevan premios en efectivo:

<i>Puntuación</i>	<i>Grado</i>	<i>Premio (¥)</i>	<i>Premio(Dólar)</i>
5	A	50000	200
4	B	20000	80
3	C	10 000	40
2	D	5000	20
1	E	2000	8
0.33	F	1 000	4
	G	500	2

La implementación es remitida a los equipos de mejora, en donde se trabajar con un miembro invitado que será quien propuso la mejora.

Cabe mencionar que este es uno de los sistemas de sugerencias de mejor resultado, pues por una parte se considera el desarrollo del empleado y por el otro se recompensa su lealtad y la búsqueda de soluciones en la empresa.

En la implementación de KAIZEN en algunas empresas, los aumentos por productividad de los empleados vienen dados por este tipo de sistemas de sugerencias, en donde es primicia enunciar un número determinado de mejoras.

Cada sistema de evaluación es diferente y en muchos casos esta es la mejor inversión que se pueda tener, hay que definir simplemente los alcances a cumplir.

Otro tipo de mejoras de esta índole son los denominados Reportes de Incidentes, en ellos se denuncian condiciones inseguras que se observen al realizar alguna actividad, estos previenen una posible lesión o incapacidad, de tal forma que en muchas empresas dichos reportes son evaluados de diferente forma, teniendo un mayor peso dentro de la evaluación de sugerencias.

Este punto es muy delicado por que una mala definición dentro de los alcances de una sugerencia, puede volver apático al empleado a contribuir en el sistema, solo realizando su trabajo, pero no cumpliendo con este tipo de requerimiento de su cliente-proveedor principal (su jefe), mermando el desarrollo del KAIZEN.

5.3. ***EXPERIENCIAS EN NIPPON STEEL Y NISSAN MOTOR, ENTRENAMIENTO EN MULTIHABILIDADES***

By Massaki, Imai
Kaizen: The Key to Japan's
Competitive Success.

En Kimitsu Works de la Nippon Steel Corporation, seis hombres que trabajaban en el horno de recalentamiento de laminado de bandas en caliente formaron un grupo de JK (Jishu Kanri) para estudiar la forma de mejorar el uso eficiente del calor. En sus estudios, encontraron que la pista era detener el aire para que no entrara al horno. Esto los llevó a la idea de usar aire a presión. Con el fin de hacer los ajustes necesarios en el equipo, sin embargo, necesitaban ayuda para la soldadura eléctrica y el trabajo de plomería de los ingenieros del departamento de mantenimiento.

Cuando pidieron ayuda al departamento de mantenimiento, se les dijo, "Puesto que están trabajando en un problema con su propio equipo, por que no tratan de hacer ustedes todo el trabajo? Sin embargo, con gusto les ayudaremos a que aprendan las habilidades necesarias".

Así que estos trabajadores de horno se dieron a la tarea de aprender la soldadura y plomería en los días de descanso y después de sus horas de trabajo bajo la guía de los ingenieros del departamento de mantenimiento. Aún cuando estas habilidades no tenían nada que ver directamente con sus trabajos, estaban dispuestos a hacer el esfuerzo para adquirir estas nuevas habilidades. Después de 20 h, estuvieron lo bastante diestros para hacer sus propias modificaciones al horno de recalentamiento. Una vez hechos los ajustes, fue mejorada la eficiencia térmica lo bastante para ahorrar 5 000 kcal/ton.

Como se mencionó con anterioridad, el JK se refiere a Jishu Kanri, que podría traducirse como auto-administración o participación voluntaria. En el marco de empleo permanente, los trabajadores japoneses están psicológicamente listos para atacar muchas asignaciones de trabajo distinto. Cuando por primera vez se unen a la compañía, ni siquiera saben la clase de trabajo a que serán asignados. Cuando son asignados a un puesto específico, como trabajar en un torno, la administración se asegura de que reciban suficiente entrenamiento. Si la compañía decide transferirlos a un trabajo distinto, como a una fresadora, la administración les proporciona otra vez el entrenamiento necesario y los trabajadores aceptan de buena gana el cambio. Por lo que a los trabajadores concierne, se les asegura un empleo vitalicio con la compañía y están dispuestos a adquirir las varias habilidades como parte de su constante desarrollo. Se consideran como proveedores de habilidades no específicas que se desarrollaran durante su empleo. A su vez, la administración necesita esta receptividad para capacitar a la compañía para responder a los adelantos científicos y a los cambios del entorno creando nuevos trabajos.

Por ejemplo, esto ha ayudado a la administración a cambiar a la fuerza de trabajo entre distintos segmentos de la industria. Cuando fueron cerradas las minas de carbón de Kyushu en la década de 1960, los mineros desplazados fueron transferidos a la industria del acero. En forma similar, cuando la industria de la construcción de barcos fue golpeada por la recesión, muchos de sus trabajadores fueron transferidos al sector automotriz de los mismos grupos corporativos. Tal flexibilidad y adaptabilidad, y la disposición de los trabajadores a cualquier asignación de trabajo, son uno de los puntos fuertes de la economía japonesa. Esto está incrementado por el hecho de que la mayoría de estos trabajadores están organizados en sindicatos empresariales, no en sindicatos artesanales.

Es irónico que la ciencia moderna, al apoyar a los especialistas y profesionales, ha tendido a fortalecer la conciencia de clase de las personas y al mismo "sistema de castas" del cual la sociedad moderna está tratando de librarse. Estas esferas de especialistas que se multiplican con rapidez no pierden tiempo en organizarse y en formar alianzas. En ocasiones, existen más especialistas que trabajos en un campo dado, pero se resisten con frecuencia a cambiar de trabajo por "orgullo profesional".

Esta misma actitud es evidente en los negocios. Los mineros del carbón quieren seguir siendo mineros del carbón, sin que importe si hay bastantes puestos para todos ellos ó si hay necesidad del carbón que extraen. Cuando los trabajadores en una compañía comienzan a hacer valer su codiciada "especialidad", quieren seguir en la misma categoría de trabajo y se rehúsan a aprender nuevas habilidades o aceptar distintos tipos de trabajo, esto convierte en una tarea colosal para la administración el introducir un cambio. Pero en el Japón los trabajadores están más que dispuestos a adquirir nuevas habilidades y aceptar nuevos trabajos, y en fecha reciente ha habido un esfuerzo consciente de parte de la administración japonesa para entrenar a los trabajadores en habilidades múltiples.

En Nissan Motor, los trabajadores que hacen soldadura manual de punto en las carrocerías de los automóviles están entrenados para hacer trabajos de alijó en los recortes cuando estos se desgastan. En circunstancias normales, tal trabajo sería hecho por un ingeniero del departamento de mantenimiento. Sin embargo, dice Shoichi Nakajima, director administrativo de Nissan, puesto que los trabajadores conocen mejor su equipo, reciben bien la oportunidad de adquirir nuevas habilidades relacionadas con su trabajo.

Considerando como un reto hacer el trabajo de mantenimiento en su propio equipo ellos mismos, van de muy buena gana al departamento de mantenimiento a adquirir habilidades propias de mantenimiento. Para ellos, en cierto modo esto es la prolongación y enriquecimiento de su trabajo.

De acuerdo con Nakajima, el trabajo de un obrero en el proceso de producción en masa tiende a ser sencillo y de una sola habilidad -en particular en las operaciones de la línea de montaje lo que conduce a una penosa monotonía. Ayudando a los trabajadores a adquirir habilidades múltiples, es una buena forma de liberarlos del trabajo monótono. Nissan comenzó a estimular a los trabajadores de habilidades múltiples más o menos al

mismo tiempo en que la administración comenzó a introducirse la automatización y robotización. Los procedimientos de trabajo en la planta de montaje de carrocerías ha sido el 50% automatizada, lo que significa que el número de trabajadores ha sido reducido a la mitad en los últimos 10 años. En vez de ser suspendidos, los trabajadores redundantes fueron asignados a otros departamentos, como los de líneas de montaje, prensas y pintura.

En Nissan, existen tres criterios principales para el entrenamiento de trabajadores en habilidades múltiples. Primero, si es posible, el trabajador debe ser capaz de desempeñar todos los tipos de trabajos en un departamento dado. Por ejemplo, en el caso del departamento de carrocerías, el trabajador debe poder hacer soldadura de punto y otro tipo de soldadura, y más.

Segundo, de acuerdo con los requisitos cada vez más complejos de los nuevos sistemas y equipos, el trabajador debe estar familiarizado con temas tales como maquinado, hidráulica, neumática, electricidad y electrónica, de manera que pueda funcionar con conocimiento en campos no relacionados con la producción como la vigilancia del equipo, el mantenimiento y las medidas preventivas de emergencia.

Tercero, con la introducción de la automatización y los dispositivos para ahorrar trabajo los trabajadores de un departamento dado pueden ser cambiados a otro departamento, en cuyo caso pueden hacer un trabajo totalmente nuevo. Por lo tanto, los trabajadores deben ser entrenados de manera que sus habilidades puedan extenderse a nuevos campos no relacionados. Por ejemplo, con los años, los trabajadores de la sección de carrocería han sido cambiados a otras áreas tales como las de operaciones de pintura y prensado.

Como Nissan trató de mejorar la productividad con la introducción de la automatización y robots industriales, se hicieron necesarias las reasignaciones de personal. Esto significó que la administración tuvo que entrenar a los trabajadores desplazados en nuevas habilidades y prepararlos para los nuevos trabajos. Nissan no tuvo elección sino entrenar a los trabajadores para que pudieran convertirse en trabajadores de habilidades múltiples. La transición ciertamente no estuvo libre de costos, pero por lo general los trabajadores han estado más que dispuestos a aprender nuevas habilidades.

Nissan tiene una combinación de programas para desarrollar a tales trabajadores de habilidades múltiples. Primero, los trabajadores recién contratados pasan por un programa inicial de orientación en el cual son expuestos al uso de máquinas y equipo. En algunos casos, esta orientación puede tomar varias semanas.

Segundo, la compañía patrocina competencias anuales en habilidades técnicas, tanto a nivel de planta como a nivel corporativo. Los competidores en estas "olimpiadas técnicas" pasan por un entrenamiento intensivo en los días de descanso y después del trabajo para ser dignos de representar a sus talleres. En 1978, se celebraron competencias en 42 habilidades técnicas.

Tercero, Nissan evalúa y certifica los niveles de competencia técnica de acuerdo con un formato desarrollado dentro de la compañía. Las habilidades se dividen en básicas y aplicadas, y cada nivel esta subdividido en tres grados. Antes de asumir un trabajo mas difícil, el trabajador debe probarse y pasar la prueba de certificación.

Cuarto, los trabajadores de producción en ocasiones son transferidos a los departamentos de mantenimiento o inspección durante tres o cuatro meses para adquirir las habilidades necesarias.

Quinto, los trabajadores son rotados tanto dentro de un departamento dado como entre departamentos, con entrenamiento técnico adicional proporcionado cuando sea necesario.

Cada trabajador lleva una tarjeta que muestra la historia de su entrenamiento.

En conjunto, este extenso programa se ha mas que pagado a si mismo al crear una fuerza de trabajo técnicamente mas flexible de inmediato y psicológicamente mas receptivo a la automatización. Si la experiencia de Nissan es de alguna guía, el desarrollo de los trabajadores en habilidades múltiples parece ser un paso vital para que la administración actual se enfrente a los siempre cambiantes requisitos del mañana.

5.4. HERRAMIENTAS KAIZEN APLICADAS A DIAGNOSTICO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA

5.4.1. Introducción:

Resulta incuestionable la importancia de la energía como insumo estratégico en el desarrollo económico de una empresa. La creciente demanda de energía implica un cuidadoso diagnóstico a efecto de optimizar su uso y poder contar con una oferta adecuada a mediano y largo plazo. De esta manera se evitaren presiones innecesarias que impidan o frenen su desarrollo.

Durante los últimos años, en algunas instituciones se han elaborado diversos estudios encaminados a tratar de establecer lineamientos de política energética, sin embargo hasta la fecha, a pesar de los esfuerzos realizados, no ha sido posible con juntarlos para lograr un plan de energía completo y bien definido. En consecuencia, para formular un programa de energía con las características anteriormente citadas, es necesario concebir dentro de los lineamientos dictados institucionalmente a raíz de los diagnósticos energéticos.

Por ello, es necesario establecer una metodología general que sobrepase los obstáculos que se presentan al realizar las funciones básicas (planeación, toma de decisiones, dirección y control) de cualquier departamento de administración de la energía y en particular al realizar los diagnósticos, formulando las políticas que sean deducidas de dichos diagnósticos. El logro de estas funciones básicas y el establecimiento de las políticas energéticas adecuadas dependen de la información, pues entre mas precisa sea mejores resultados se obtendrán. La información correspondiente es proporcionada por los diagnósticos siempre y cuando sean conducidos en forma eficiente y estableciendo los canales de información eficientes.

Como se ha expuesto, los diagnósticos energéticos juegan un papel importante en la identificación global o particular de las áreas de oportunidad que permiten reducir la factura energética. En esencia, son estudios que permiten determinar donde, como y cuanta energía se consume. No son una solución directa al control de costos en el uso de la energía, pero si la herramienta mas útil para determinar esa función.

A través de los diagnósticos, se identifican los puntos en el proceso de mayor uso de energía y resaltando aquellos donde esta se desperdicia, aquellos donde es posible generar algún ahorro monetario.

Existen tantos tipos de diagnósticos energéticos como procesos industriales, variando el tamaño, enfoque precisión y costo, dependiendo de las fuentes y necesidades del proceso en el cual se desarrolle. No obstante es conveniente dividir el diagnóstico energético en

tres niveles. En la práctica la frontera entre uno y otro es amplia y no es más que un medio para definir su alcance en profundidad y tiempo de desarrollo.

