

## INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A. nace en el año 1964, en la ciudad de Arequipa (Planta número 1), con razón social Aceros Arequipa S.A. En 1982 pone en marcha la planta de Pisco (Planta número 2) y el 31 de Diciembre de 1997 se fusiona con la empresa Aceros Calibrados S.A. dando origen a la Corporación Aceros Arequipa S.A. (C.A.A.S.A.)

Actualmente la empresa se dedica a la fabricación de hierro esponja, palanquillas de acero, barras helicoidales, alambón de construcción y aceros calibrados en sus plantas de Pisco y a la fabricación de barras de construcción, perfiles y platinas en sus plantas de Pisco y Arequipa. Teniendo una capacidad de 400,000 toneladas de productos terminados al año.

En Lima, Corporación Aceros Arequipa cuenta con oficinas administrativas, así como almacenes para la distribución de los productos antes mencionados así como la comercialización de planchas y bobinas laminadas en frío (LAF), laminadas en caliente (LAC) y Zincadas, además de clavos, alambres recocidos y abrasivos.

El proyecto que en esta oportunidad se presenta ha sido realizado en las instalaciones de la planta de Pisco (Kilometro 241 de la carretera Panamericana Sur), planta que tiene como número telefónico el (056) 53 – 2967 y número de fax el (056) 53 – 2971.

El número de RUC de C.A.A.S.A. es 20370146994 y el código de actividad económica N°2710, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de las Naciones Unidas.

En esta oportunidad estamos postulando a la categoría GESTIÓN DE PROYECTOS DE MEJORA TÉCNICA, con el proyecto “Reviramiento de palanquillas en el Horno Bendotti ” desarrollado por el Círculo de Control de Calidad “MECATRONIC” del departamento de Mantenimiento.

Actualmente en la Compañía laboran 936 personas y la distribución es 190 personas en la planta de Arequipa, 614 en la de Pisco y 132 en la ciudad de Lima, aproximadamente el 36% de este personal labora en las áreas administrativas.

Los principales productos con los que cuenta Corporación Aceros Arequipa S.A. son:

- Barras de Construcción
- Perfiles
- Alambón (para construcción y trefilería)
- Planchas y bobinas
- Acero Calibrado
- Clavos
- Pernos de Fortificación
- Abrasivos

Los mercados a los que se orientan los productos de Aceros Arequipa son el mercado de la construcción tanto en Bolivia como Perú, el mercado metal - mecánico y así como el mercado minero.

Corporación Aceros Arequipa S.A., conjuntamente con la Empresa Siderúrgica del Perú S.A. – Siderperú S.A., constituyen las dos únicas empresas representantes de la industria siderúrgica del país. Ambas empresas comparten el abastecimiento al mercado nacional de barras y alambón de construcción, siendo Corporación Aceros Arequipa S.A. el

principal suministrador de perfiles de acero y en lo relativo a productos planos nuestra empresa sólo atiende alrededor del 15% de este mercado.

Los principales clientes de la corporación son:

- Odeberch
- Cosapi S.A.
- Bechtel Overseas
- J.J. Camet
- H y V
- Graña y Montero
- Constructora Sagitario

Los principales proveedores de Corporación Aceros Arequipa S.A. son:

- Enrique Ferreyros S.A.
- Danielli
- Carbocol
- SGL
- UVISCO
- Compañía minera Shougang
- Maruveni

La empresa que realiza la auditoría financiera es la compañía Price Waterhouse S.A.C.

La persona de contacto es el Ing. Luis Bedoya Jimenez como Jefe del departamento de T.Q.M. y representante de la dirección para la certificación ISO 9001 de la planta de Pisco.

Termino de Aceptación:

Entendemos que esta postulación será revisada por los miembros del Jurado Evaluador. Si nuestra organización fuera seleccionada para ser visitada aceptamos recibir dicha visita y facilitar a los evaluadores una abierta e imparcial evaluación.

Aceptamos que nuestra organización debe pagar todos los gastos relacionados con la postulación y la visita en terreno de acuerdo a lo estipulado en estas Bases.

Si nuestra organización fuera seleccionada para recibir el Premio, aceptamos pagar la cuota de prensa para anuncio público de los resultados. De igual manera compartir información sobre nuestra exitosa estrategia de gestión empresarial con otras empresas peruanas, en los términos previstos por estas Bases.

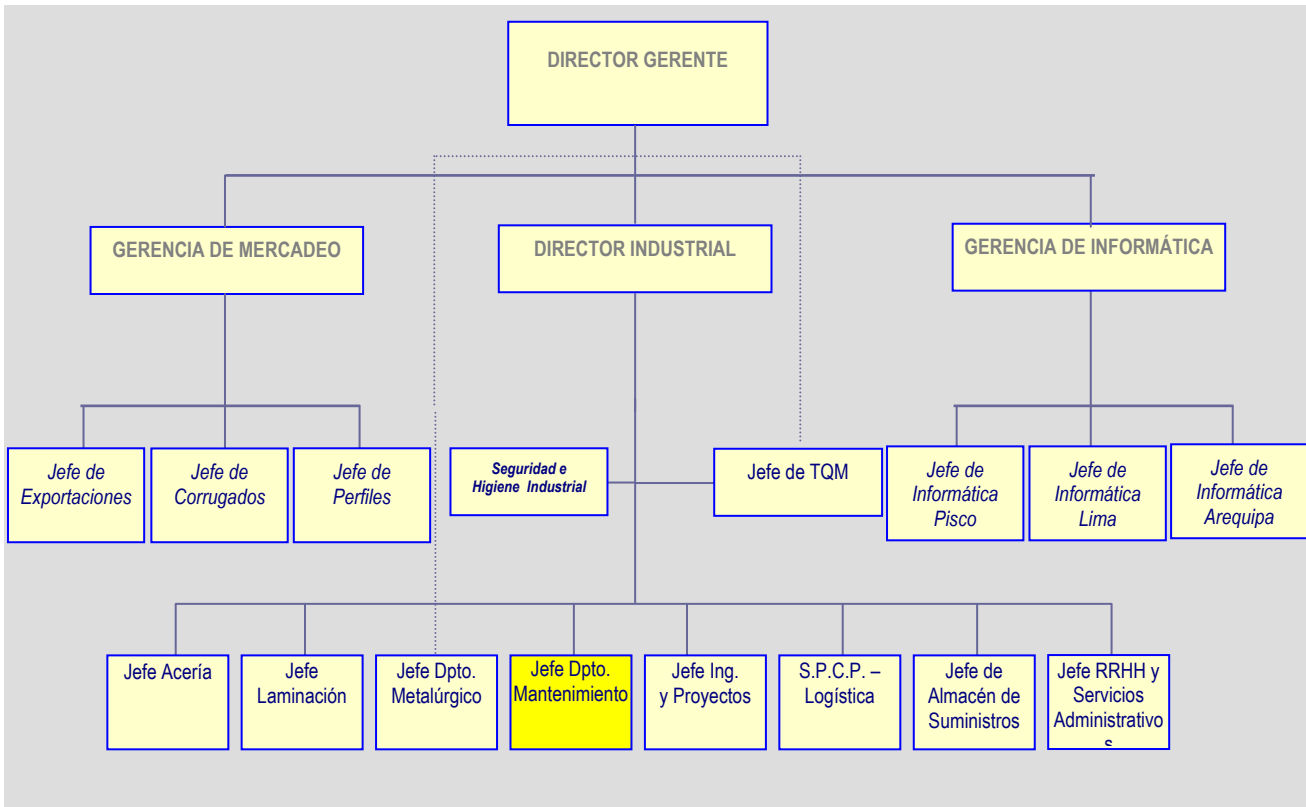
---

Ing. Luis Bedoya Jimenez  
Jefe de T.Q.M.