- NIVEL A. Provee la orientación necesaria para cumplir las funciones del departamento de control de la energía o su equivalente. Este nivel comúnmente referido como de Inspección De Consumo Energético Para El proceso Industrial Completo, se lleva a cabo mediante la inspección visual del proceso o industria, comercial o de servicios que se trate, reconociéndolo y revisando el diseño original, dando una idea cualitativa de los ahorros potenciales, obvios, de energía que pueden lograrse por medio de procedimientos de mantenimiento y operación. Este nivel es el menos costoso de todos, pero despeja la neblina que ocultaba las fugas de energía, la mala operación de los equipos o instrumentos, inclusive la desarticulación de los proceso.
- NIVEL B. Ofrece una perspectiva avanzando un paso sobre cada área funcional o proceso específico de operación, se puede adoptar el termino “subsistema” para referirse a dicho proceso o área. A este nivel se le conoce comúnmente como Macro-diagnostico y detecta los sistemas de mayor desperdicio energético. Este nivel provee datos acerca del ahorro de energía y de la reducción de los costos, determinando de esta forma las metas específicas que tiene que plantearse el departamento de control de la energía. Como es de esperarse este nivel es más costoso que el nivel A, pues es necesario el uso de los instrumentos de medición necesarios para desarrollar la metodología propuesta en este documento.
- Nivel C. Proporciona información precisa y comprensible, de todos y cada uno de los puntos relevantes del diagrama del proceso, así como las perdidas de energía de algunos equipos de consumo específico. Se le conoce como Micro-diagnóstico, en este nivel se ocupa aun más equipo, además de mayor tiempo de inversión. En este es común que se arrojen evaluaciones que terminan en el cambio de equipo obsoleto, o bien una reingeniería del mismo, por lo que, este nivel es de mayor calidad para el buen desempeño del negocio, arrojando la cuantificación clara y precisa de la exergía necesaria del sistema.

A diferencia del macro-diagnóstico, el micro-diagnóstico proporciona la cuantificación clara y precisa de la energía en el sistema. En estos dos niveles, se presentan también los mas grandes problemas al realizar diagnósticos energéticos, debido a que en estos puntos se requieren cálculos de exergía que involucra un acercamiento estrecho al concepto de la entropía; perdidas por los efectos de las fricciones y de las interacciones de las maquinas, así como su efecto en el medio ambiente.

La aplicación de métodos y técnicas para el uso racional de la energía dependen de la información y esta sólo puede ser suministrada por un diagnostico energético. Este es un estudio para determinar dónde, cómo y qué tan bien se esta usando la energía. De aquí pueden surgir una serie de propuestas para el programa de administración de energía.

Hasta aquí se ha insistido en la necesidad de comenzar con un análisis de los consumos energéticos. Esto se debe a la importancia que reviste el contar con información tanto histórica como actual para efectuar una prospectiva de consumos energéticos a corto, mediano y largo plazo. Con esta ayuda se podrá generar una estrategia para afrontar la incertidumbre de los costos energéticos.

Hay que tener en cuenta e insistir en que el Diagnostico Energético es una herramienta, no la solución al control de costos energéticos. Esta identifica las áreas de mayor consumo de energía, llamando la atención al desperdicio energético, a los procesos y operaciones ineficientes, apuntando a aquellas áreas de oportunidad para obtener un mayor ahorro, en nuestro caso reduciendo el costo del producto manufacturado.

Un diagnostico de la planta productiva en total es un proceso extremadamente complejo, pero es realizable cuando se hace paso por paso. Cada paso del mismo es un proceso de aprendizaje para las fases subsecuentes, moviendo el proyecto de lo general a lo específico; después de cada paso, se deben de tomar las acciones pertinentes para disminuir los desperdicios de energía; es de esperarse que para cumplir con este objetivo en un proceso o instalación haya mas de un proyecto como alternativa, los que deberán ser evaluados técnica y económicamente. Una vez sentadas las base, se debe de incrementar el nivel del diagnostico, no sin desatender el desempeño de las medidas correctoras del paso anterior, vea la Fig. 10 siguiente:

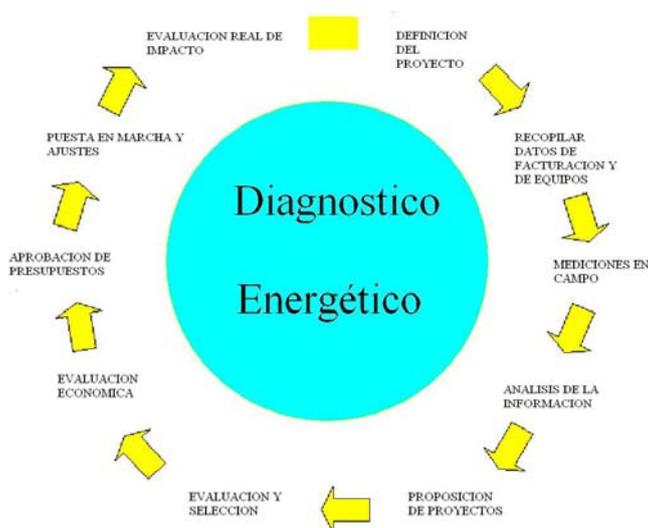


Fig. 10 Diagnostico Energético Basado en Metodología KAIZEN

Este método de conducir el Diagnostico Energético es razonablemente eficiente, pues en cada fase se llevan esfuerzos máximos que permiten precisar los beneficios energéticos, identifica los módulos en los cuales es más probable un ahorro de energía antes de proceder con mayor profundidad y permite diagnosticar las oportunidades de conservación de la energía en un tiempo bastante reducido.

El procedimiento práctico para la realización del diagnóstico energético va de lo general a lo particular y de ahí a lo puntual, como puede ser a un equipo o a una parte de él.

5.4.1.1. Definición del Proyecto

Esta etapa establece la meta del proyecto, traza las necesidades y los objetivos a alcanzar. La preparación y planificación del diagnóstico es fundamental para optimizar los recursos y el tiempo de realización. Se debe tener una visión clara del tipo de giro de las instalaciones y revisar la información disponible sobre ella tanto en la literatura (descripción del proceso de forma científica) como la proporcionada de la empresa. Dentro de las actividades de planificación deberá considerarse por lo menos los siguientes aspectos:

- Tamaño de las instalaciones, edad y localización.
- Estructura administrativa de la empresa, jerarquías y criterios para la toma de decisiones.
- Tipo de líneas de producción o servicios y productos principales.
- Horarios de trabajo de las diferentes áreas.
- Consumos energéticos anuales (Facturación Eléctrica).
- Numero de trabajadores y actitud respecto a la elaboración del diagnóstico y al cambio de costumbres.
- Planes a futuro como pueden ser la expansión o contracción, cambios de procesos o equipos, incremento de la capacidad productiva, conocer los problemas actuales de la empresa (contracción de mercados, contingencias ambientales, falta de abastecimiento de materias primas, proveedores poco confiables, etc.).

La visión del diagnóstico a Nivel A está usualmente limitado a un diagnóstico del combustible y la electricidad consumidos en la totalidad de la planta, cada mes durante varios años. Un recorrido por las áreas, haciéndolos acompañar por personal que esté completamente familiarizado con los equipos y/o las instalaciones es una prioridad para detectar áreas donde la energía se está desperdiciando, por negligencia, o bien, por costumbre posibilitando la oportunidades de implementación.

El diagnóstico a Nivel B debe subdividir la planta en unidades (lógicamente estructuradas) consumidoras de energía (departamentos, procesos, etc.), de acuerdo a los resultados del Nivel A. En esta etapa se delimita la frontera del proyecto para el diagnóstico. Cabe mencionar que una selección inadecuada de la frontera podría llevar a cálculos demasiados complicados que no justificarían la realización del diagnóstico, por lo que se debe tener mucho cuidado en esta delimitación. Lo anterior implica que debe tener alguna idea del alcance o profundidad del diagnóstico y así enfocar los objetivos en forma más precisa y, por tanto, alcanzarlos de manera más eficiente. Es evidente entonces que el objetivo de todo diagnóstico es:

“Proporcionar información pertinente al departamento de conservación de la energía (Ahorro y Uso Eficiente de la Energía) o su equivalente para que este pueda cumplir sus funciones básicas instrumentando el o los proyectos y programas adecuados”.

Si el sistema a diagnosticar resulta muy grande, se procederá a dividirlo en Subsistemas (para el Nivel B) o en Módulos (para el Nivel C) según sea el caso, de manera conveniente para su análisis etiquetando las respectivas entradas y salidas para su identificación en cualquier momento, sobre todo para cuando sea el momento de poner atención en aquellos Subsistemas o Módulos susceptibles de un mejoramiento en su funcionamiento de consumo energético.

5.4.1.2. Recopilación de Datos

El objetivo de esta etapa es recopilar y registrar los datos necesarios de manera adecuada para su procesamiento y presentación, mas no mostrar las diferentes técnicas de registro y procesamiento de datos, que si bien no son demasiadas, estas caen dentro de la instrumentación y de la computación.

En esta etapa es donde se construye y ensamblan todos los datos energéticos. Para el caso del diagnostico de Nivel A; los datos consisten primordialmente de los registros de la compañía de los cuales se pueden desarrollar los análisis históricos del consumo de energía. Estos registros son esencialmente de dos tipos: de energéticos (combustible, electricidad y agua) y de producción. Se recopila la información sobre las características generales de los equipos de mayor consumo de energía y se toman algunas mediciones de la instrumentación instalada en los equipos; aquí no se usa instrumentación portátil.

En el diagnostico a Nivel B los datos incluyen los registros de consumo de energía por departamento o proceso, inventarios de equipos y datos de placa de las maquinas, planos de distribución de redes (unificar, aire comprimido, vapor, etc.) y planos de construcción de las instalaciones. Las mediciones son más intensivas y regularmente se recurre a instrumentación portátil. Se levantan datos de presión, temperatura, flujos de materia (vapor, agua, fluidos térmicos, materias primas etc.), parámetros eléctricos (Voltaje, Corriente, Factor de Potencia, Potencia-global y puntual-, Potencia Reactiva, etc.). En este nivel se debe tener sumo cuidado para no provocar errores y cantidades arbitrarias durante el conteo del departamento.

No se deben olvidar datos específicos como:

- Datos de placa.
- Apariencia física
- Instrumentación instalada por equipo
- Sistemas de control (tipo, edad, confiabilidad y resultados)
- Condiciones de operación nominales y reales
- Estructura externa de los equipos
- Estructura interna (si es posible)

También es conveniente platicar con el personal responsable de la operación de las diferentes áreas para obtener opiniones e información específica sobre las mejoras o ideas concebidas (aunque no siempre bien fundamentadas o aterrizadas) o problemas detectados.

En el diagnóstico de Nivel C se deben de cubrir los datos que comúnmente arroja el punto anterior, estos comúnmente muestran:

- El énfasis en cargas eléctricas de mayor potencia.
- Los horarios de trabajo de dichas cargas.
- La dependencia del proceso de dicha carga.

Partiendo de lo anterior debemos tomar mediciones puntuales en los equipos de mayor consumo o bien que a nuestro parecer sean cargas poco comunes en un horario. Ejemplo el alumbrado de oficinas en horario nocturno y/o el suministro de aire acondicionado en dichas oficinas.

Debemos recordar en tener cuidado en que la medición hecha prevenga cambios en lo habitual, es decir dimensionar la temporalidad de las mediciones (época del año, condiciones ambientales, condiciones de trabajo, horarios de operación).

El uso de métodos indirectos para la obtención de estos valores, por parte del grupo de análisis es común en casos especiales, donde por el tipo de proceso no se puedan realizar mediciones en forma puntual, así se valdrá de mediciones de presión, temperatura, tiempos, de energías de entrada y salida de flujo, según sea el caso, debe realizar los casos pertinentes en base a ecuaciones paramétricas para obtener las propiedades térmicas, de transporte, para su correspondiente tabulación y análisis.

Conllevando un archivo y actualización de planos de planta como son:

- Diagramas unifilares;
- Instalaciones eléctricas de fuerza y alumbrado;
- Diagramas de procesos;
- Diagramas de líneas de distribución de vapor;
- Diagramas de líneas de recuperación de condensados;
- Diagrama de sistemas de manejo de combustibles;
- Diagramas de líneas de distribución de aire comprimido;
- Estadísticas de la producción.