# ORGANIGRAMA

## CORPORACIÓN ACEROS AREQUIPA S.A.

### SEDE N° 2 - Planta Pisco



Los integrantes del equipo de mejora pertenecen al departamento de Mantenimiento (área sombreada)

## INDICE

	Página
<b>1.- Liderazgo y compromiso de la alta dirección</b>	
1.1.- Organización de soporte para promover el trabajo en equipo	5
1.2.- Facilidades otorgadas a los equipos de proyecto de mejora	5
1.3.- Apoyo de la Alta Dirección en la implementación de las propuestas de solución	6
1.4.- Reconocimiento a los equipos de proyectos de mejora	7
<b>2.- Identificación y selección del proyecto de mejora</b>	
2.1.- Análisis de la estrategia de la organización y de oportunidades de mejora	7
2.2.- Impacto en los resultados de la organización y definición del proyecto	8
<b>3.- Método de Solución de Problemas y Herramientas de Calidad</b>	
3.1.- Método de solución de problemas	9
3.2.- Recolección y análisis de la información	11
3.3.- Herramientas de Calidad	17
3.4.- Concordancia entre el método y las herramientas	18
<b>4.- Gestión del proyecto y trabajo en equipo</b>	
4.1.- Criterios para la conformación del equipo de proyecto	18
4.2.- Planificación del proyecto	19
4.3.- Gestión del Tiempo	19
4.4.- Gestión de las relaciones con personas y áreas claves de la organización	20
4.5.- Documentación	20
<b>5.- Capacitación</b>	
5.1.- Programa de capacitación del equipo	20
5.2.- Impacto en las actividades de capacitación	21
<b>6.- Creatividad</b>	
6.1 - Habilidad para encontrar soluciones de bajo costo y alto impacto	21
6.2.- Originalidad de la solución planteada	25
<b>7.- Continuidad y mejora de los resultados</b>	
7.1.- Continuidad y mejora de los resultados	25
<b>8.- Resultados</b>	
8.1.- Resultados de orientación hacia el cliente interno/externo	25
8.2.- Resultados financieros	26
8.3.- Resultados de la eficiencia organizacional	27

## **RESPUESTAS A LOS CRITERIOS Y SUBCRITERIOS**

### **1. - Liderazgo y compromiso de la alta dirección**

#### **1.1. - Organización de soporte para promover el trabajo en equipo**

La Alta Dirección de Corporación Aceros Arequipa S.A. mantiene un enfoque sistemático para apoyar el desarrollo de los proyectos de mejora y en general para fomentar la participación de todos los trabajadores en la búsqueda de la mejora continua de la empresa. Desde hace 13 años se ha formado un Comité Ejecutivo de la Calidad, que se reúne mensualmente y que su principal misión es la de analizar el desarrollo del programa de Calidad Total dentro de la organización. Este Comité está presidido por el Director Industrial (D.I.) y cuenta con la participación de 11 miembros de diversas áreas de la empresa, tanto áreas de producción como de administración. Cabe destacar que dos veces al año, este comité es presidido por el Director Gerente (D.G.), máxima autoridad en C.A.A.S.A., para revisar el desempeño de todo el Sistema de Gestión de Calidad en toda la organización con la participación de las diferentes gerencias de la corporación.

Estas reuniones del Comité de Calidad son organizadas por el departamento de Calidad Total, departamento al que le han sido delegada, por el D.G., la responsabilidad de fomentar el trabajo en equipo y asesorar a los equipos de mejora continua, así como administrar el programa de sugerencias, la certificación ISO 9001:2000 e implementar el programa de Mantenimiento Productivo Total en la planta de Pisco.

Anualmente se llevan a cabo 3 Jornadas de Avance, momentos en los cuales los equipos de mejora presentan los avances de sus proyectos a todos los miembros de la compañía y estos proyectos son evaluados para identificar las mejoras potenciales a los proyectos, así como la capacitación y la asignación de los recursos necesarios. De igual forma, todos los años desde 1993 se realizan una reunión anual llamada Encuentro Interno donde cada equipo de mejora presenta su proyecto y se premian a los mejores. A todas estas reuniones asisten las máximas autoridades de la empresa y son ellos los que personalmente premian a los equipos de mejora.

Este año se realiza el 13er Encuentro Interno de Grupos de Progreso y Círculos de Control de Calidad la primera semana del mes de Julio. En este evento se evalúan 29 proyectos de mejora desarrollados por el personal de la corporación, además debido a la cantidad de equipos de mejora participantes en la ciudad de Arequipa, fue necesario elaborar por quinta vez un Encuentro Interno en la planta número 1 para definir los representantes de esta sede a este importante evento.

#### **1.2. - Facilidades otorgadas a los equipos de proyecto de mejora**

El apoyo y respaldo que la alta dirección brinda a los proyectos de mejora se ve reflejado con la asignación de recursos para la ejecución de los proyectos y de igual manera con la masiva participación de los trabajadores en estos proyectos, actualmente contamos con 48 equipos de mejora a nivel corporativo, 33 equipos de mejora son de las sedes 2 y 4 (Pisco), 15 equipos de mejora de la sede 1 – Arequipa.

Desde hace 14 años, C.A.A.S.A. cuenta con una infraestructura adecuada para la realización de este tipo de actividades, es importante resaltar que estas facilidades son mejoradas, en la medidas de las posibilidades, año a año.

En principio se cuenta con una biblioteca que es administrada por el departamento de T.Q.M., la cual es actualizada constantemente y de igual manera es consultada por cualquier miembro de la organización.

Así mismo se cuenta con diversas salas de reuniones, prácticamente una por cada departamento de la compañía. Estas aulas están dotadas de carpetas unipersonales o mesas de reuniones que le permiten a los miembros de los equipos de mejora continua desarrollar su labor con comodidad.

En caso ser necesario apoyar al equipo con cámaras filmadoras o fotográficas, digitalización de fotografías o fotografías digitales, equipos audiovisuales u otros equipos, es el departamento de T.Q.M. quien hace las coordinaciones respectivas.

La asignación de útiles de escritorio, computadoras y otros materiales que necesite el equipo de mejora para el desarrollo de sus proyectos son asignados por el jefe del departamento al cual pertenecen.

Las inversiones que sean necesarias realizar para la ejecución de cada uno de los proyectos de la corporación son coordinadas entre el facilitador del equipo de mejora, el jefe de sección, jefe de departamento, el D. I. y si fuese el caso por el D.G. según corresponda.

### **1.3. - Apoyo de la Alta Dirección en la implementación de las propuestas de solución**

La alta dirección de C.A.A.S.A. ha establecido en su Política de Calidad como uno de sus compromisos el:

“Promover y fomentar el desarrollo, el bienestar y la seguridad integral de nuestros compañeros de trabajo, así como reconocer sus logros y aportes”

Esta Política de Calidad está firmada por el D.G. y del Director Gerente General (D.G.G.), máximas autoridades dentro de C.A.A.S.A. Para el cumplimiento de este compromiso en la planta de Pisco, se coordinan reuniones entre el D.I. y las jefaturas de la planta lo que le permiten a todos los equipos de mejora con que cuenta la compañía acceder a los recursos necesarios para la ejecución de sus proyectos.

Todos los equipos de mejora presentan sus trabajos, a través de su facilitador, a su jefatura y entre ambos quienes sustentan las necesidades de cada proyecto ante el D.I. De esta forma se puede implementar los proyectos de todos los equipos de mejora y así fomentar la participación de mayor número de personas en equipos de mejora continua.

#### **1.4. - Reconocimiento a los equipos de proyectos de mejora**

Desde que se formaron los equipos de mejora continua en C.A.A.S.A., se viene reconociendo los logros obtenidos por cada uno de ellos, pues esto es parte de nuestra Política de Calidad, tal como se detalla en el punto anterior.

Para el caso específico de los equipos de mejora la empresa tiene por política entregar premios a los mejores trabajos del año, estos premios son entregados en los Encuentros Internos, en estos eventos participan todos los equipos de mejora que tengan por lo menos un proyecto concluido en el último año y cada proyecto es evaluado siguiendo los criterios de la Metodología de Solución de Problemas utilizada.

Adicionalmente, los mejores proyectos son presentados al concurso anual que organiza el Comité de Gestión de Calidad "Premio a la Calidad" y ocasionalmente al concurso que organiza la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) "Creatividad Empresarial". Todos los equipos ganadores de estos concursos reciben premios y representan a la empresa en diferentes eventos organizados por otras instituciones.

## **2. - Identificación y selección del problema**

### **2.1. - Análisis de la estrategia de la organización y de oportunidades de mejora:**

Corporación Aceros Arequipa, una de las dos únicas empresas siderúrgicas del país, considera que desde el año pasado el sector ha sufrido importantes cambios, principalmente por los grandes volúmenes de adquisición de materia prima que estuvo realizando China durante el año 2004, como consecuencia de estos volúmenes de compra, los costos de materia prima para la fabricación de acero en todo el mundo se vieron afectados y por consiguiente el precio con el que se llega al cliente también sufrió un incremento considerable.

A pesar de tener en cuenta la situación de recesión que mantuvo el país durante casi todo el año pasado, y la leve recuperación ocurrida a finales del mismo, la compañía es optimista en considerar que el resultado del año 2005 deberá ser sustancialmente mejor que el año anterior, para lo cual se ha fijado un objetivo de crecimiento de 3% sustentado principalmente en un desarrollo eficaz del Programa Mi Vivienda, proyectos de inversión del estado, la autoconstrucción, así como en nuevas líneas de productos.

Al igual que en años anteriores, en el que se puso énfasis tanto en el aumento de la productividad así como en la reducción de costos, se seguirá en la tarea de búsqueda de materias primas nacionales adecuadas, para ser incorporadas al proceso productivo. De la misma manera la mejora continua de la calidad de nuestros productos y en el servicio a nuestros clientes, así como la actualización tecnológica permanente en nuestras maquinarias y equipos, seguirán formando parte de los objetivos centrales, que la empresa espera cumplir durante el presente año.

El departamento de Mantenimiento, sin ser ajenos a estos objetivos ve como oportunidad de mejora los equipos con menores índices de disponibilidad y asigna a los diferentes equipos de mejora de su respectiva área que planteen alternativas para mejorar sus indicadores relativos a los objetivos estratégicos de la organización.

## 2.2. – Impacto en los resultados de la organización y definición del proyecto:

En el mes de octubre del año 2002 se crea el Círculo de Control de Calidad MECATRONIC con personal del departamento de Mantenimiento, los integrantes pertenecen a la sección de taller electrónico y mantenimiento de laminación con el lema “Con nuevas ideas para un mismo fin”. En esta oportunidad, su tercer año, se evaluó la posibilidad de solucionar seis distintos proyectos

- A. Reviramiento de palanquillas en el horno Bendotti
- B. Control del GAP en el Tren Continuo
- C. Contador de varillas en la zona de acabados
- D. Variación de longitud y peso de las palanquillas
- E. Control de temperatura en el horno Bendotti
- F. Vuelco de colas en mesa de enfriamiento

De esta primera lista de proyectos se realizó una preselección de acuerdo a la experiencia de sus integrantes, con la finalidad de determinar tres proyectos mas importantes. Los problemas seleccionados fueron el A, C y D.

A estos tres problemas se aplicó la matriz de selección por factores (FACTIS) dando como resultado el problema a solucionar:

	PUNTAJE	PRIORIDAD	PRINCIPALES PROBLEMAS
A	44	3	Conteo de varillas Acabados-Laminación
<b>B</b>	<b>54</b>	<b>1</b>	<b>Reviramiento de palanquillas en el horno de recalentamiento de 35 ton/hora.</b>
C	46	2	Variación de longitud y peso en las palanquillas

CRITERIOS DE SELECCIÓN		FACTOR DE PONDERACIÓN	EVALUACIÓN							
F	FACILIDAD PARA SOLUCIONARLO 1:MUY DIFICIL 2:DIFICIL 3:FACIL	5	PROBLEMAS	F A C T I S			TOTAL			
A	AFECTA A OTRAS AREAS SU IMPLEMENTACION 1:SI 3:ALGO 5:NADA	3	B	10	9	2	6	12	15	54
C	MEJORA LA CALIDAD 1:POCO 3:MEDIO 5:MUCHO	2	C	5	9	10	3	4	15	46
T	TIEMPO QUE IMPLICA SOLUCIONARLO (PLAZO) 1:LARGO 2:MEDIO 3:CORTO	3								
I	REQUIERE INVERSION 1:ALTA 3:MEDIA 5:POCA	4								
S	MEJORA LA SEGURIDAD INDUSTRIAL 1:POCO 2:MEDIO 5:MUCHO	3								

De esta evaluación se identificó el siguiente problema “Reviramiento de palanquillas en el horno de recalentamiento Bendotti de 35 ton/hora”.

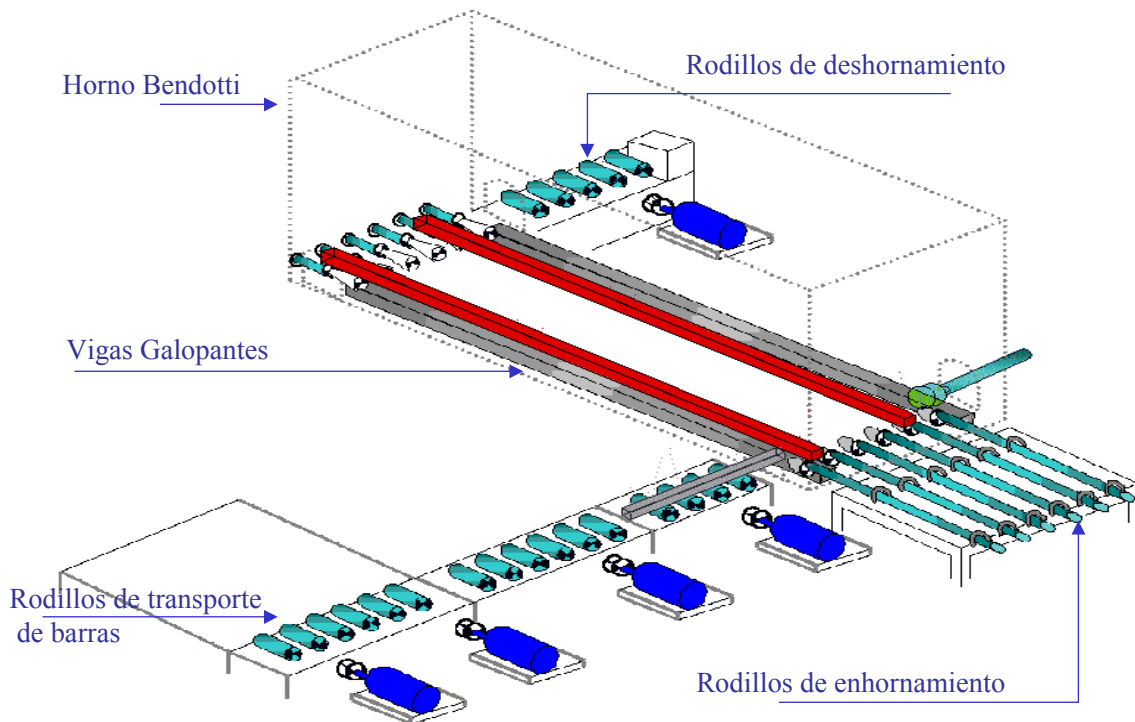
El problema seleccionado ocasiona los siguientes efectos en el proceso productivo del horno Bendotti:

- Paradas de producción.
- Cadencia lenta de producción
- Deterioro prematuro del material refractario.
- Recalentamiento de las palanquillas (disminución del rendimiento metálico y formación de escoria).

- Exceso de horas hombre para el control.

El traslado de las palanquillas en el horno Bendotti se realiza a través del funcionamiento de unas vigas galopantes. Este método se basa en 4 movimientos: levante, avance, bajada y retroceso. Este movimiento origina reviramientos durante el desplazo de las palanquillas, originando choques de las palanquillas con las paredes de la salida del horno.

## ESQUEMA DEL HORNO BENDOTTI



### 3. - Método de solución de problemas y herramientas de la calidad:

#### 3.1. - Método de solución de problemas:

La metodología es estructurada y sistemática, consiste en la aplicación de 7 diferentes pasos para la solución de los problemas, estos pasos a continuación detallamos:

**1.- Definición del Problema:** La idea principal de este paso es identificar primero todos los problemas que afectan la calidad de los productos, servicios o procesos, seguridad industrial, costo de producción, productividad de la mano de obra y prevención de errores y/o no conformidades. Si el equipo de trabajo es un Círculo de Control de Calidad son ellos quienes definen el trabajo a realizar y si es un Grupo de Progreso la definición del proyecto está a cargo del jefe del departamento al cual pertenecen. Una vez identificado el problema es necesario comprender los efectos que trae este para así poner los objetivos que se desea lograr. La parte más importante de todo el proyecto de mejora es definir correctamente el problema a solucionar, pues un problema bien definido, es un problema casi resuelto.

**2.- Colecta de Datos:** Es la búsqueda de la información requerida para los análisis del problema propuesto, la solución que se requiera dar al problema está dada por la profundidad de información que se recolecte.

**3.- Identificación de las posibles causas:** Es el análisis propiamente dicho del problema, es identificar las causas potenciales y determinar cuales causas son las que inciden con mayor grado en el problema.

**4.- Estudio de las posibles soluciones:** En esta etapa de la metodología es necesario una lista de las posibles soluciones que se tienen para cada uno de los inconvenientes encontrados, luego es necesario ir depurando esta lista de acuerdo a criterios establecidos por el mismo equipo de mejora, hasta seleccionar las mejores alternativas.

**5.- Aplicación de las mejoras:** Para poner en práctica la(s) solución(es) primero es necesario diseñar un plan de acción para la ejecución de las diversas actividades que se deben efectuar en la solución del problema, este plan de acción debe contener como mínimo a cada actividad un responsable y la fecha de ejecución de estas actividades, luego en la medida de lo posible se deberá elaborar un plan de contingencias y finalmente se ejecutarán las actividades según lo programado.

**6.- Evaluación de resultados:** En esta etapa se evalúan los resultados, tanto cualitativos como cuantitativos de las mejoras efectuadas por el equipo del proyecto.

**7.- Estandarización:** Es aquí donde se definen las actividades que se deben realizar para la que los mejoras ejecutadas en el proyecto sean difundidas según correspondan dentro de la organización, en muchos casos implica la modificación de documentación ISO 9001.

Aquí presentamos la aplicación de esta metodología realizada en el proyecto desarrollado por el grupo de progreso”. En la realización del proyecto se siguieron los siguientes pasos de acuerdo a las Metodología de Solución de Problemas explicada anteriormente.