5.4.1.3. Mediciones en campo

Conocido como levantamiento, es el momento en el cual se tomaran lecturas de las principales variables energéticas en los procesos y equipos a monitorear, dichas variables mostrarán la evaluación actual de la operación de los equipos y procesos involucrados en la empresa, tales variables a considerar serán:

- kW, kWh, kVAR, kVARh, Corriente, voltaje, Factor de Potencia
- Temperatura, Presión
- Humedad, Velocidad de aire
- Flujo masivo (refrigerante, vapor, aire, agua)

5.4.1.4. Análisis de Datos

Fase del diagnostico donde los flujos de energía y los balances se vuelven muy claros. Se tabularan las eficiencias energéticas y los rendimientos exergéticos, para ello se usan técnicas de contabilidad financiera. Tales como formas comparativas de magnitud, que son reportes del uso de la energía presentados en porcentaje. Cada cantidad (pérdidas, trabajo, distribución, etc.) es dada como un porcentaje de la energía total consumida. Estos formatos se representan frecuentemente con base de dos o más balances de energía de la misma operación en diferentes épocas, como diferencia de dos o mas plantas, departamentos o sistemas en la misma fecha. Este tipo de datos favorece la comparación entre periodos recientes y pasados, o entre un departamento y otro. Las formas comunes son presentaciones graficas (carta tipo “pie”, graficas de barras, de porcentajes, diagramas de flechas, etc.). Las Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13, son un ejemplo de representación de datos,

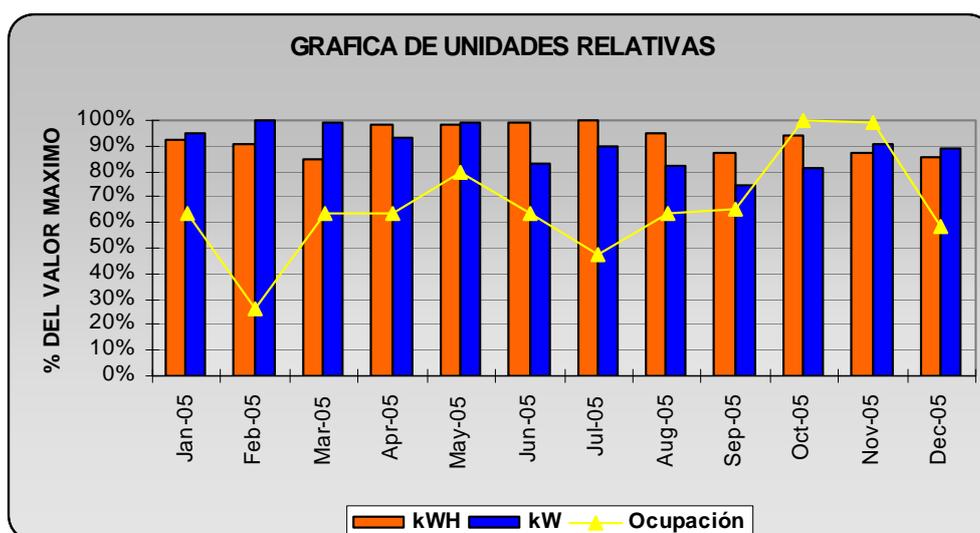


Fig. 11 Grafica de Unidades Relativas en un Hotel

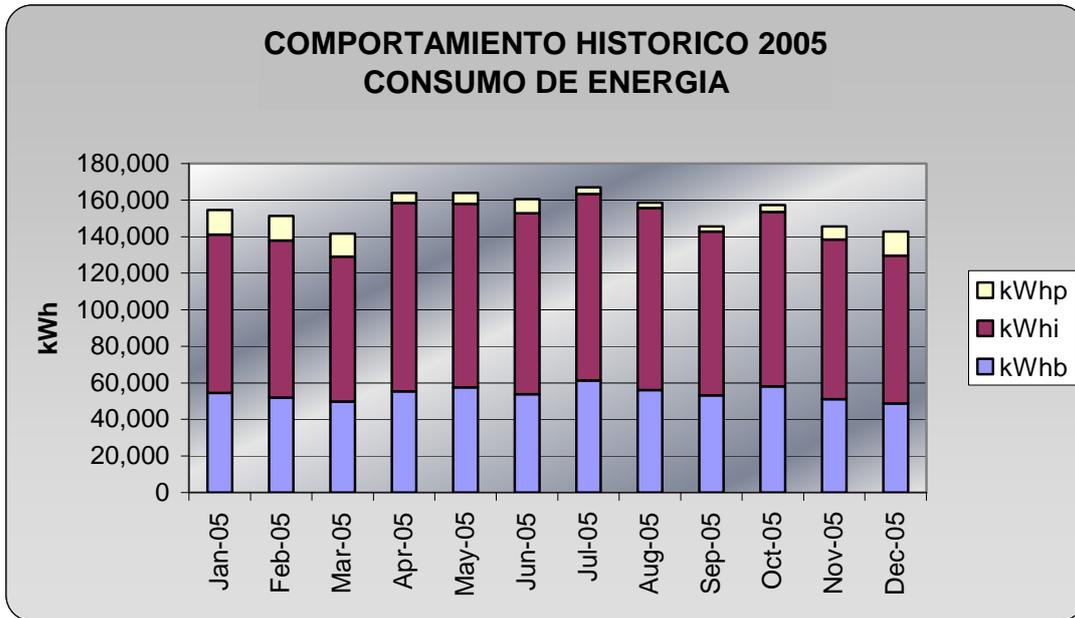


Fig. 12 Comportamiento Histórico de Consumo de Energía

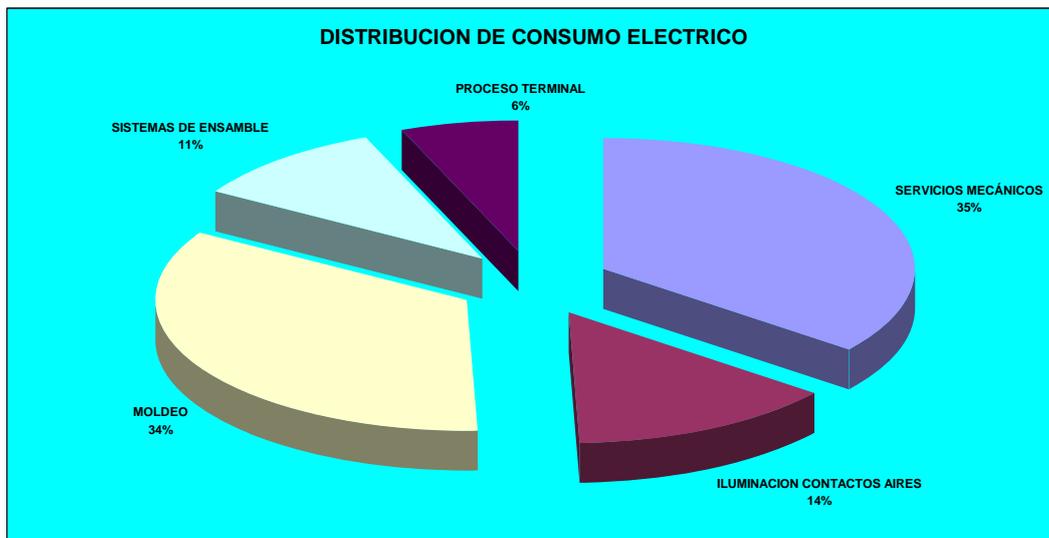


Fig. 13 Grafica de Distribución de Consumo Eléctrico

5.4.1.5. *Proposición de Proyectos*

Los diagnósticos energéticos han permitido evaluar cuantitativa y cualitativamente los flujos energéticos de las operaciones de la empresa, se han detectado aquellos módulos, operaciones, sectores, etc., donde existe un mayor desperdicio o ineficacia. Es en esta etapa en donde se propondrán y programaran las medidas técnicas y proyectos que permitan hacer un mejor uso de la energía. Estos se pueden dividir en tres niveles:

- 1 En el primer nivel se recogen principalmente los resultados obtenidos de un diagnóstico preliminar. Esta suele ser la fase inicial de las acciones de todo programa de uso racional de la energía y frecuentemente llegan a obtener resultados satisfactorios con relativamente poco esfuerzo. En esta etapa se obtienen, con cierta facilidad, un cúmulo de beneficios. En el plazo inmediato se involucra a la administración como un mecanismo correctivo, la realización de mantenimiento correctivo y preventivo así como ajustes operacionales. La inversión requerida es mínima y depende del estado de conservación de las instalaciones, usos y costumbres en la operación así como de su instrumentación y control.
- 2 En el segundo nivel, ya que los grupos profesionales y técnicos van adquiriendo conocimientos mas profundos, se identifican, a través de la información obtenida por un diagnóstico de nivel A o B, algunos proyectos que requieren de estudios de ingeniería mas detallados y de mayor inversión en activos para poder realizarse. Esta se considera a corto y mediano plazo ya que requiere, principalmente de instalación de equipo con baja y mediana inversión.
- 3 La tercera etapa implica cambios más profundos y consecuentemente requiere de mayor inversión. Se considera que son acciones a mediano y largo plazo con un periodo largo de maduración. Regularmente los proyectos que se proponen en esta etapa, provienen de los resultados obtenidos en un diagnóstico nivel B o C, habiendo requerido una instrumentación mas completa en las instalaciones o bien, portátil. Se deben considerar plantas e instalaciones diseñadas con criterios de tecnología ya obsoletas. Cada caso debe de juzgarse por sus propios meritos.

Todo proyecto debe plantearse con un objetivo claramente definido respecto al cual se establezca el estándar para medir el éxito obtenido. Sin embargo, a la proposición de un proyecto hay que tener siempre presente que lo único que justifica la dedicación de recursos financieros para su desarrollo es que con ello se generen innovaciones o adaptaciones que contribuyan a la supervivencia y rentabilidad de la empresa. De esta forma se debe de cumplir:

El objetivo de rentabilidad, recuperando la inversión con un excedente que si se empleara el dinero de otro modo.

No hay que olvidar el objetivo básico del cual se partió que es la disminución del consumo energético, para beneficio propio de la empresa y los beneficios propios del país.

5.4.1.6. *Evaluación y Selección de Proyectos.*

La selección de proyectos se basa en los mismos criterios que se usan para justificarlos. Los factores que sirven para la selección de un proyecto se usan igualmente para su cancelación. En la etapa inicial de un proyecto, la empresa invierte recursos para determinar las posibilidades técnicas de realización. Esta inversión puede considerarse que esta dirigida a reducir la incertidumbre, es decir, a determinar con cierto grado de precisión la viabilidad de un proyecto.

El método de evaluación de un proyecto sirve para las decisiones de selección y como uno de los principales factores de control del mismo por lo que deben quedar claramente establecidos. Los principales factores que se consideran están relacionados con las ventajas económicas que se esperan del; el impacto sobre los demás proyectos, su impacto con la empresa y su impacto sobre el entorno.

5.4.1.7. *Evaluación Técnico-económica de Proyectos.*

Dentro de un programa para el uso racional de la energía es imprescindible que se contemple la evaluación técnico-económica de cada uno de los proyectos alternativos en función de los beneficios que puedan alcanzarse con su implantación. Los análisis financieros a utilizar son particulares de cada empresa, sin embargo, los procedimientos generales y el tipo de información requerida son esencialmente uniformes para todo tipo de firma. Dada que la información desprendida de un análisis de esta índole resulta importante en la toma de decisiones, esta actividad deberá desarrollarse invariablemente sin excepción del tipo de empresa.

La principal motivación que se tiene para disminuir los consumos energéticos es que se espera que los beneficios resultantes sean superiores a los costos de inversión. Los factores que recientemente han hecho atractivas estas inversiones son la elevación de los costos de los combustibles y de la energía eléctrica, así como la reducción de fuentes ordinarias de combustibles, que pueden llegar a producir disminución de producción y necesidad de cambio de fuente de energía.

Es necesario señalar que en el análisis de inversión solo se deben incluir aquellos costos y beneficios atribuibles a esa inversión, es decir, si una planta requiere por mandato (o por ley) agregar un dispositivo para el control de la contaminación, la decisión de agregar un sistema de recuperación de calor de desperdicio no debe estar influenciado por los costos del controlador. Esto tiene como objetivo evaluar estrictamente hablando solo el costo-beneficio que aportaría un sistema para el uso racional de energía y no el conjunto de acciones para el mejoramiento de la planta.

Con esto no se quiere decir que al final no puedan conjuntarse, por el contrario, resulta conveniente en algunos casos que después de hacerse las evaluaciones separadas, estas se integren para evaluar los beneficios y costos globales.

También se debe evaluar la capacidad técnica de los recursos humanos con que se cuenta para llevar a cabo con precisión todas las propuestas hechas por los auditores; la disponibilidad de los equipos en el mercado y el deseo de ser eficiente por parte de la empresa, mediante el mejoramiento de la misma, cambiando paradigmas y eliminando la resistencia al cambio.

Dentro de la manera de elegir las opciones para el ahorro de energía esta la clasificación de los proyectos:

- Acciones inmediatas. En este tipo de acciones no se requiere ni invasión ni mano de obra del exterior, simplemente se trata de llevar a cabo una promoción del uso eficiente de energía dentro de la planta, mantenimientos de los equipos y mejor manejo de ellos, apegándose a las instrucciones de operación de los equipos y no a la tradición de manejo de los mismos.
- Acciones a corto plazo. Aquí se trata de aumentar el rendimiento energético de los equipos, enfatizando el proyecto en la mejora del servicio de mantenimiento o en una operación adecuada o estratégica para disminuir la facturación.
- Acciones a mediano plazo. En esta parte será necesario realizar estudios un poco más profundos ya que retrata de recuperar y aprovechar las energías residuales, investigar sobre medidores para instrumentar equipos o líneas de producción carentes de ellos o en mal estado, automatizar procesos y/o la demanda eléctrica.
- Acciones a largo plazo. En esta se requiere dedicación e inversión, pues se pretende rediseñar, adecuando los procesos e incluso la materia prima si fuese necesario, con la finalidad de obtener una mejor calidad de producto y de menor consumo de energía.

Al final de esta etapa se logra la selección y el desarrollo de las alternativas más atractivas energéticamente hablando y se procede a la evaluación económica de cada una de ellas.

Por ultimo, se debe prestar atención al periodo de uso esperado, a la vida media del equipo concurrente y a la flexibilidad del equipo alternativo para las futuras modificaciones y expansiones.

5.4.1.8. *Presentación y Aprobación de Propuestas.*

La presentación del proyecto debe de cumplir con el protocolo del grupo al cual esta dirigido en primera instancia, esto con el fin de asegurar la aprobación del mismo, así, es importante prever que ante una mesa directiva, probablemente los puntos de mayor interés son los beneficios y el tiempo de recuperación de la inversión, así como la ganancia que se obtiene; mientras que para un grupo de menor rango, por ejemplo manufactura, lo mas importante es la producción que puede ser mermada durante la implementación y el cambio en la calidad de algún producto. De esta forma se recomienda en primer lugar prever los protocolos y las políticas de cada empresa.