**Paso No 1.-** Identificación y selección del problema:

Como se describe en el capítulo 2.2 se realizó una Tormenta de Ideas con la finalidad de determinar los problemas existentes en el área de Laminación, después se llevaron estos problemas a una matriz de selección por experiencia donde se determinó los 3 principales problemas del área, finalmente se llevó estos problemas a una matriz de por factores (FACTIS) dando como resultado el problema a solucionar

Reviramiento de palanquillas en el Horno Bendotti

**Paso No 2.-** Colecta de datos:

Para el desarrollo del presente proyecto el equipo de trabajo tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo por órdenes de trabajo.
- Parte diario de producción.

- Costo de materiales y mano de obra.
- Promedio mensual de microparadas diarias por reviramiento.
- Horas hombre en control de reviramiento de palanquillas.
- Costo de horas hombre en control de reviramiento de palanquillas

Con esta colecta de datos se determinaron los índices y objetivos.

### **Paso No 3.- Posibles Causas**

Una vez que se recolectó la información necesaria, para determinar las posibles causas y sub-causas, se usaron las siguientes herramientas de la calidad: Diagrama de Pareto para determinar las causas principales, Tormenta de Ideas y Diagrama de Afinidad para determinar y agrupar las sub-causas, para luego plasmarlo en un diagrama de Ishikawa.

### **Paso No 4.- Posibles Soluciones**

El Círculo de Control de Calidad “Mecatronica” usando la creatividad y conocimiento técnico propuso las posibles soluciones a cada sub-causa de las causas principales, las cuales fueron determinadas y aprobadas de acuerdo a la matriz de selección FACTIS y el Árbol de Soluciones.

### **Paso No 5.- Aplicación de Mejoras**

Una vez determinada las posibles soluciones a cada sub-causa del presente proyecto, el Círculo de Control de Calidad “Mecatronica” realizó un cronograma de implementación de las mejoras en el cual se describen la actividad a realizar, el responsable de la supervisión o ejecución, así como el tiempo proyectado y real de la culminación de la actividad.

Así mismo se desarrollo un plan de contingencias para asegurar el cumplimiento del proyecto.

### **Paso No 6.- Evaluación de Resultados**

Para el estudio de los resultados se realizó una comparación entre los reportes de producción referentes al costo de las paradas, costo de oportunidad por la producción perdida antes y después de la implementación de las mejoras por el Círculo de Control de Calidad “Mecatronica”

Luego de realizar la comparación respectiva se evidenció el cumplimiento de los objetivos trazados, se cuantificaron los beneficios obtenidos y también se detallan los beneficios cualitativos.

### **Paso No 7.- Estandarización**

Para mantener las mejoras que fueron implementadas por el Círculo de Control de Calidad “Mecatronica”, se diseñaron e implementaron formatos de inspección electrónica para garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

## **3.2. - Recolección y análisis de la información:**

Una vez identificado los efectos del problema se realizó una colecta de datos según la siguiente información:

- Parte diario de producción

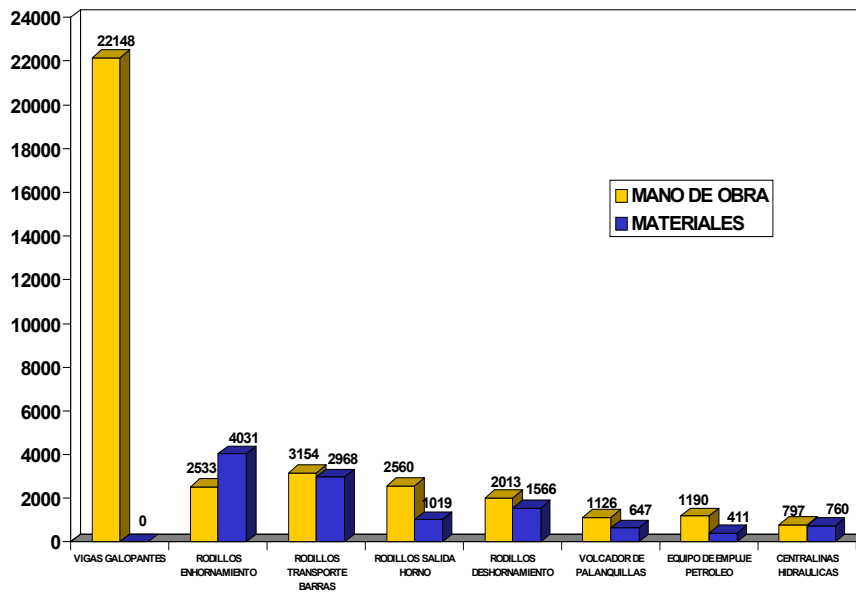
- Costo de materiales y mano de obra.
- Horas hombre en control de reviramiento de palanquillas.
- Costo de horas hombre en control de reviramiento de palanquillas

Nuestras fuentes fueron:

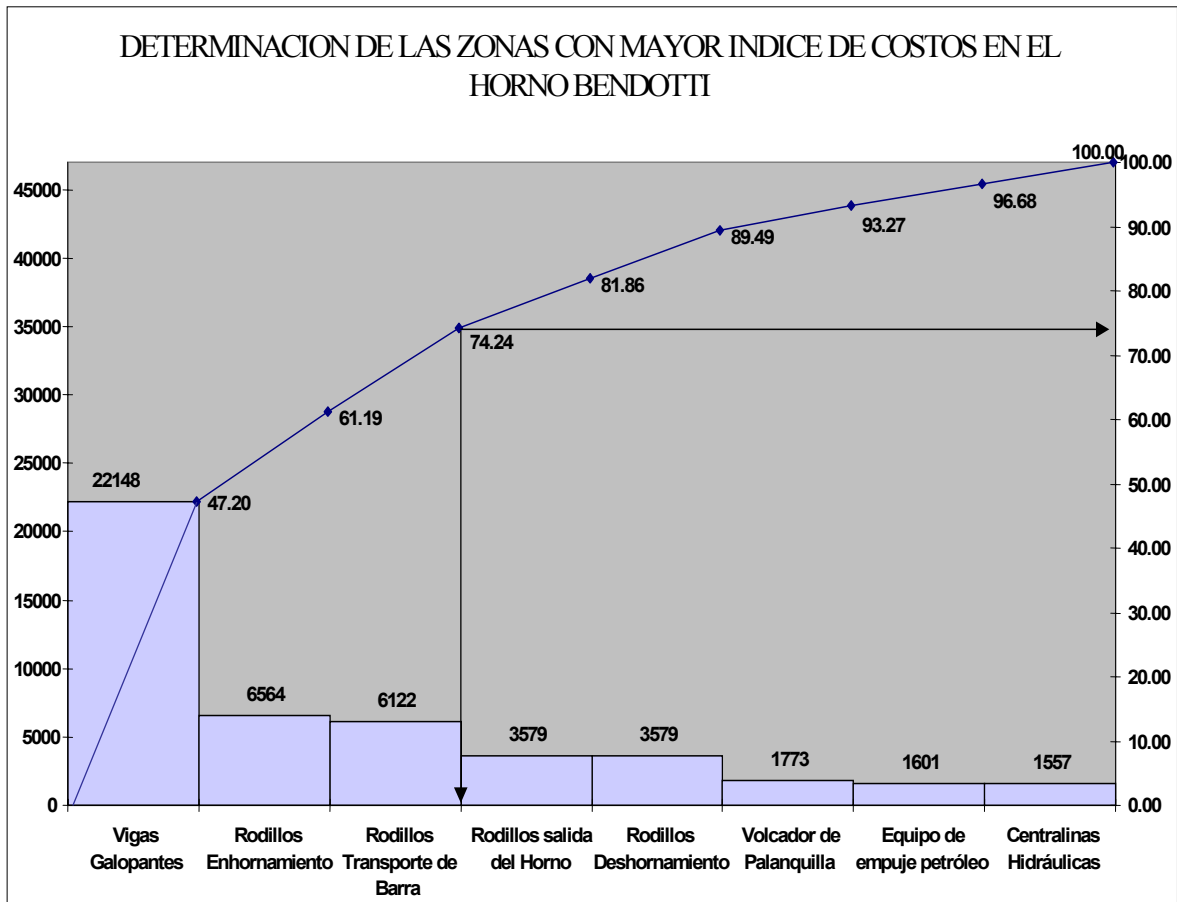
- Reporte de costos de mantenimiento
- Reporte de mano de obra de mantenimiento
- Reporte de parada de producción

Analizando los costos de materiales y mano de obra que se incurren en el horno Bendotti con la finalidad de evitar y/o corregir el reviramiento de las palanquillas se puede apreciar que el costo de mantenimiento de la mano de obra de las vigas galopantes es considerablemente mayor a todos las otras partes del mantenimiento de dicho horno.

### ***COSTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA EN EL HORNO BENDOTTI***



Con la finalidad de identificar los principales problemas de costos del horno se realiza un diagrama de Pareto con la información anterior.



Como resultado del análisis anterior el Círculo de Control de Calidad “Mecatronica” definió que el proyecto de mejora debería centrarse en identificar mejoras en el funcionamiento de las vigas galopantes, los rodillos de enhornamiento así como en los rodillos de transporte de barras del horno Bendotti”.

De acuerdo con los partes diarios de producción, las microparadas mensuales por reviramiento de palanquillas son en promedio de 61 minutos. Es posible apreciarlo en la información de paradas imprevistas de dicho parte.

Considerando que el costo promedio de una hora de parada de producción es de aproximadamente US\$ 1,750, tenemos un costo anual superior a US\$ 19,577. Por consiguiente, uno de nuestros objetivos deberá ser minimizar las microparasadas al 30% con la finalidad de incrementar las horas disponibles del horno Bendotti.

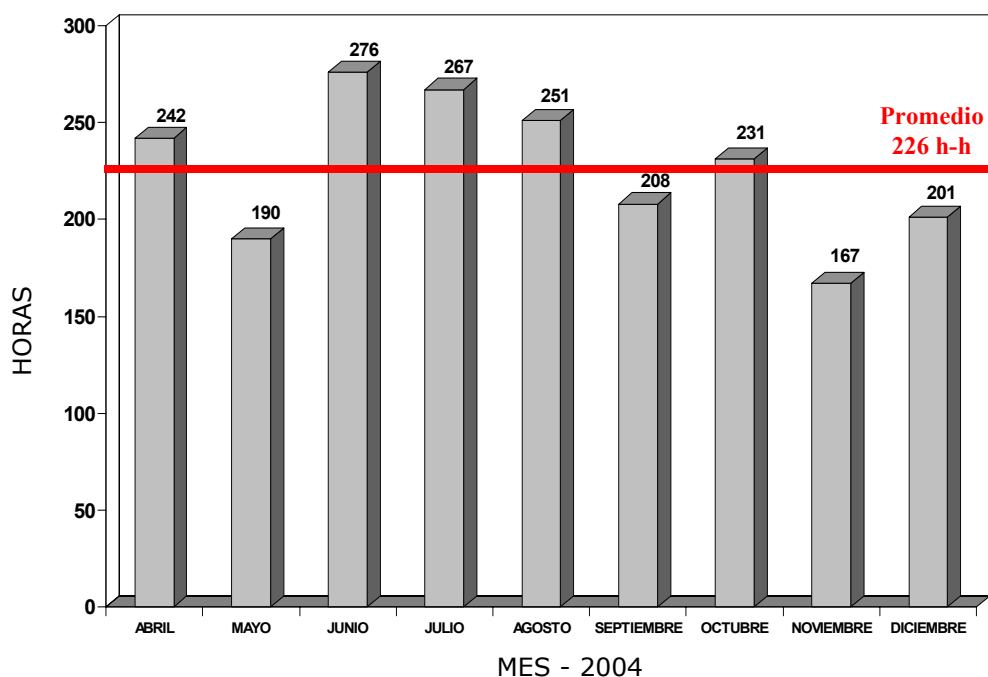
Analizando la información de los costos en el diagrama de Pareto, se identifica que más del 47% de estos son por la incidencia de las vigas galopantes. Con la finalidad de investigar más profundamente sobre este problema se elaboró una hoja de chequeo que nos indicaría cuáles serían los principales problemas que se presentan en el funcionamiento de las vigas galopantes. Aquí se presenta el formato utilizado para la recolección de información con los resultados de una de las muestras obtenidas.

HOJA DE CHEQUEO: SENSORES INDUCTIVOS DE POSICIÓN DE LAS VIGAS GALOPANTES								
Elaborado por: Daniel Almeida				Lugar: Horno Bendotti			Semana: 14 - 20 Marzo	
Incidente	Número de Fallas							TOTAL
	L	M	M	J	V	S	D	
Sensor posición adelante no es excitado por defecto en el avance del piston	1 1	2	1			1	2	6
Sensor posición atrás no es excitado por defecto en el retroceso del piston	2 2			1		2		4
Sensor inductivo posición adelante se afloja	.		2					1
Sensor inductivo posición atrás se afloja						1		1
Se aumenta distancia entre sensores	1 1 1 1 1 2	1 1 2 2 2	1 1 1 2	1 1 1 1	1 2	1 1 1 1 2 2 2 2 2	1 1 1 1 1 1 2 2 2 2	38
Se disminuye distancia entre sensores	1 1 1 2 2 2 2	1 2 2	1 1 1 1 1 1 1 2	1 1 1 1 2 2	1 1 2 2 2 2	1 1 1 2	1 1 1 1 2 2	40

Viga galopante lado sur 1  
Viga galopante lado norte 2

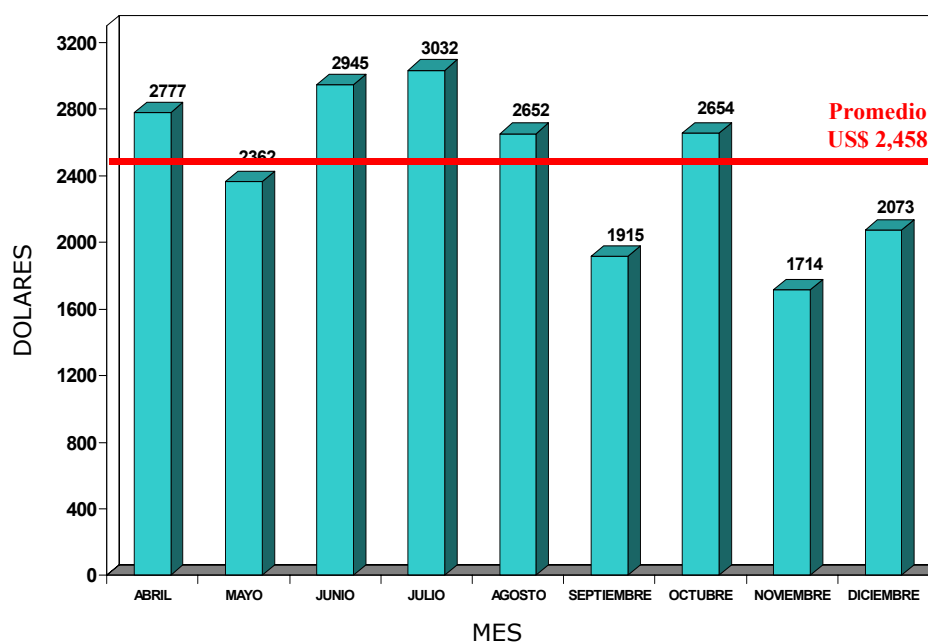
Luego de la evaluación de estas hojas de chequeo y con la información de nuestro diagrama de Pareto que nos indica que son las vigas galopantes las principales agentes de gastos en el Horno Bendotti se evaluaron las horas hombre empleadas en estas actividades así como los costos involucrados. Del análisis de la información se puede concluir que mensualmente es necesario emplear 226 horas hombre con la finalidad que de corregir este problema. Aquí presentamos cuadro con datos de Abril a Diciembre del año 2004 que muestra el total de horas hombre necesarias por cada mes:

### HORAS HOMBRE EN CONTROL DE REVIRAMIENTO DE PALANQUILLAS



Una vez identificados las horas hombre del personal requerido para la solución de este problema se analizan los costos involucrados, hay que considerar que es distinto el personal requerido según los diversos problemas que se pueden presentar. Aquí la información de los meses de Abril a Diciembre del 2004, la cual nos da un promedio mensual de costos por mano de obra de US\$ 2,458:

### COSTO DE HORAS HOMBRE CONTROL REVIRAMIENTO DE PALANQUILLAS



Por lo antes expuesto el Círculo de Control de Calidad “Mecatronica” se ha planteado un segundo objetivo el de reducir los costo mano de obra por mantenimiento al 20%, es decir disminuir los costos de mano de obra de US\$ 2,458 hasta aproximadamente US\$ 500 de promedio mensual.