5.4.1.9. *Implantación del Proyecto.*

Una de las claves para la puesta en marcha de un proyecto en forma exitosa es que la dirección comunique el motivo del cambio estratégico y/o la implementación que se inicia en los centros productivos con tanta claridad y en una forma que logre el interés en un principio y un compromiso total en todos los niveles para llevar a buen fin y se cumplan los objetivos planteados. Se debe crear el suficiente entusiasmo para lograr que la puesta en práctica del ahorro de energía sea una verdadera cruzada contra todo lo que sea despilfarro en la organización.

Establecer políticas y procedimientos que respalden la implantación del Ahorro de energía, e implementarlos como procedimientos de trabajo en la medida de lo posible. Las acciones requieran de esta forma de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la organización por los procesos productivos.

Las mejoras que involucran directamente al personal como son los controles de demanda manual, entre los que se incluye el cierre de válvulas de suministro de flujos (aire, vacío, requerimientos de agua caliente, agua helada, apagado manual de alguna maquina durante horarios punta, en fin), deben de ser también apoyados con ayudas visuales, que fomenten y recuerden los horarios de trabajo de algún equipo, el cierre de dichos dispositivos y las causas que originen dichos cierres.

5.4.1.10. *Puesta en Marcha del Proyecto y Diagnostico*

La puesta en marcha y el modelo de control que se lleve es fundamental, de esta forma debemos evaluar durante el tiempo estimado de la implantación todos las eventualidades que no se hayan tomado en cuenta en el diseño del proyecto de ahorro de energía, ejemplo es la llegada de equipo nuevo, el aumento y/o reducción de producción, el re-trabajo, el tiempo extra laborado y los cambios que pudieran afectar al logro de resultado.

De esta forma el muestreo de desempeño, el archivar y tomar en cuenta cada una de las eventualidades servirá para prever acciones correctivas inmediatas, además de que realimentaran y fortalecerán la implementación dada.

Por último, cerrar el ciclo de implementación con la evaluación del desempeño, reconocimiento y programas de motivación. Es necesario reconocer los logros, siguiendo los mecanismos actuales o nuevos diseñados específicamente para el proyecto.

5.4.2. Ejemplo: Seguimiento de Diagnostico Energético

Se realizo un análisis consumo de energía eléctrica en base a la facturación mensual de una empresa, obteniéndose los siguientes datos:

FACTURACION ELECTRICA 2005, TARIFA HM REGION CENTRAL
"Centro de Manufactura 2005"

MES	PERIODO		TOTAL DIAS PERIODO	DEMANDA (kW)				ENERGIA (kWh)				F.P. %	F.C. %	COSTO				
	INICIO	FIN		PUNTA	INTER.	BASE	FACT.	BASE	INTER.	PUNTA	TOTAL			FP	DEMANDA	CONSUMO	IVA	TOTAL
Jan-05	12/31/2004	1/31/2005	31	6,120	6,288	5,994	6,170	912,000	1,578,000	366,000	2,856,000	92.47	0.610	-\$20,307	\$ 689,666	\$ 2,353,657	\$453,452	\$3,023,016
Feb-05	1/31/2005	2/28/2005	28	6,168	6,384	6,420	6,238	1,272,000	2,088,000	528,000	3,888,000	93.49	0.901	-\$35,591	\$ 674,786	\$ 3,138,900	\$566,714	\$3,778,095
Mar-05	2/28/2005	3/31/2005	31	6,192	6,378	6,120	6,248	1,038,000	1,914,000	504,000	3,456,000	93.90	0.728	-\$36,227	\$ 669,077	\$ 2,819,869	\$517,908	\$3,452,718
Apr-05	3/31/2005	4/30/2005	30	6,132	6,288	6,090	6,179	1,260,000	2,472,000	414,000	4,146,000	97.45	0.916	-\$70,774	\$ 647,847	\$ 3,053,847	\$544,638	\$3,630,920
May-05	4/30/2005	5/31/2005	31	6,096	6,300	6,042	6,157	948,000	1,848,000	198,000	2,994,000	97.09	0.639	-\$50,092	\$ 653,094	\$ 2,089,309	\$403,847	\$2,692,311
Jun-05	5/31/2005	6/30/2005	30	6,078	6,252	6,054	6,130	1,032,000	2,286,000	240,000	3,558,000	98.50	0.790	-\$69,027	\$ 660,774	\$ 2,539,853	\$469,740	\$3,131,600
Jul-05	6/30/2005	7/31/2005	31	5,886	6,300	6,084	6,010	1,014,000	2,106,000	228,000	3,348,000	96.99	0.714	-\$55,767	\$ 660,100	\$ 2,433,458	\$455,669	\$3,037,791
Aug-05	7/31/2005	8/31/2005	31	6,048	6,276	5,994	6,116	1,026,000	2,124,000	228,000	3,378,000	96.28	0.723	-\$51,997	\$ 685,710	\$ 2,503,021	\$470,510	\$3,136,733
Sep-05	8/31/2005	9/30/2005	30	6,018	6,348	6,108	6,117	978,000	2,106,000	216,000	3,300,000	98.91	0.722	-\$70,677	\$ 689,141	\$ 2,450,174	\$460,296	\$3,068,638
Oct-05	9/30/2005	10/31/2005	31	5646	6,138	5,844	5,794	942,000	2,058,000	228,000	3,228,000	98.75	0.71	-\$68,934	\$ 660,760	\$ 2,452,412	\$456,636	\$3,044,238
Nov-05	10/31/2005	11/30/2005	30	5,724	6,090	5,796	5,834	870,000	1,614,000	378,000	2,862,000	98.11	0.653	-\$65,733	\$ 683,896	\$ 2,495,816	\$467,097	\$3,113,980
Dec-05	11/30/2005	12/31/2005	31	5,388	5,724	5,382	5,489	738,000	1,476,000	360,000	2,574,000	98.05	0.604	-\$62,987	\$ 675,507	\$ 2,393,624	\$450,921	\$3,006,143
MAXIMO				6,192	6,384	6,420	6,248	1,272,000	2,472,000	528,000	4,146,000	98.91	0.916	-20,307	689,666	3,138,900	566,714	3,778,095
PROMEDIO				5,958	6,231	5,994	6,040	1,002,500	1,972,500	324,000	3,299,000	96.67	0.726	-54,843	670,863	2,560,328	476,452	3,176,348
MINIMO				5,388	5,724	5,382	5,489	738,000	1,476,000	198,000	2,574,000	92.47	0.604	-70,774	647,847	2,089,309	403,847	2,692,311

Fig. 14 Facturación anual de un Centro de Manufactura

La grafica de comportamiento de la demanda eléctrica se muestra en la siguiente Fig. 15:

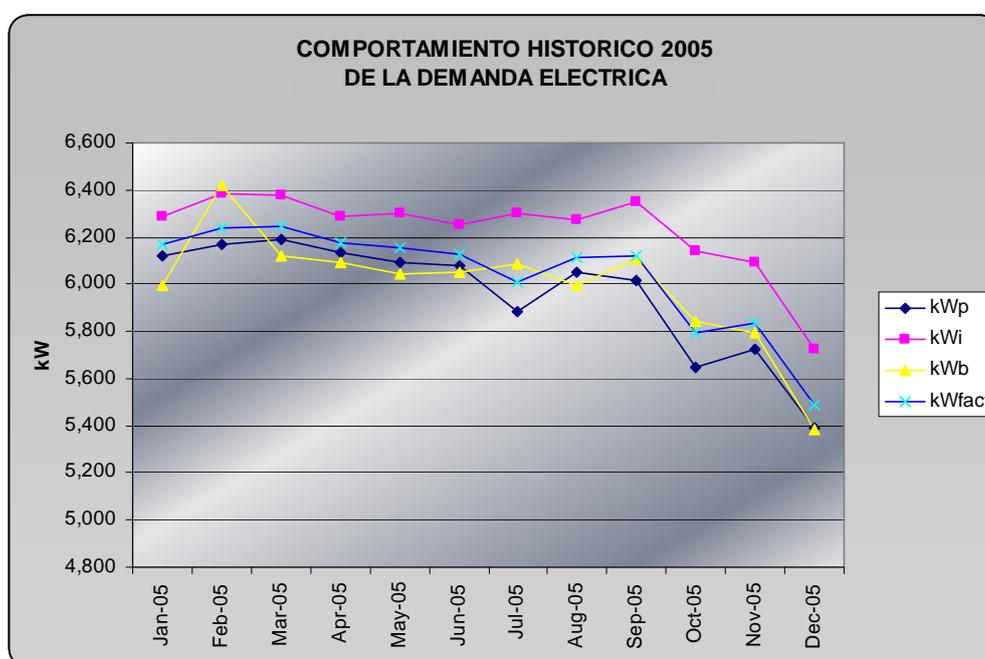


Fig. 15 Grafica de comportamiento de la Demanda Eléctrica.

El comportamiento histórico del consumo de energía eléctrica se muestra en la Fig. 16:

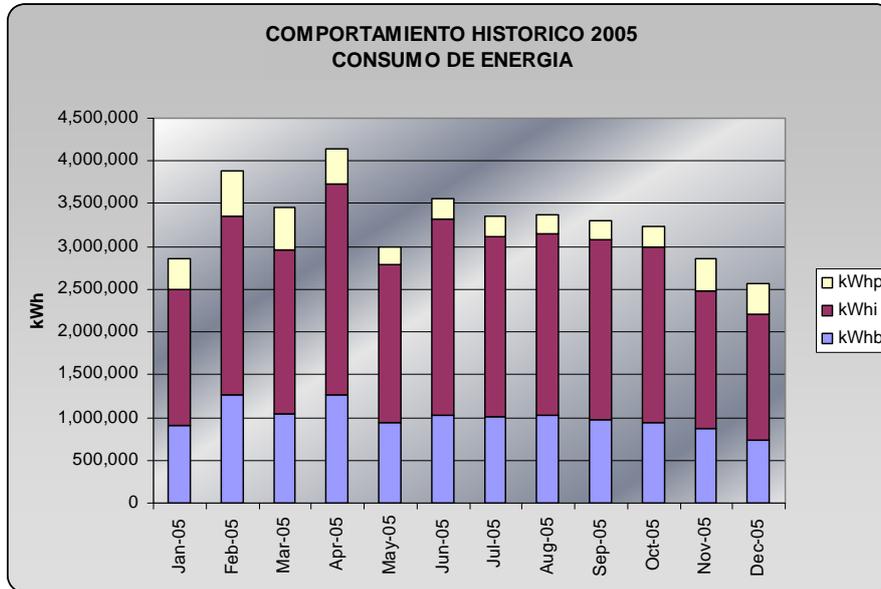


Fig. 16 Comportamiento Histórico del Consumo de Energía en el 2005.

Observe que durante el año se fueron implementando Capacitores para corregir el Factor de Potencia, pero en el mes de Junio-Julio se colocaron nuevas maquinas, por lo que el Factor de potencia tuvo que ser reajustado, antes del mes de agosto, por los que se mantuvo en factor de potencia casi constante al final del periodo de muestreo.

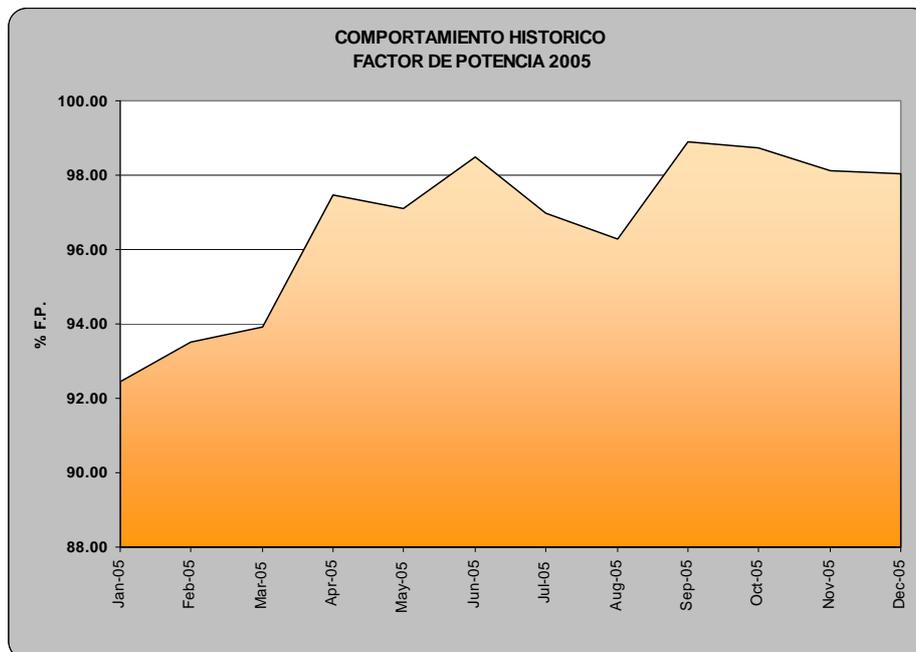


Fig. 17 Comportamiento de Factor de Potencia

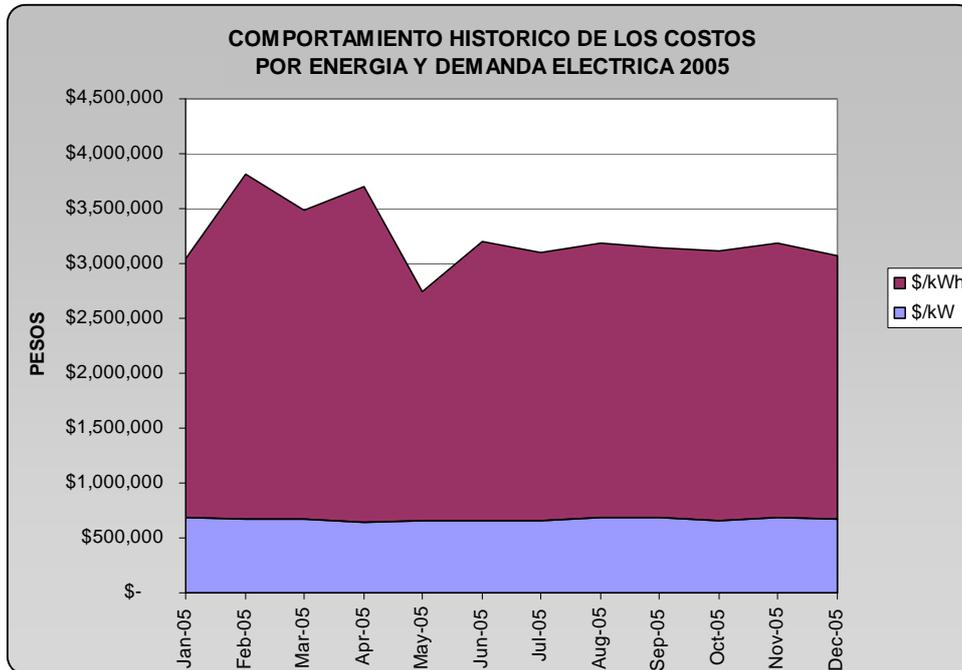


Fig. 18 Comportamiento Histórico de los Costos de Energía Eléctrica

Observe como se mantuvo el costo de consumo de energía eléctrica constante en los últimos meses, cosa casi ideal, si tomamos en cuenta que se incremento el costo de del energía eléctrica en punta y se tuvo una tendencia a la alta en el costo de las otras dos la intermedia y la base.