**Posibles causas** – determinación de causas principales

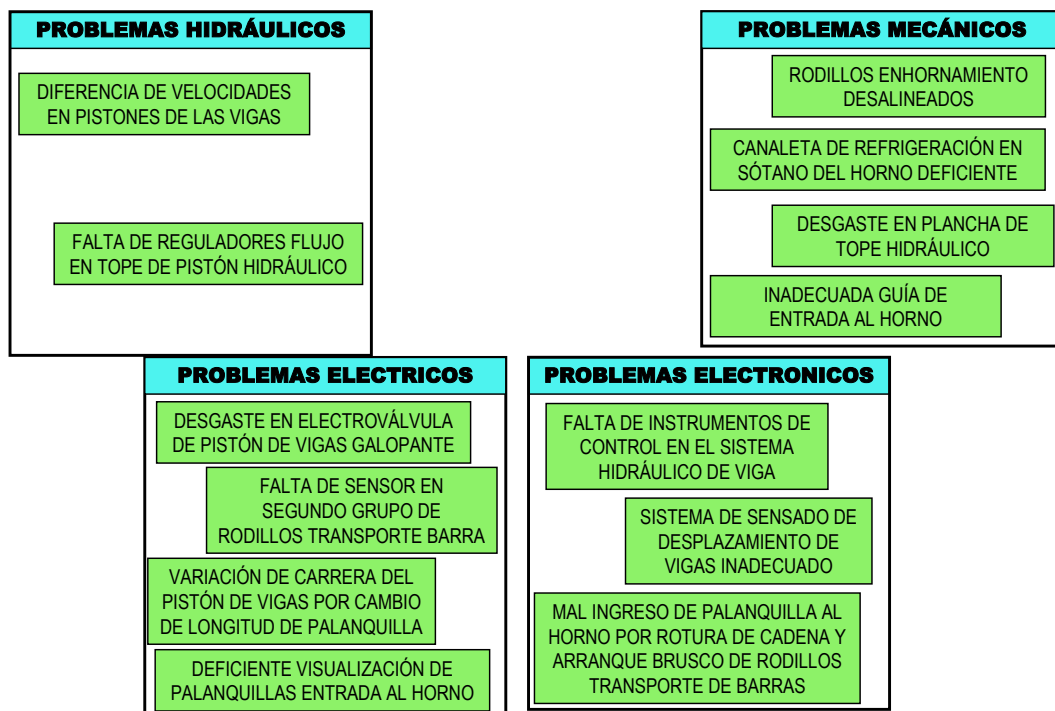
Una vez que se recolectó la información necesaria, para determinar las posibles causas y sub-causas, se usaron las siguientes herramientas de la calidad:

- Tormenta de Ideas para identificar todas las sub-causas.
- Diagrama de Afinidad para agrupar las sub-causas.
- Diagrama de Ishikawa para identificar las causas a trabajar

De la tormenta de ideas se pudieron evaluar los siguientes causas probables:

- Desgaste en electroválvulas de pistones avance de vigas.
- Sistema de sensado de desplazamiento de vigas inadecuado.
- Acumulación de escoria en interior de horno.
- Falta de instrumentos de control en el sistema hidráulico.
- Canaleta de refrigeración en sótano de horno deficiente
- Desgaste en plancha de tope hidráulico.
- Variación de carrera en pistón de la viga por cambio de longitud de palanquilla.
- Deficiente visualización de palanquilla entrada al horno.
- Falta reguladores de flujo en piston de tope hidráulico.
- Falta de sensor en segundo grupo de rodillos transporte de barras.
- Rodillos enhornamiento desalineado.
- Diferencia de velocidades en los pistones de las vigas.
- Mal ingreso de palanquilla al horno por rotura de cadena y arranque brusco de rodillos transporte de barras.
- Inadecuada guía de entrada al horno.

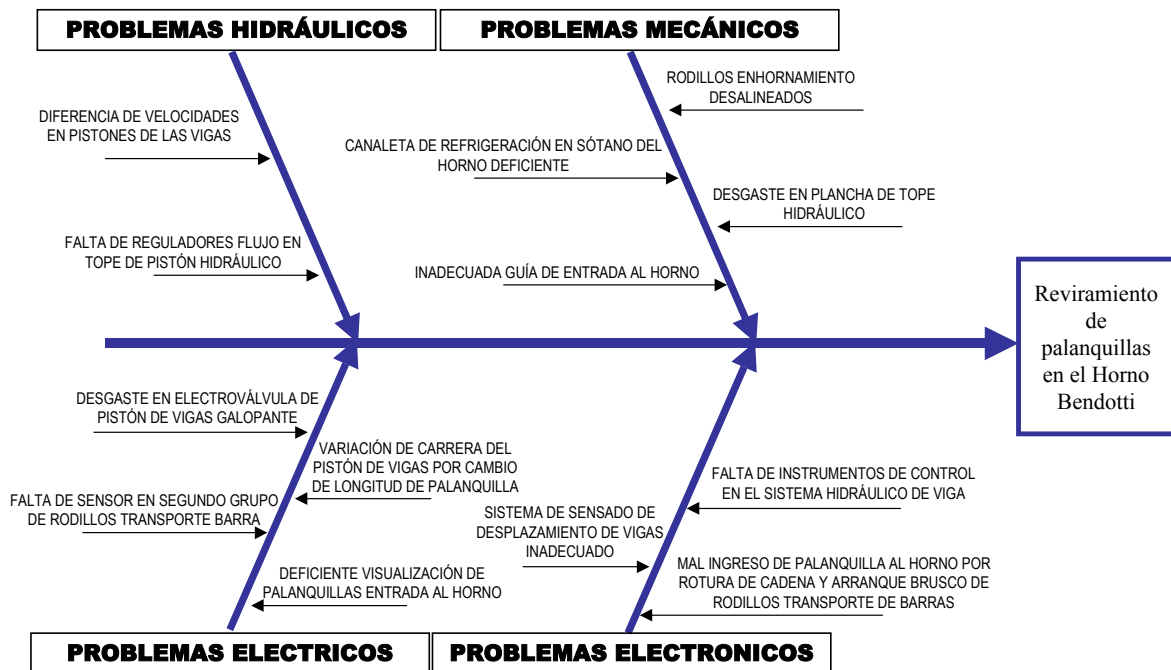
Toda esta información se llevo un diagrama de afinidad, agrupando las causas más probables e identificando las sub – causas del problema principal:



Detectando así las siguientes sub-causas:

- Sistemas hidráulicos
- Sistemas mecánicos
- Sistemas eléctricos
- Sistemas electrónicos

De esta manera se define el diagrama de Ishikawa de la siguiente forma:



### 3.3. - Herramientas de la calidad:

Desde inicios del programa de Calidad Total en Aceros Arequipa se ha venido difundiendo dentro de la organización las 7 Herramientas Básicas de Calidad como parte de los cursos básicos que son dictados al personal, estas herramientas son:

- Listas u hojas de verificación: Colecta los datos en forma organizada
- Histogramas: Determina como se distribuyen los datos
- Diagrama de Pareto: Arregla los datos de manera que el elemento más significativo sea fácilmente identificable.
- Diagrama de Causa Efecto: Identifica una serie de causas interrelacionadas que llevan hacia un efecto o un problema.
- Diagrama de estratificación: permite dividir en varias partes un todo para comprender mejor una hipótesis y obtener conclusiones al momento de analizar un problema.
- Diagramas de dispersión: utilizado para estudiar la relación entre dos o más variables, es comúnmente usado para probar posibles relaciones entre una causa y un efecto.
- Gráficas de Control: Estableciendo los límites de control, permite identificar las variaciones de un proceso a través del tiempo

Así mismo se imparten como parte de la formación académica de herramientas de calidad algunas técnicas que permitirán analizar menor cada proyecto, como son:

- Tormenta de ideas (Brainstorming): Colecta una gran cantidad de ideas de un grupo de personas
- Diagrama de Afinidad: Agrupa los datos de origen común para obtener el elemento representativo.
- Encuesta: Colecta los datos de un gran número de personas
- Flujograma: Diferencia las distintas actividades de un proceso
- Gráficos de barras: Arregla datos para una comparación fácil y rápida
- Gráficos de pastel: Muestra el volumen o cantidad de un ítem con relación a otra.
- Gráficos de línea: Muestra los efectos de un proceso en función al tiempo
- Ranking de factores (Matrices de selección): Hace comparaciones entre dos o más juegos de datos.
- Por Que...?: Permite identificar las causas raíces preguntando 5 o 6 veces el por que de un efecto.
- Arbol de soluciones: Permite identificar la viabilidad de las soluciones propuestas obteniéndose luego según selección la mas adecuada
- Diagrama de Gant: Para poder seguir un orden en la ejecución de las actividades, la verificación de la implementación e identificar los responsables de cada actividad.

### **3.4. - Concordancia entre el método y las herramientas:**

En C.A.A.S.A. evaluamos periódicamente el desarrollo de la Metodología de Solución de Problemas y las herramientas de calidad utilizadas, esta evaluación se realiza en las presentaciones que efectúan los grupos en las Jornadas de Avance, para esta oportunidad se han desarrollado jornadas de Avance en los meses de Noviembre 2004, Marzo y Mayo 2005. De esta evaluación se efectúan recomendaciones, tanto de forma como de fondo a todos los equipos de mejora de la empresa.

## **4. - Gestión del proyecto y trabajo en equipo**

### **4.1. - Criterios para la conformación del equipo de proyecto**

Los trabajadores del departamento de Mantenimiento de la planta de Laminación decidieron organizar un Círculo de Control de Calidad que buscara atacar los problemas que ocurrían en su sección y poder plantearle una solución. Luego de analizar la información recolectada en el segundo paso de la metodología de solución de problemas, se decidió incorporar a tres personas del Taller de Instrumentación y Control (Taller Electrónico).