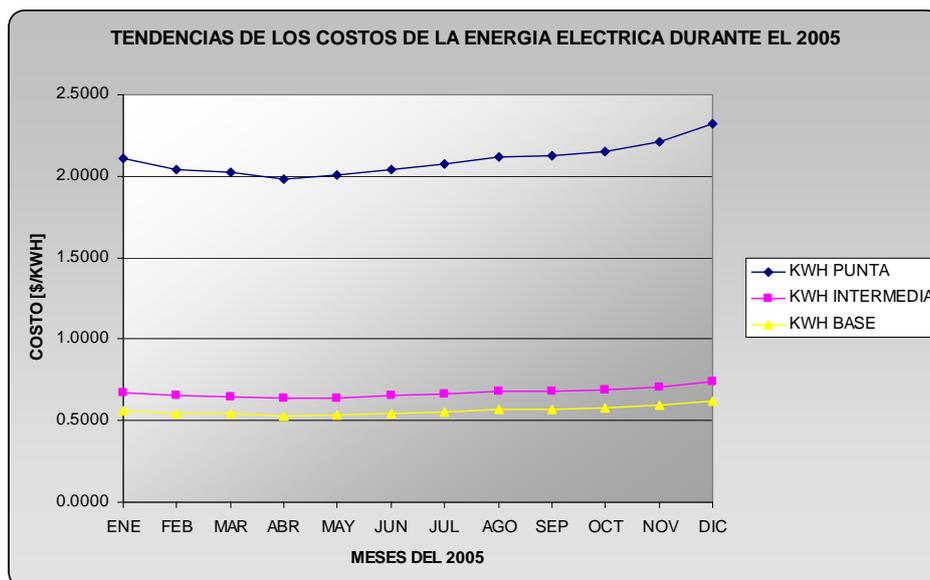


Fig. 19 Tendencia de costo de La Energía Eléctrica durante 2005

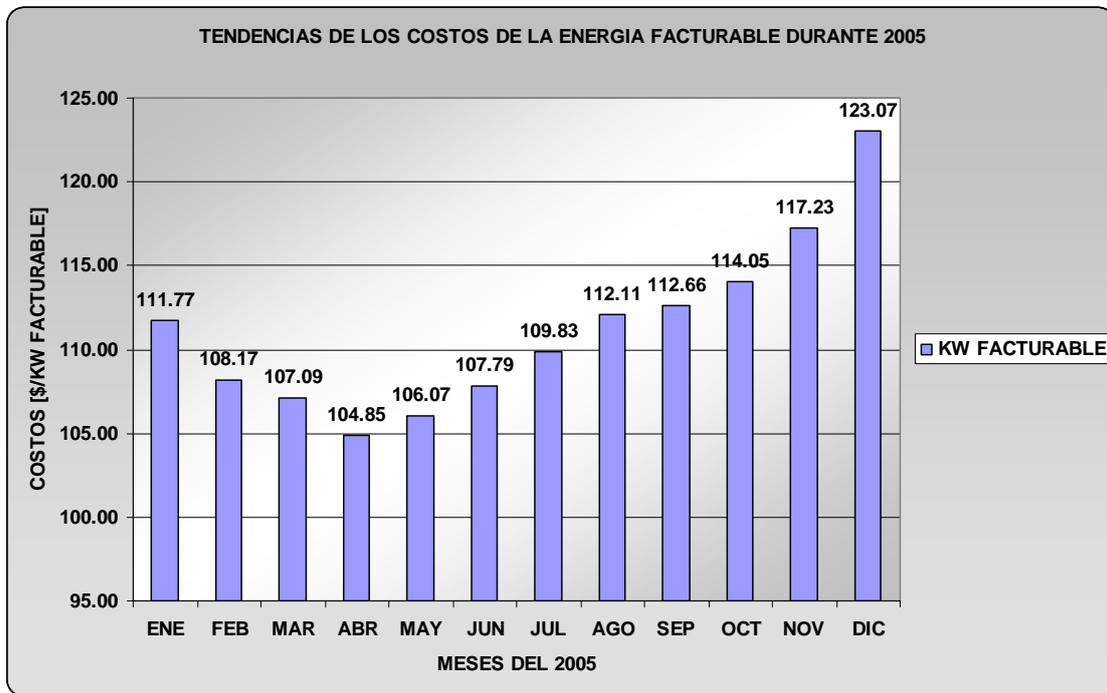


Fig. 20 Tendencia de costo de La Energía Facturable durante 2005

5.4.3. Muda por Energía Eléctrica consumida por bajo factor de potencia.

Se realiza un análisis de consumo de energía en una empresa en la cual se detecta un bajo factor de potencia, en los recibos de cobro mensuales, para lo cual se hace un análisis del alcance de dicha MUDA en nuestro proceso, la empresa esta ubicada en Naucalpan Edo. De México con el siguiente consumo de acuerdo a medidor de la acometida de la empresa:

Energía en base	= 21,840 kWh.
Energía en intermedia	= 106,800 kWh.
Energía en punta	= 96,000 kWh.
Demanda máxima en base	= 302 kW.
Demanda máxima en intermedia	= 384 kW.
Demanda máxima en punta	= 382 kW.
Factor de potencia	= 84 %

Calcule:

1. Demanda facturable
2. Facturación básica para el mes de Julio de 2006
3. La bonificación por corregir el factor de potencia hasta el 97%

Solución:

1. Demanda Facturable:

Según la información dada, la empresa se encuentra ubicada en la región central y como se encuentra que el consumo es mayor a 100 kW, se tiene que corresponderá a la tarifa denominada HM, de la página de la CFE, se obtienen los costos para el mes de Julio de 2006 en HM de la zona central:

Región	Cargo kilowatt demanda facturable	Cargo por de kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California	\$ 188.82	\$ 2.5805	\$ 0.7141	\$0.5611
Baja California Sur	\$ 181.46	\$ 2.0706	\$ 0.9912	\$ 0.7015
Central	\$ 130.89	\$ 2.4732	\$ 0.7911	\$ 0.6609
Noreste	\$ 120.34	\$ 2.2844	\$ 0.7344	\$ 0.6018
Noroeste	\$ 122.89	\$ 2.2977	\$ 0.7288	\$ 0.6110
Norte	\$ 120.92	\$ 2.3008	\$ 0.7415	\$ 0.6036
Peninsular	\$ 135.21	\$ 2.4195	\$ 0.7431	\$ 0.6122
Sur	\$ 130.89	\$ 2.4223	\$ 0.7564	\$ 0.6288

Por lo que la demanda facturable será:

$$D.F. = DP + FRI \times \max(DI - DP, 0) + FRB \times \max(DB - DI, 0)$$

Donde:

DP Es la demanda máxima medida en el periodo de punta.

DI Es la demanda máxima medida en el periodo de intermedia

DB Es la demanda base medida en el periodo de base

DPI Es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio

FRI y *FRB* son factores de reducción que dependen de la región tarifaria, que tendrán los siguientes valores, obtenidos también de la pagina de la CFE.

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.162	0.081
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En las formulas que definen las demandas facturables, el símbolo “máx.” significa máximo, es decir que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, esta tomara el valor de cero, el resultado en caso de ser decimal se tomara el siguiente dígito, redondeando así la demanda facturable.

Sustituyendo valores se tiene:

$$D.F. = 382 + 0.3 \times \max(384 - 382, 0) + 0.15 \times \max(302 - 384, 0)$$

$$D.F. = 382 + 0.3 \times (2) = 382.6 \text{ kW} = 383 \text{ kW}$$

Solución Facturación básica para el mes de Julio de 2006:

$$\$kW = (383 \text{ kW}) \left(130.89 \frac{\$}{\text{kW}} \right) = \$ 50,130.87$$

$$\$kWh_{base} = (21,840 \text{ kWh}) \left(0.6609 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = \$ 14,434.06$$

$$\$kWh_{intermedia} = (106,800 \text{ kWh}) \left(0.7911 \frac{\$}{\text{kWh}} \right) = \$ 127,208.88$$

$$\text{\$kWh}_{\text{punta}} = (9,600 \text{ kWh}) \left(2.4732 \frac{\text{\$}}{\text{kWh}} \right) = \$ 23,742.72$$

La penalización por tener un factor de potencia bajo será dada por:

$$\text{Penalizacion}(F.P. < 90\%) = \frac{3}{5} \left(\left(\frac{90}{84} \right) - 1 \right) \times 100 = 4.2857\% = 4\%$$

$$\begin{aligned} \text{Facturacion energia} &= (\text{\$kW}) + (\text{\$kWh}_{\text{base}}) + (\text{\$kWh}_{\text{intermedia}}) + (\text{\$kWh}_{\text{punta}}) \\ &= \$ 50,130.87 + \$ 14,434.06 + \$ 127,208.06 + \$ 23,742.72 = \$ 215,516.53 \end{aligned}$$

$$\text{Penalizacion} = 0.04(\$ 215,516.53) = \$ 9,236.42$$

$$\text{Facturacion total} = \$ 215,516.53 + \$ 9,236.42 = \$ 224,752.95$$

Solución para bonificación por corregir el factor de potencia hasta el 97%:

$$\text{Bonificacion}(F.P. > 90\%) = \frac{1}{4} \left(1 - \left(\frac{90}{97} \right) \right) \times 100 = 1.8041\% = 0.0180$$

$$\text{Bonificacion} = 0.0180(\$ 215,516.53) = \$ 3,888.18$$

$$\text{Facturacion total} = \$ 215,516.53 - \$ 3,888.18 = \$ 211,628.35$$

Esta bonificación hace posible el apoyo a instalar bancos de capacitores, pues la inversión sería recuperable, o al menos sustentable debido que al mes se tendría una amortización de la deuda por adquirir los capacitores disponibles debido al ahorro en la facturación:

$$\begin{aligned} \text{Disponible para implementacion de capacitores} &= \$ 224,752.95 - \$ 211,628.35 \\ &= \$ 13,124.6 \end{aligned}$$

5.5. *EJEMPLO DE VERIFICACION DE DISEÑO PARA MABE*

En este sub-capítulo, se mostrará un caso práctico en la aplicación de Seis Sigma, los principios básicos de esta metodología y los resultados de las pruebas de verificación de la confiabilidad en subsistemas de las tarjetas de control eléctrico-electrónico de refrigeradores desarrollados por Mabe Tecnología y Desarrollo

Todo para sentar las bases y conocer el nivel de confiabilidad de los subsistemas, el nivel de Seis Sigma que se tiene en este proceso de diseño, así como justificar y en su defecto realizar acciones correctivas

VERIFICACIÓN: Proceso por el cual se comprueba y se comparan los resultados de un modelo ideal con un modelo desconocido.



Fig. 21 Tarjeta de control Eléctrico de sistema de refrigeración de MABE TYD

5.5.1. *Introducción:*

Esta filosofía de implementación de DFSS (Proceso de Diseño para Seis Sigma) se inicia en los años 80's como una estrategia de negocios y de mejoramiento de la calidad, fue introducida por Motorola, la cual ha sido ampliamente difundida y adoptada por otras empresas de clase mundial, tales como: G.E., Allied Signal, Sony, Polaroid, Dow Chemical, FedEx, Dupont, NASA, Loqueo, Bombardier, Toshiba, J&J, Ford, ABB, Black & Decker, y actualmente Mabe TYD.

Su aplicación requiere del uso intensivo de herramientas y metodologías estadísticas (en su mayoría) para eliminar la variabilidad de los procesos y producir los resultados esperados, con el mínimo posible de defectos, bajos costos y máxima satisfacción del cliente. Esto contrasta con la forma tradicional de asegurar la calidad, al inspeccionar post-mortem y tratar de corregir los defectos, una vez producidos

La historia de Seis Sigma se inicia en Motorola cuando el ingeniero (Mikel Harry) comienza a influenciar a la organización para que se estudie la variación en los procesos (enfocado en los conceptos de Deming), como una manera de mejorar los mismos. Estas variaciones son lo que estadísticamente se conoce como desviación estándar (alrededor de la media), la cual se representa por la letra griega sigma (σ). Esta iniciativa se convirtió en el punto focal del esfuerzo para mejorar la calidad en Motorola, capturando la atención del entonces CEO de Motorola: Bob Galvin. Con el apoyo de Galvin, se hizo énfasis no sólo en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos; algo casi cercano a la perfección.

Así nace Seis Sigma como una metodología rigurosa que

- **Define** los problemas y situaciones a mejorar,
- **Cuantifica** para obtener la información y los datos,
- **Analiza** la información recolectada,
- **Incorpora** y emprender mejoras al o a los procesos, defectuosos
- **Controla** o rediseñar los procesos o productos existentes, con la finalidad de alcanzar etapas óptimas, lo que a su vez genera un ciclo de mejora continua.

σ	DPM	% Exitoso
2	308,537	69.2
3	66,807	93.3
4	6,210	99.37
5	233	99.976
6	3.4	99.999666

Tabla 1 Relación de Niveles de Sigma, # de defectos y porcentaje de confiabilidad

En la actualidad la apertura del comercio global y la alta competencia nos exigen cada día mas ofrecer un servicio de calidad, y cero errores y/o defectos en nuestros servicios, algunos ejemplos de porqué un nivel de calidad del 99,0 % no sería suficiente, ni satisfactorio, mucho menos aceptable serian:

- 20.000 piezas de correo perdidas cada hora.
- 5000 operaciones de cirugía incorrectas, por semana.
- Al menos dos aterrizajes con problemas, diarios en los principales aeropuertos.
- 200.000 prescripciones incorrectas de medicamentos, cada año.
- Falta de servicio eléctrico, por casi 7 horas, cada mes.

El panorama es mayor si imaginamos cientos o miles de empresas dedicadas al mismo rubro. Así, La necesidad de ofrecer un servicio de calidad desde el diseño, antes de que se genere una inconformidad por parte de nuestros clientes, lo cual nos arroje la pérdida del mismo, o bien un costo no estimado por concepto de reparación del daño, o bien algún costo por indemnización por daño físico a terceros.

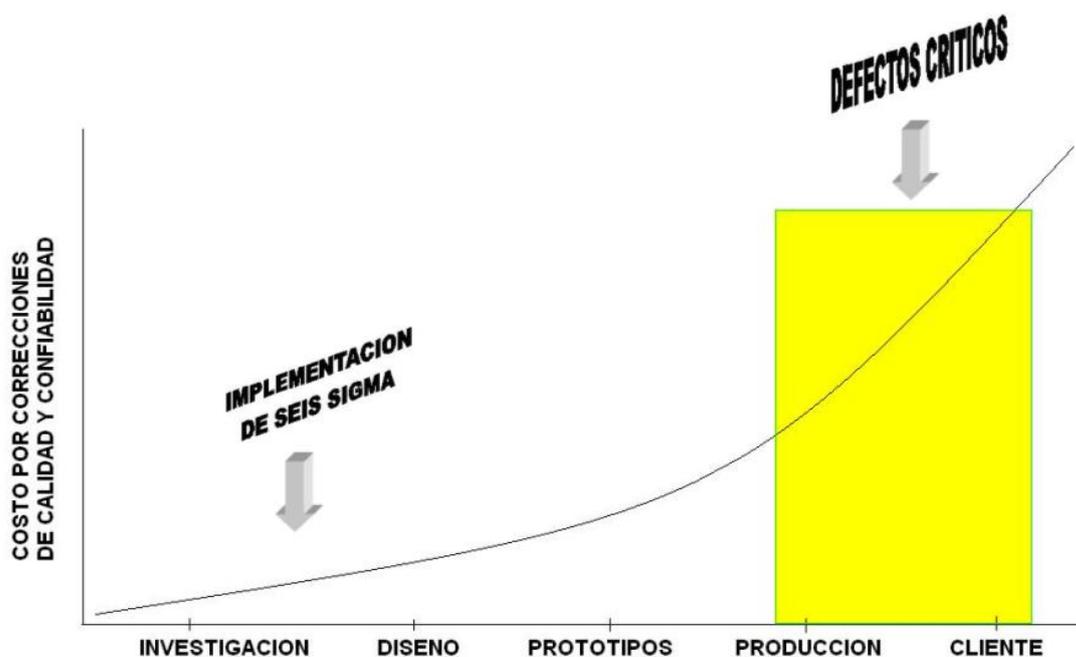


Fig. 22 Valoración de los defectos en el desarrollo de un producto.

Por lo que cumplir con las expectativas del cliente y con los estándares ideales de nuestros diseños y/o servicios son la causa principal de establecer sistemas estadísticos, o bien, indicadores que nos muestren con precisión la confiabilidad de nuestros diseños, productos o servicios lo cual justifica en gran medida la implementación de Seis Sigma en casi cualquier proceso de fabricación.

5.5.2. Descripción del Problema.

Como parte de la realización de Estándares Operativos y a manera de validar, el diseño propuesto de una Tarjeta de Bajo consumo de Energía Eléctrica, esto como parte de la certificación de la Comisión Nacional de Ahorro de Energía, se requiere mantener y mejorar el diseño de dicha tarjeta para mantener el objetivo de la línea de productos como líderes y responsables del medio ambiente para nuestros clientes, bajo esta premisa, se requiere la validación en sitio de dichas tarjetas de control.

5.5.2.1. Verificar y validar tiempos de trabajo de un ciclo completo en modo continuo

Un sistema de refrigeración denominado sin escarcha, tiene tres tipos de trabajo, tiempo de trabajo compresor, trabajo de resistencia de deshielo y espera de escurrimiento. La validación se realiza con ayuda de cámaras térmicas de pruebas y cinco unidades a ser verificadas por medio de un sistema de adquisición de datos bajo plataforma de LABVIEW de National Instruments de donde se obtuvieron muestreos de consumo de potencia en determinados tiempos, que al ser analizados nos mostrarían:

- El tiempo de activación y desactivación del compresor, en trabajo normal acumulado en compresor y trabajo a plena carga sin descanso de compresor.
- Tiempo de deshielo o de activación de resistencia.
- Tiempo de escurrimiento o no operación

Los siguientes resultados y graficas corresponden a uno solo de los sistemas verificados, sirviendo solo de muestra de las graficas alcanzadas.

Consideraciones de Toma de Muestras

1. Termistor de temperatura fuera del gabinete del refrigerador con el fin de que el compresor no deje de trabajar pues no alcanza la temperatura de posición de temperatura de paro de compresor y únicamente dejara de trabajar el compresor cuando se entre en etapa de deshielo. Cabe mencionar que estos sistemas tienen una alarma que indica que después de un ciclo de este tipo generara una alarma de puerta abierta para protección por sistema abierto, aunque no deja de trabajar el sistema.
2. La velocidad del muestreo prefija en la adquisición de Datos de es de 1 muestra cada 10 segundos
3. Posición 5 (nivel máximo de enfriamiento) en selección de nivel de frío de la tarjeta de control.

Los tiempos obtenidos de esta forma son los siguientes:

Tiempo de trabajo:

13 horas 42 minutos 44 segundos.

Tiempo de trabajo de resistencia de deshielo:

12 minutos 46 segundos

Tiempo de escurrimiento o no operación bajo estas condiciones:

9 minutos 54 segundos

Tiempo total de ciclo

14 horas 5 minutos 24 segundos

Y la grafica obtenida por medio de LABVIEW es la mostrada en la siguiente Fig.1.



Fig. 23 Grafica que muestra un ciclo completo de requerimientos de refrigeración.

Obsérvese el comportamiento del consumo de corriente, la entrada del compresor y el trabajo de la resistencia de deshielo, así como el tiempo de recuperación del compresor. Este ejemplo es de carácter Ilustrativo y solo busca mostrar a grandes rasgos el uso de sistemas SCADA en la validación de un sistema. Por cuestiones de ética y respetando el carácter de información confidencial, se suprimen Conclusiones y valores de trabajo requeridos, así como tratamiento estadístico de los valores.

5.5.2.2. Verificar y validar temperatura de corte o salida de compresor a baja temperatura en sistemas de refrigeradores.

Se realizara con ayuda de un Pozo Frío y un Multi metro auto rango marca Fluke 87 III, el cual será encargado de medir resistencia en el termistor a la cual el compresor deja de trabajar pues se ha detectado una temperatura de corte de trabajo en el control ON/OFF

Se introducen 6 termistores de tarjetas de prueba en el pozo frío, en cada variación de temperatura, se realizara la medición de cambio de resistencia identificando la recta de trabajo y que tan lineal o bien apegado al diagrama de dispersión se encuentra la resistencia.

Se programa el Pozo Frío con una temperatura baja comenzando en 4° C, se espera que estabilice el sistema y se forzó a que trabaje el compresor en cada tarjeta.

Se disminuye la temperatura del Pozo Frío a razón de 0.05° C y se espera tiempo de estabilización 2 minutos, se espera a ver si el compresor en las tarjetas deja de trabajar forzado puesto que a alcanzado la temperatura de apagado en el control ON/OFF, si no es así se sigue disminuyendo la temperatura.

Consideraciones:.

- En la tarjeta colocar el Display en nivel 5 (nivel máximo de enfriamiento).
- El compresor debe dejar de trabajar cuando alcance el termistor tenga una resistencia de 2.5 Ohms.

El análisis estadístico de las mediciones encontradas es el siguiente:

2.5653	Media
0.0958	Desviación Estándar
2.434	Valor Mínimo encontrado
2.796	Valor Máximo encontrado
0.1312	Diferencia Máxima
0.2308	Diferencia Mínima
2.34	Media Propuesta
1	Tolerancia propuesta +/-
1.34	Limite Inferior Esperado LIE
3.34	Limite Superior Esperado LSE
6.17	Valor de Z

Tabla 2 Resultados Tarjeta

Por cuestiones de ética y respetando el carácter de información confidencial, se suprimen Conclusiones, numero de muestreos de lote.

5.6. ANDON EN PROCESO DE ENSAMBLE CON HMI Y PLC.

El uso de Interfaces Hombre Maquina en las maquinas de ensamble son de gran ayuda con el fin de controlar el proceso. Cuando se tiene un proceso cerrado o de caja negra, el operario solo se limita a alimentar y recibir el producto terminado de un sistema, ello puede proteger la propiedad intelectual del proceso, sin embargo cuando se tiene un paro repentino, por falta de energía o por atoramiento o bien, un problema reflejado en la calidad de un producto es menester saber que ocurrió, es por ello que se recomienda el uso de HMI en el control de Procesos.

El uso de PLC (Programming Logic Controller), y HMI (Human Machine Interface) reducen de forma significativa los errores de operación que se puedan tener durante el proceso; imaginemos una válvula cerrada en un proceso de pintado o bien una falla recurrente que se vuelve crónica, todo lo que nos puede afectar en el proceso, MUDA de todo tipo agregaríamos a nuestro proceso. El control del proceso con sensores de posición, transductores de variables físicas y control de electro-válvulas son de gran ayuda en la correcta funcionalidad del proceso y en la identificación de fallas del mismo.

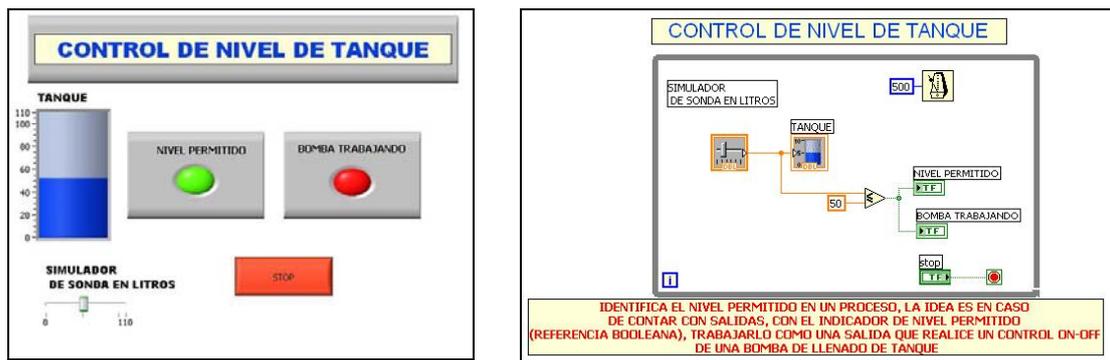


Fig. 24 Panel Frontal y Programación de Diagrama de Bloques de VI de National Instruments.