En la conformación del equipo se buscó las siguientes características:

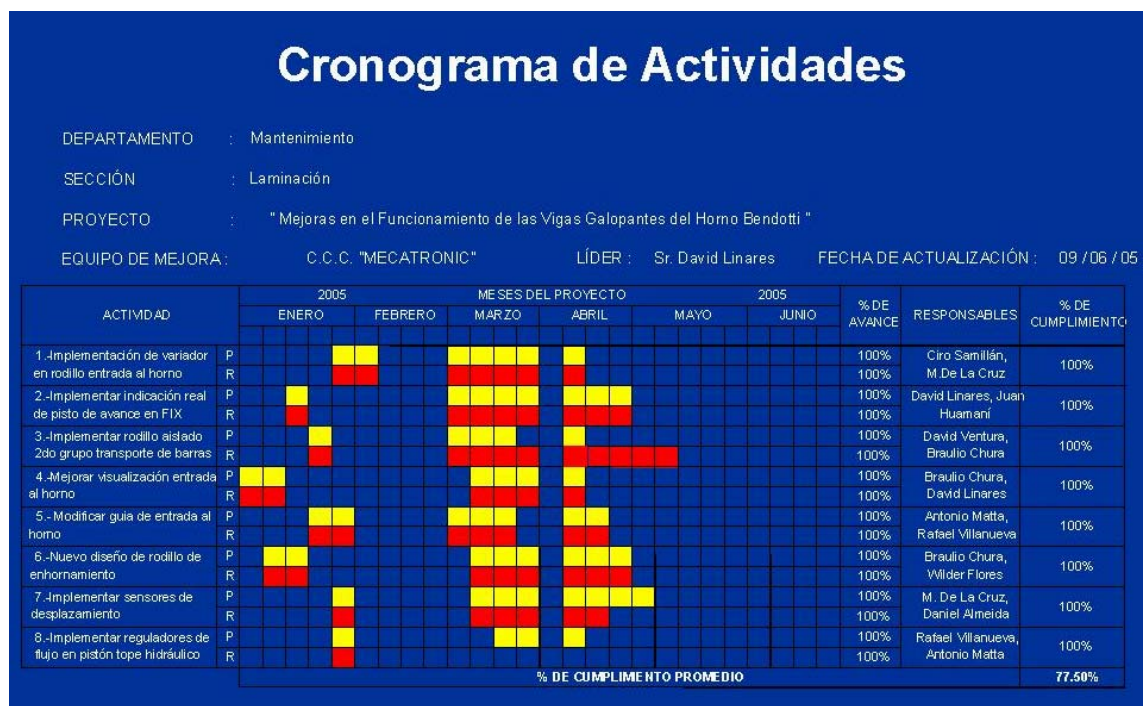
- Experiencia profesional.- personal con conocimientos académicos y experiencia laboral, herramientas de calidad y satisfacción al cliente.
- Disponibilidad de tiempo.- se consideró al personal con disponibilidad de tiempo, tanto para asistir a las reuniones como para dedicación a las actividades del proyecto.

Los integrantes del equipo tienen en promedio de 10 años de experiencia, conformado por 08 trabajadores pertenecientes a la sección de Mantenimiento de Laminación y 05 personas del Taller Electrónico de nuestra planta de Pisco.

#### 4.2. - Planificación del proyecto:

De acuerdo a lo coordinado con el departamento de TQM, se han planificado reuniones quincenales. La duración de estas reuniones ha sido variable de acuerdo a las actividades programadas y es posible evidenciarlas en las actas de cada reunión.

Con la finalidad de implementar las mejoras se elaboró el siguiente cronograma de actividades:



#### 4.3. - Gestión del tiempo:

Los plazos de las actividades para la realización del proyecto se cumplieron en la medida de la disponibilidad de los equipos y del tiempo de los integrantes del equipo de mejora. Todo se encuentra registrado en las actas de reunión del grupo de progreso y en cada reunión eran evaluado los plazos con la finalidad de no dilatar ninguna de las actividades.

Es importante mencionar que todos los plazos fueron cumplidos en la medida que fue posible, un factor importante que impidió cumplir fielmente lo planificado fueron los diversos proyectos de inversión que mantiene CAASA en cartera.

#### **4.4. - Gestión de la relación con personas y áreas claves de la organización:**

La relación entre los integrantes del Círculo de Control de Calidad y las diferentes instancias comprometidas que proporcionaron recursos para la realización del proyecto fue como sigue:

- Jefatura de Programación y Control de Mantenimiento (PCM).- por brindar los información referentes al control de tiempos de paradas de equipos de producción, así como la información técnica requerida y la planificación para la programación de actividades de mantenimiento.
- Jefatura de Logística.- por brindar los datos referente a los costos de los repuestos así como por realizar las gestiones de logística necesarias para el desarrollo del proyecto y la coordinación con nuestros proveedores.
- Jefatura de Laminación.- por el apoyo brindado para el montaje y las pruebas requeridas en la implementación de las mejoras.
- Jefatura de Talleres de Maestranza.- por brindar el apoyo en la fabricación y modificación de accesorios requeridos en los nuevos diseños planteados por el C.C.C.
- Jefatura de Ingeniería.- por el aporte en la actualización de los planos de las mejoras ejecutadas.

#### **4.5. - Documentación:**

La documentación utilizada, para el estudio y desarrollo del presente proyecto, por el C.C.C. ha sido la siguiente:

- Documentos ISO 9001.
- Actas de reunión del equipo de mejora
- Metodología de Solución de Problemas.
- Material didáctico técnico del Horno Bendotti.
- Planos mecánicos, eléctricos y electrónicos.
- Fichas Técnicas de los equipos.
- Biblioteca de la sede Pisco

### **5. - Capacitación**

#### **5.1. - Programa de capacitación del equipo:**

La capacitación del personal en Corporación Aceros Arequipa S.A. forma parte del Sistema de Aseguramiento de la Calidad ISO 9001, esta capacitación se inicia con la identificación de las necesidades de capacitación de todo el personal de la compañías, esta identificación la realizan los jefes inmediatos de cada personal en los últimos meses del año para diseñar el plan del siguiente año. En ella se plantean los cursos que se requiere según el puesto de trabajo, así mismo los cursos que cada personal está en posibilidades de dictarlo y los documentos ISO 9001 relacionados con el puesto de cada trabajador.

Una vez recolectada toda la información de las diversas áreas se procede a diseñar el plan anual de capacitación, para lo cual se unen el perfil de puestos de trabajo y la información que envían las diferentes entidades educativas.

La capacitación relacionada con Herramientas de Calidad y Metodología de Solución de Problemas es impartida voluntariamente al personal de la compañía, una vez que un grupo de trabajadores decide formar un equipo de mejora.

Los integrantes del Círculo de Control de Calidad "Mecatronica" así como todos los miembros de la Corporación de Aceros Arequipa S.A., se han capacitado a través del programa anual de capacitación de cursos Técnicos y Herramientas de la Calidad, que es programado por el departamento de recursos humanos.

## **5.2. - Impacto en las actividades de capacitación:**

Una de las formas que tiene Corporación Aceros Arequipa para evaluar la capacitación es través de los siguientes registros:

EVALUACION DEL PARTICIPANTE AL CURSO  
EVALUACION DEL EXPOSITOR A LOS PARTICIPANTES.

Con la información obtenido del primer registro, podemos saber si la capacitación teórica cubrió con los objetivos trazados, de lo contrario no ha de servir para mejorar futuras capacitaciones.

Con la información del segundo registro, podemos saber a que nivel de comprensión y/o aplicación llegó al participante. En caso de no cubrir una evaluación satisfactoria, debemos hacer una reprogramación para que el participante vuelva a ser capacitado y de esta manera asegurarnos una capacitación efectiva.

La capacitación se caracteriza por incidir en dinámica de grupos, plena participación de los asistentes, y una constante y permanente motivación para el desarrollo de los trabajadores.

La otra forma con que cuenta la empresa para evaluar la capacitación es a través de los indicadores de productividad de cada puesto de trabajo, es aquí donde se percibe si la capacitación específica para cada trabajador esta siendo efectiva o no y definir las acciones pertinentes en caso sea necesario.

## **6. - Creatividad**

### **6.1. - Habilidad para encontrar soluciones de bajo costo y alto impacto:**

El Círculo de Control de Calidad "Mecatronica" en base a su experiencia, creatividad y usando las herramientas de calidad determinó las soluciones a desarrollar. Así tenemos que para determinar las posibles soluciones se usó la tormenta de ideas luego la matriz de selección para determinar la solución a trabajar y finalmente se evaluó su viabilidad con el Árbol de soluciones.

Los proyectos de inversión de nuestra empresa han logrado, entre otras cosas, un incremento en el ritmo de producción y producción de palanquillas con nuevas dimensiones, debiendo cada sección adecuarse a estas nuevas exigencias, en el caso del horno Bendotti un problema significativo resulto ser el traslado de las palanquillas sin que se reviren, por el cambio de velocidades de desplazamientos.

Las soluciones a cada sub-causa encontrada se detallan a continuación:

#### **A. INSTALACIÓN DE REGULADORES DE FLUJO**

Los problemas encontrados en el sistema hidráulico se centraban en la falta de control de la presión hidráulica ante el impacto de cada palanquilla a la entrada del horno Bendotti. Entonces se decide instalar una válvula que regule la presión ejercida sobre la palanquilla, instalándose un regulador de flujo en el pistón hidráulico.