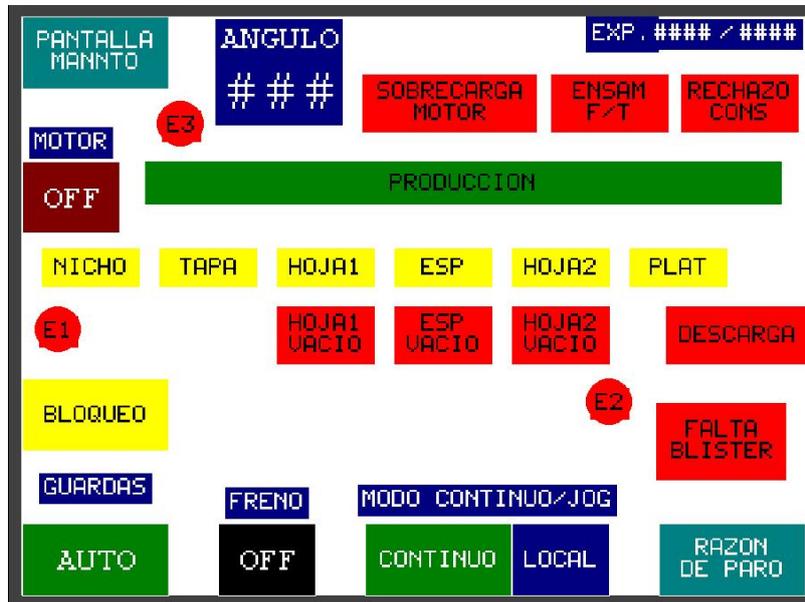


Fig. 25 HMI de control de maquina

DESCRIPTION	CURRENT		LAST SHIFT		LAST SHIFT -1	
	TIME	COUNT	TIME	COUNT	TIME	COUNT
Run Time	###.##		###.##		###.##	
Longest Run Time	###.##		###.##		###.##	
Production	###.##		###.##		###.##	
Planned Downtime	###.##		###.##		###.##	
Unplanned Downtime	###.##		###.##		###.##	
No Demand	###.##		###.##		###.##	
Good Razors	#####		#####		#####	
Reject Cycles	#####		#####		#####	
Machine Cycles	#####		#####		#####	
Missing Cartridge	#####		#####		#####	
Sticky Swivel	#####		#####		#####	
Missing Handle	#####		#####		#####	
Camera 1 Rejects	#####		#####		#####	
Camera 2 Rejects	#####		#####		#####	
%SCRAP	###%		###%		###%	

Fig. 26 HMI de Desempeño de Maquina.

5.6.1. *Maquina Puntual que Detecta los Cambios en el Funcionamiento de un Compresor.*

Teniendo como principio básico que un compresor tiende a disminuir su eficiencia con el tiempo de uso, y las principales causas son dos:

- Fugas, por ende la disminución de la entrega de flujo másico de aire, esto principalmente por falta de mantenimiento y/o por piezas mal selladas, o problemas de desgaste por fricción.
- Una mala eficiencia del motor, motivo de falta de mantenimiento del mismo en rodamientos, disminución y/o incrementos en la tensión de alimentación, desbalance de fases.

Recordemos que un compresor es una de las maquina con menor eficiencia de transformación energética que se puede tener en una fabrica, de esta forma se ha conjuntado con otros procesos para aprovechar la energía desperdiciada, mas sin embargo aun así es muy deficiente, de esta forma si aunado a su construcción le aunamos el desgaste por envejecimiento, estaremos muy cerca de no obtener ningún beneficio de ella.

De esta forma se justifica este Instrumento Virtual pretendiendo mostrar el uso de LABVIEW, como un equipo de detección de fallas y creador de reportes para mantenimiento. Para tal efecto debemos imaginar que para la implementación se requerirán:

- Un medidor de potencia de entrada en el motor o bien sensores de corriente y voltaje.
- Un transductor medidor de flujo másico de aire.
- Dos manómetros o medidores de presión digitales de entrada y salida de aire.
- Dos termopares o bien termómetros digitales de entrada de aire y salida antes del secador del mismo.

De esta forma, asignamos los valores de forma simulada en el VI desarrollado y se obtendrán potencias y energía de disipación que puede servirnos como muestra para sugerir la implementación de un precalentador de agua o de algún liquido utilizable en el proceso por convección. Al tener la formulación correcta, podríamos darle un tolerancia mínima de 3% a nuestras perdidas en el compresor, y generar una alarma cuando esta disminuya. El VI propuesto se puede ver en la figura:

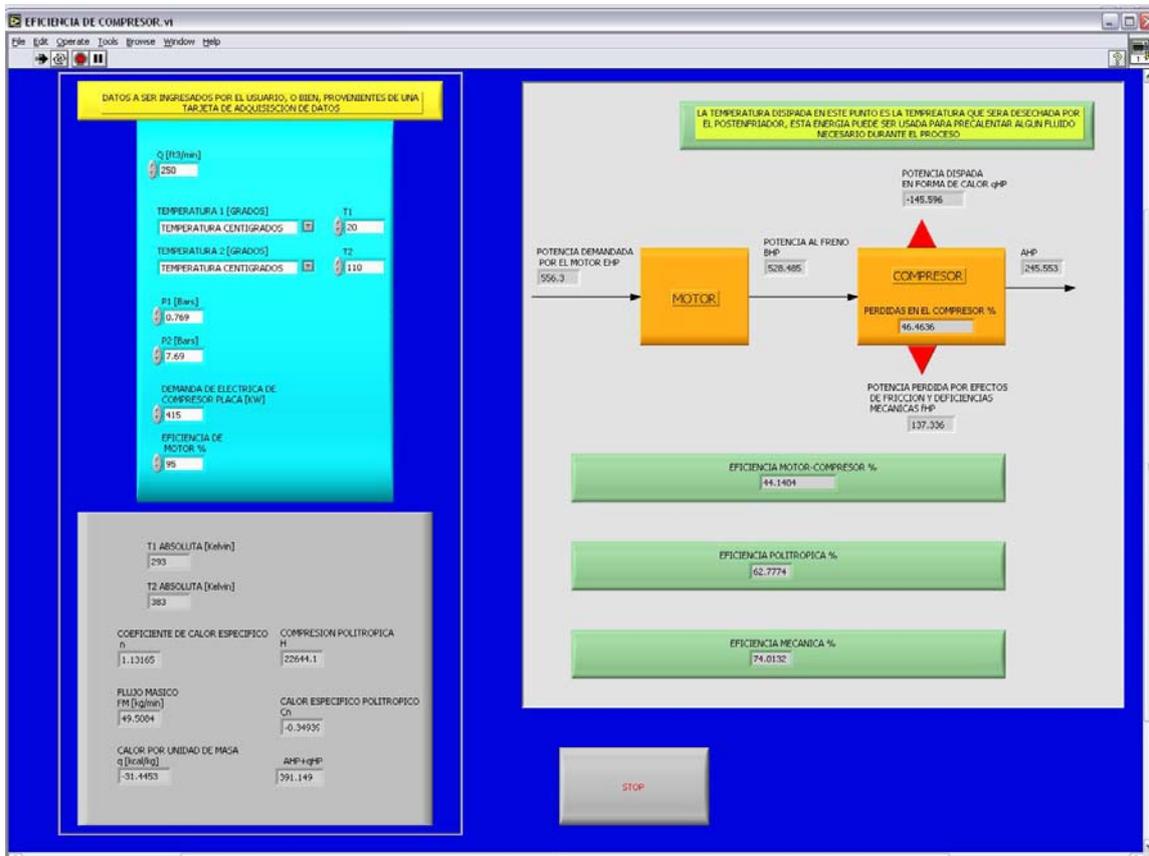


Fig. 27 Maquina Virtual que Muestra la Detección de Eficiencia de un Compresor.

5.6.2. *Evolución de un sistema de control HMI PLC a SCADA*

Como agregado podemos usar sistemas SCADA (System Control And Data Acquisition), son sistemas compuestos básicamente de una o varias estaciones maestras que son elementos de HMI y que permiten al operador adquirir datos y realizar controles sobre un conjunto de dispositivos llamados estaciones distribuidas o remotas. La comunicación entre estación o estaciones maestras y remotas se realiza mediante un protocolo de comunicaciones que puede ser transmitido en forma alamburada o inalámbrica. Los sistemas SCADA son utilizados para telecontrol de subestaciones eléctricas, operación telé-controlada de un sistema de agua potable, supervisión y control de sistemas de transporte colectivo, operación y telecontrol de sistemas de distribución de agua, gas, etc. Control de cualquier sistema interno de una planta y en términos generales cualquier proceso que implique el control y adquisición de datos de entradas/salidas de variables analógicas o digitales.

La adquisición de datos se puede utilizar:

- Para el control de producción, mostrando la producción total de una maquina.
- El consumo de energía de dicha maquina hasta el consumo de fluidos durante el proceso.
- Tempos muertos por falta de logística en la entrega de materia prima.
- Tiempo de reparación y motivos de fallas.
- Programación de Mantenimiento por horas trabajadas o por ciclos de trabajo.

Un control total de nuestro proceso es la ventaja que nos da el uso de estos dispositivos.

HMI Utilizado para habilitar remota y eléctricamente el uso de una maquina, de esta forma se previene el arranque de maquinas fuera de programa de producción, se tiene control sobre el consumo de energía eléctrica de la planta y se puede establecer un candado de seguridad en caso de mantenimientos a equipos desconectando el suministro eléctrico. De forma similar el consumo de fluidos al usar electro-válvulas, mantiene un uso adecuado de la energía Térmica de los fluidos necesarios.



Fig. 28 HMI utilizando LABVIEW para control de producción remota y consumo de energía eléctrica en tiempo real.

5.7. ***KAIRYO EN ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN SISTEMA DE ENSAMBLE***

Si bien, el uso de Estándares Operativos de Trabajo dentro de la empresa comprenden una inspección visual cada 30 minutos con 100 productos terminados, se tenían ocasiones en que un mal ensamble no era detectado a tiempo, hasta el proceso siguiente se tenía la detección, por lo que todo el lote era rechazado y tenía que ser reoperado.

Si se considera a la prueba de inspección de calidad como un proceso en si mismo, o bien, como parte de un proceso de producción, entonces la prueba de inspección automatizada como forma similar del control automatizado de procesos, es una necesidad, así los sistemas controlados automáticamente mediante el uso de sistemas de computo ofrecen las siguientes ventajas en la prueba e inspección de calidad:

- Reducción de los costos de operación, recordemos que en los tradicionales sistemas de muestreo, se detectan errores una vez hecha la evaluación de un lote, ejemplo de producto terminado cada 1000 piezas, o por tiempo cada 30 minutos o una hora, el defecto por tanto que comenzó en un nivel mínimo se fue incrementando a medida que avanzaba en el proceso o causo un re-trabajo, mismo que se vera reflejado en la disminución de ganancia pero aumento de costo del producto.
- Se obtener informes automáticos, se tendrá de manera eficiente el reporte de fallas recurrentes y se tomaran medidas para la solución de ellas por parte del área de mantenimiento y/o ingeniería dando soluciones y desarrollando mejoras pertinentes.
- Mayor precisión en el Diagnostico de fallas y averías para el área de mantenimiento, la forma en que se tienden a repetir los fallos y sus comunes manifestaciones conllevan de manera precisa a tabular y controlar de manera eficiente el origen y fin de una falla.

Las desventajas serian las siguientes:

- a) Su principal desventaja es el elevado costo inicial del equipo.
- b) La incorporación o capacitación de personal cualificado para la instalación, puesta en marcha y soporte del sistema.

KAIRYO en la calidad de las pruebas (deja atrás la inspección visual y/o problemas de interpretación de la normalización del producto).

Para el ojo humano es imposible el trabajar a la velocidad de la maquina, de esta forma se propone un sistema de Visión Automática, en el cual se identifican los malos ensambles de producto terminal, de esta forma se ayuda en la mejora y aseguramiento de calidad complementando un proceso KAIZEN con un sistema KAIRYO.

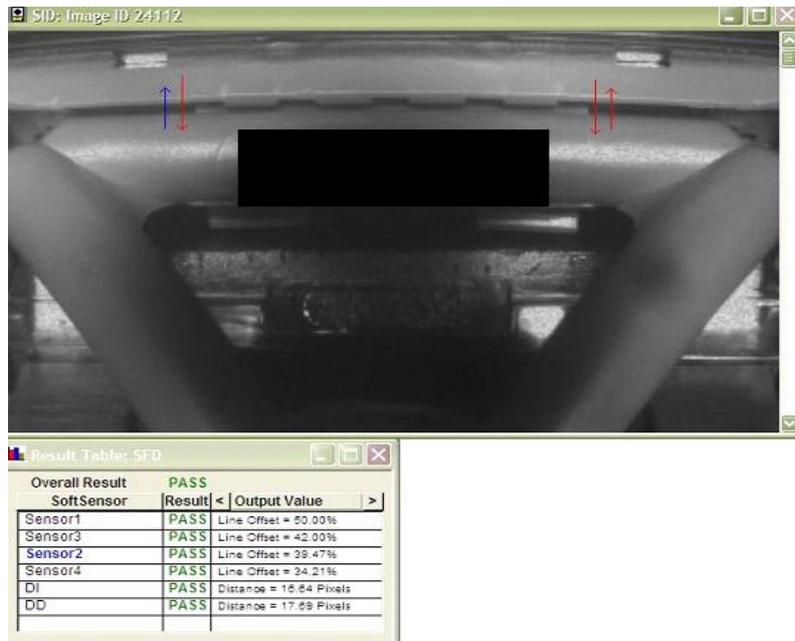


Fig. 29 Buen Ensemble



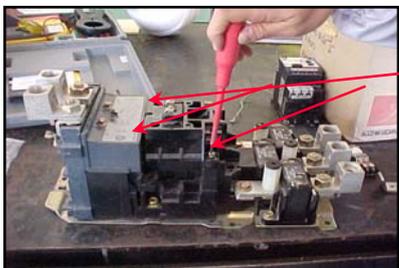
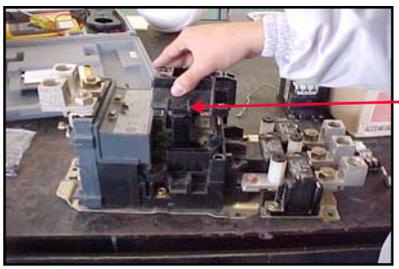
Fig. 30 Mal Ensemble

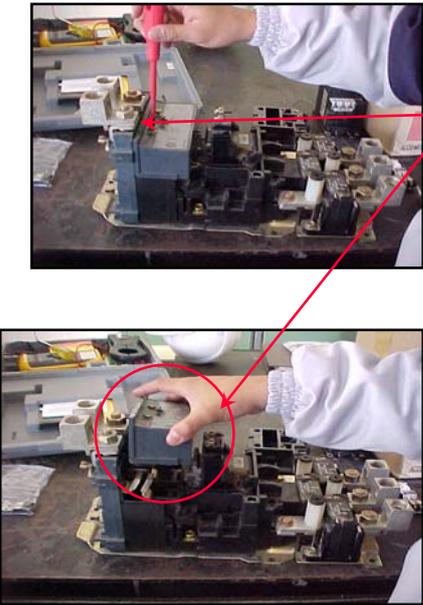
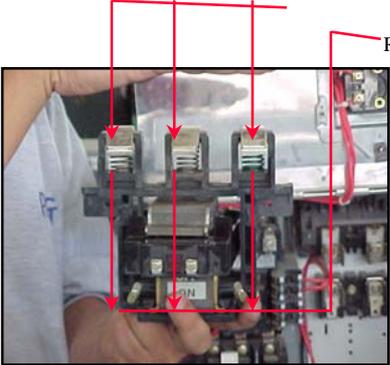
5.8. **PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE MANTENIMIENTO EN FÁBRICA**

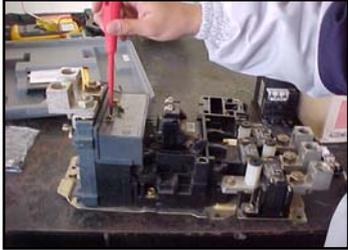
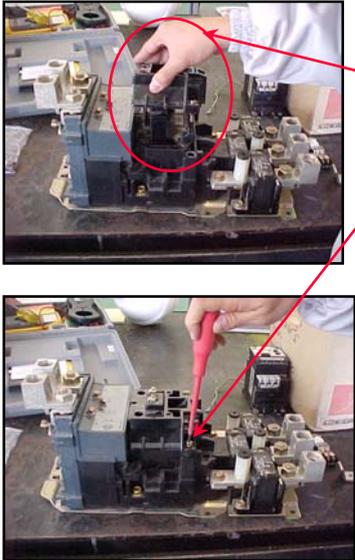
Procedimiento Estándar de Mantenimiento			
Nombre del Procedimiento: Cambio de contactores de arrancador.		No. Clave: PM-EM-XXX	
Estándares que aplican:		Fecha Generación: 08 / 2008	
Propósito: Evitar paros de motores por contactores dañados.		Fecha Prox. Revisión: 08 / 2009	
Ejecutar: Siempre que exista un contactor dañado.			
Sección de Validación			
# ARP :	Ref. Técnica :	Contacto Experto:	
Tiempo de la Actividad: 1 hora.	No. de personas que la realizan: ()	Personal: () Planta () EXTERNO	
Dueño/Elaboró: Garcia Flores Marco Antonio			
Revisó: ()HS&E ()QA ()Líder C&I			
Revisó ()Líder de tecnología()			
Sección de Ejecución			
Herramientas	Materiales/insumos	Refacciones	#Gca
1. Desarmador de cruz aislado, 2. Desarmador plano 3/8 aislado.	1.	1.	

Condiciones iniciales: Antes de realizar esta operación lea el procedimiento de seguridad del area de trabajo y siga el procedimiento de Operaciones de mantenimiento e inspección en CCM's,
Para llevar a cabo esta actividad siga el Procedimiento estándar de cambio de arrancador.

Procedimiento (descripción paso a paso):

Actividad	Descripción de la Actividad	Tiempo Std. De la Actividad
<p>1.</p> 	<p>Quite los tornillos que sujetan la guarda de la bobina.</p>	
<p>2.</p> 	<p>Saque la guarda hacia arriba.</p>	

<p>3.</p> 	<p>Quite los tornillos que sujetan la guarda superior donde se encuentran los contactores.</p>	
<p>4.</p> 	<p>Saque la bobina del arrancador y con ésta los contactores.</p>	
<p>5.</p> 	<p>Resortes</p> <p>Para hacer el cambio de los contactores presione el contactor hacia abajo y deslícelo hacia un lado para sacarlo.</p>	

<p>6.</p>	<p>Para colocar un contacto nuevo presione el resorte y coloque el nuevo contactor. (ver figura anterior.)</p>	
<p>7.</p> 	<p>Una vez cambiados los contactores coloque nuevamente la pieza armada dentro del arrancador.</p>	
<p>8.</p> 	<p>Coloque la guarda de los contactores y atorníllela con un desarmador plano.</p>	
<p>9.</p> 	<p>Coloque la guarda de la bobina y atorníllela con un desarmador plano. <i>Nota: Siga el procedimiento de cambio de arrancador para el montaje del mismo.</i></p>	

Sección de Verificación:

Procedimiento de prueba	Condicion de aprobación	Tiempo
	<ol style="list-style-type: none">1. Cero accidentes.2. Cero tiempos muertos por contactores en mal estado.	1 hora.

IV. CONCLUSION

En este trabajo se exponen los puntos esenciales que han hecho del KAIZEN una herramienta de éxito a nivel mundial. Sin embargo hay que hacer énfasis que su implementación en México y en otras partes del mundo se ha visto afectada por los problemas que se han vuelto culturales, mismos de cada sociedad y que merman el desarrollo y la rápida adaptación al cambio, todo por paradigmas, que ya no son aplicados al mundo actual.

Básicamente los paradigmas son la barrera a vencer, la estrategia que se utilice para ello ira en función de los requerimientos de la empresa y de la velocidad a la cual la empresa quiera lograr sus objetivos.

Infinidad de autores muestran a un México, en vías de desarrollo, al México con paradigmas ya que en sus inicios fue conquistado y por ende siente que cualquier metodología es mala, por el simple hecho de ser extranjera, peor aun cuando se observa como referencia al mexicano de zarape, agazapado al lado de una nopalera, con una botella de alcohol. Desgraciadamente es un golpe a la autoestima de muchos, pero debe hacerse la referencia que ese paradigma se ha comenzado a romper, hay que evolucionar o morir.

Es de admirarse que en tiempos actuales se ha demostrado que hay mexicanos que cambian ese concepto, que son ganadores y que rompen con esos paradigmas, es increíble y motivo de orgullo ver a estos ganadores que dan ese paso hacia la excelencia sin mas armas que la constancia y la dedicación, esa famosa frase como estandarte la “Pasión por Ganar”.

La filosofía KAIZEN busca una mayor cooperación de todos los integrantes de un equipo de trabajo, fomenta el aprendizaje y desarrollo individual con cooperación grupal y a su vez obtiene el crecimiento que espera fincado en el auto-conocimiento que los integrantes le aporten a sus procesos de fabricación.

En México, es una realidad que aun existen trabas, frases como: “yo por que tengo que hacer su trabajo”, “cuanto me van a pagar de mas”, “el sindicato no lo permite, están violando el contrato colectivo de trabajo”; y demás que merman el buen desarrollo y la evolución que ha de tener una empresa de productos o servicios, bajo el concepto KAIZEN, o bajo cualquier metodología.

La buena aceptación depende en mucho de la administración, de la confianza, reconocimiento y ambiente de trabajo que se haya formado en el trabajo y en cada individuo. Un trabajador frustrado al igual que un trabajador individualista, es una manzana que termina por echar por frenar el trabajo del equipo, la confianza y el sano ambiente de trabajo. Mente sana en cuerpo sano aplicado a la manufactura, seria “Administración sana en estructura sana”.

Maccoby en su libro “El Ganador”, nos muestra que hay 4 diferentes personalidades que laboran en empresas de innovación tecnológica y adaptables al cambio, el artesano, el luchador de la selva, el hombre compañía y el ganador, todos ellos tienen sus diferentes roles, es por ello que para el éxito del KAIZEN también hay que considerar una buena comunicación y definición de los requerimientos para cada puesto de trabajo, con la finalidad de que Recursos Humanos busquen a las personas ideales para los puestos de trabajo.

Supongamos una persona inmiscuida en procesos que requieren la utilización de herramienta especializada en un grupo de personalidades como el de artesanos (técnicos especializados), a su mismo nivel, pero con falta de conocimientos técnicos, si esta persona tiene como personalidad el hombre de la selva o bien, el hombre compañía, buscará sobresalir, el hombre compañía del brazo del supervisor o jefe superior, el hombre de la selva creyendo que él quiere el puesto inmediato superior pues se lo merece, a la larga tiende a frustrarse por su desempeño, o bien contagia de frustración a los miembros del equipo de trabajo, puede llegar a romper la armonía del grupo, pues siempre buscarán sobresalir del grupo, sin fundamentos técnicos generará desconfianza y problemas internos. Pues siempre buscará tener una mayor proyección de sí mismo.

De igual forma cuando se tienen trabajadores de menor rango pero de altos conocimientos técnicos, la frustración genera paradigmas que comienzan a crecer dentro de la misma empresa.

Cuando se tienen bajos salarios, problemas internos en el área de trabajo, es difícil encontrar la cooperación de cada individuo.

La diferencia más grande encontrada entre México y Japón, es el tiempo de vida activo dentro de una empresa, mientras en México se tienen un alto índice de rotación de personal, en Japón, existen todavía empresas de trabajo vitalicio, por lo cual se cumple con la pirámide de Maslow y el desarrollo personal con el constante entrenamiento de forma más sencilla, pues no se tiene como premisa el hecho de conservar el empleo, si no de hacerlo más ameno, pues en él estará gran parte de su vida.

La alta rotación de personal, también trae consigo una problemática de capacitación y el tiempo de oscilación en que nuestro sistema pudiese tener un error debido a la falta de pericia y conocimiento del proceso en cuestión, la implementación de Estándares Operativos hace que este tiempo de oscilación sea menor y una estandarización del conocimiento sea de manera casi automática.

KAIZEN satisface este requerimiento, pero de igual forma merma su desarrollo, pues si se genera la desconfianza del trabajador que cuando se complete de manera efectiva la base de Estándares Operativos, su trabajo como especialista se verá afectado y ya no se requerirá sino una mano de obra más barata de la que él pudiese ofrecer.

De esta manera, la buena implementación de KAIZEN depende completamente de la administración, es por ello que muchos trabajadores se oponen a ella, si no se tiene rotación y aprendizaje constante, el trabajador especialista en hacer una sola labor se vuelve reacio al cambio, pues nunca lo ha tenido en su vida diaria.

KAIZEN funciona en Japón y la metodología es muy específica, cooperación y crecimiento de todos, sin embargo se tiene que trabajar en equidad obrero-patronal en planes de compensación que hagan que también se incentive la innovación; en México, identificar los puntos clave de beneficio económico y depurando el sistema productivo de vez en cuando, de tal forma que se active la innovación día a día. Pero también aquí entra el hecho de deshacerse de los malos elementos, la falta de comunicación y la no realimentación de los niveles administrativos hacia los subordinados, hace que se genere duda y también se merme el desarrollo (generando paradigmas).

La inestabilidad laboral, influye de manera importante. Como ya vimos, es buscar el equilibrio en lo que los trabajadores quieren de la empresa y lo que la empresa quiere de ellos, ceder de los dos bandos y mantener de esta forma un ambiente de trabajo sano, abierto al cambio y de innovación diaria.

V. BIBLIOGRAFIA

- BESTERFIELD, Dale H.
CONTROL DE CALIDAD (QUALITY CONTROL)
Prentice Hall
ISBN:0-13-501115-9
- BANKS, Jerry
CONTROL DE CALIDAD (PRINCIPLES OF QUALITY CONTROL)
Limusa
ISBN: 968-18-4508-0
- MASAAKI, Imai
KAIZEN: LA CLAVE DE LA VENTAJA COMPETITIVE (KAIZEN: THE
KEY TO JAPAN'S COMPETITIVE SUCCESS.)
CECSA
ISBN: 968-26-55186-9
- SUÁREZ BARRAZA, Juan Francisco
EL KAIZEN: LA FILOSOFÍA DE MEJORA CONTINUA E INNOVACIÓN
INCREMENTAL DETRÁS DE LA ADMINISTRACIÓN POR CALIDAD
TOTAL.
Panorama
ISBN: 968-38-1591-X
- GOLDRATT, Eliyahu M.
LA META (THE GOAL)
Ediciones Regiomontanas S.A. de C.V.
ISBN: 968-5951-00-4
- MACCOBY , Michael
EL GANADOR (THE GAMESMAN)
Laser Press Mexicana S.A.
ISBN: 968-458-151-3
- MORAN CHAVEZ, Irma
5'S EN LA CREACIÓN DE ENTORNOS PRODUCTIVOS
Asesora en Productividad Tecnológica CIDESI

- GARCIA Flores, Marco Antonio
 - LABVIEW, COMO HERRAMIENTA PARA LA ADMINISTRACIÓN INTEGRAL DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.
Diplomado en Ahorro y Uso Eficiente de la Energía.
CIITEC-IPN
 - MECATRÓNICA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE DFSS (PROCESO DE DISEÑO PARA SEIS SIGMA)
ESPECIALIDAD DE TECNÓLOGO EN MECATRÓNICA
CIDESI-CONACYT-MABE TYD

Artículos electrónicos

- LEÓN LEFCOVICH, Mauricio
El KAIZEN Explicado
<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/estrategia/explicacion-del-kaizen.htm>
- MORAN CHAVEZ, Irma
5'S en la Creación de Entornos Productivos
Asesora en Productividad Tecnológica CIDESI
- Real Academia de la Lengua
Diccionario
<http://www.rae.es/RAE/Noticias.nsf/Home?ReadForm>
- Wikipedia.
Enciclopedia Libre
<http://es.wikipedia.org>
- Machine Vision Systems and Machine Vision Sensors
COGNEX
<http://www.cognex.com>
- National Instruments
SCADA
[http://www.ni.com/National Instruments](http://www.ni.com/National_Instruments)
- Monografías.
Enciclopedia Libre
<http://www.monografias.com>