*ZONA DEL TOPE DE ENTRADA AL HORNO*

#### **B. MODIFICACIÓN DEL CABEZAL DE RODILLOS ENHORNAMIENTO**

Como consecuencia de la producción de palanquillas con nuevas dimensiones (cambio en su sección transversal), los rodillos de enhornamiento que son los que permiten el ingreso al horno Bendotti, mostraban dificultad para el desplazamiento de las palanquillas. Para tener un sistema flexible que permita trabajar con cualquier tipo de palanquilla se decidió rediseñar los 6 cabezales de los rodillos de enhornamiento.

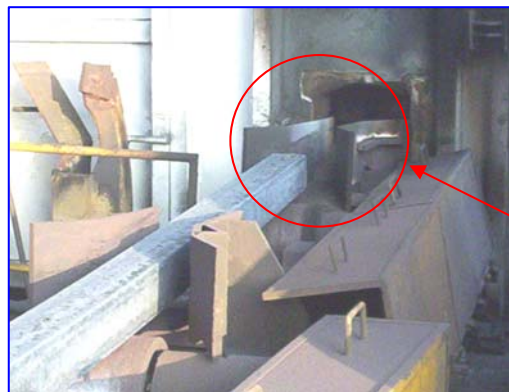


*SITUACIÓN ANTERIOR*



*SITUACIÓN ACTUAL*

Adicionalmente se modificó el diseño de la guía de entrada a los rodillos de enhornamiento permitiendo un mejor acceso de la palanquilla al horno.



Guía de entrada al horno

### **C. INSTALACIÓN DE FOTODETECTOR EN ZONA DE TRANSPORTE DE BARRAS**

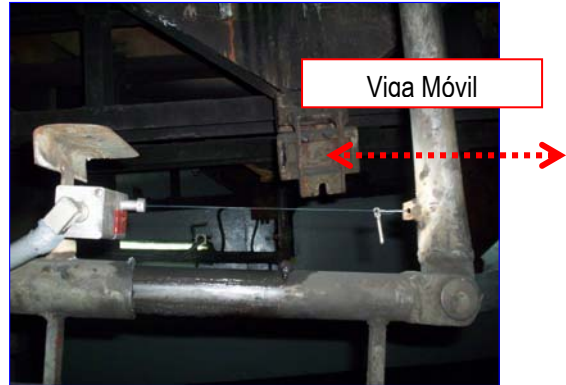
En la parte eléctrica se encontró que el flujo de corriente que genera el desplazamiento de las barras era uniforme durante todo el desplazamiento de las palanquillas por el horno Bendotti, lo que impedía tener control ante cualquier reviramiento, es así que se decide instalar fotodetectores durante el transporte de las barras, logrando tener control independiente en cada zona del horno.



Ubicación del fotodetector

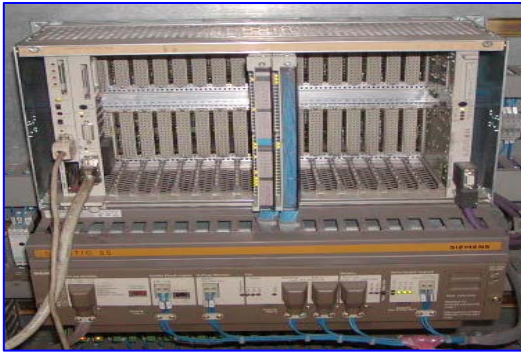
### **D. INSTALACIÓN DE SENSORES DE DESPLAZAMIENTO DE AVANCE DE PISTONES**

Finalmente se tenía el problema de acumulación de palanquillas como consecuencia del reviramiento lo que producía atoros en el horno, razón por la que se vió conveniente controlar la distancia entre las palanquillas durante su traslado por el horno Bendotti. Encontrando como solución la instalación de dos sensores de desplazamiento en las vigas móviles del sistema galopante del horno.



*Sensor controlando el avance de las palanquillas. A la izquierda: posición inicial de la viga móvil. A la derecha: posición final de la viga móvil.*

Para poder controlar estos sensores fue necesario modificar la lógica de funcionamiento en el equipo de control (PLC) y así mismo se modificó la pantalla en el sistema de supervisión del horno Bendotti, como se muestra en las siguientes imágenes.

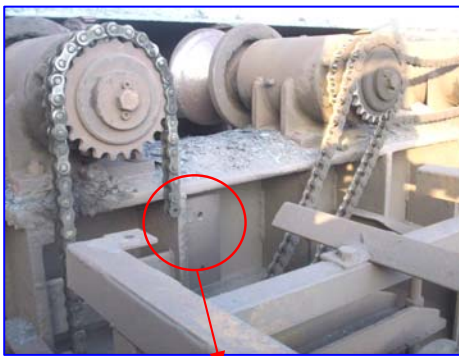


*Equipo de control*



*Pantalla del sistema de supervisión*

Además se encontró que los arranques de los rodillos de transporte de barras originaban rotura de cadenas por la intensidad de corriente. El equipo de mejora "Mecatronic" decide instalar un convertidor de velocidad electrónico Simovert.



*Cadena Rota*



*Convertidor Simovert*

## 6.2. - Originalidad de la solución planteada:

El C.C.C. Mecatronic determina soluciones originales y las más idóneas para eliminar sub-causas del problema siempre en coordinación con las jefaturas de Mantenimiento y Laminación para ejecutar la implementación de las mejoras.

Las soluciones planteadas buscan adaptar el funcionamiento del horno Bendotti a los nuevos requerimientos de la producción, y para ello el Círculo de Control de Calidad "Mecatronic" desarrolla soluciones diversas, desde sencillas como la solución de rediseñar el cabezal de los rodillos de enhornamiento, hasta soluciones más elaboradas como la instalación de los sensores de desplazamiento. Ambas soluciones son sencillas, inéditas y de gran impacto, permitiendo incluso que hoy en día el operador del horno tenga mayor libertad para controlar su ritmo de producción y ya no estar al pendiente de los reviramientos de palanquillas como consecuencia de tener un sistema mejor automatizado.

En el punto 6.1 se detallan las soluciones implementadas para cada sub-causa.

## 7. - Continuidad y mejora de los resultados.

### 7.1. - Continuidad y mejora de los resultados:

Para poder asegurar que los cambios realizados en el sistema de funcionamiento del horno Bendotti el Círculo de Control de Calidad "Mecatronic" diseño el formato de inspección electrónica, que se muestra a continuación:

FORMATO DE INSPECCIÓN ELECTRÓNICA					
Realizado por:		Fecha:		Hora:	
UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN	ESTADO DEL EQUIPO		OBSERVACIONES		
	BIEN	DEFICIENTE			
<b>HORNO DE RECALENTAMIENTO</b>					
- Paneles Locales					
De aire combustión y chimenea (P01).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
De transmisores de temperatura (P03).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
De transmisores de presión (P06).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
De fuel oil (P08).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Calentamiento final zona de igualación (P09).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Calentamiento final zona de calentamiento (P10).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Calentamiento final zona de precalentamiento (P11).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Control de desplazamiento horizontal Viga 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Control de desplazamiento horizontal Viga 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Monitores y Cámaras de vídeo.					
Computadora.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Indicador Omega.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Intercomunicador Atkinson.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
- Sala Eléctrica					
Sistema de control de temperatura precalentamiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de temperatura calentamiento.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de temperatura igualación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de presión interna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de presión aire combustión.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de temperatura descarga de aire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Sistema de control de temperatura recuperador.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

### *Inspección electrónica*

Además el equipo buscando retroalimentarse con las observaciones de los mismos operadores del horno, ha diseñado una encuesta que permitirá medir la conformidad del usuario.

## 8. - Resultados

### 8.1. - Resultados de orientación hacia el cliente interno

Con la finalidad de identificar los requisitos del cliente interno, el departamento de Mantenimiento tiene dentro de sus objetivos estratégicos de calidad la disponibilidad de la planta de Laminación y este objetivo es analizado independientemente por cada una de las secciones de dicha planta, razón por la cual se evalúa la disponibilidad del horno Bendotti mensualmente y se toman acciones correctivas para alcanzar los objetivos planteados.

## 8.2. - Resultados financieros.

De los dos objetivos planteados al inicio del proyecto se han podido alcanzar ambos, primero el objetivo relacionado con las microparadas de producción y segundo el objetivo relacionado con las horas hombre de producción.

### **AHORRO ANUAL POR MICROPARADAS**

Gracias a las implementaciones realizadas en el horno Bendotti se lograron eliminar las microparadas de producción, con lo que se obtiene el siguiente ahorro:

Tiempo anual de parada (61 min x 11 meses)	= 11.18 horas/año
Ritmo de producción promedio	= 34.64 ton/hora
Toneladas dejadas de producir	= 387.28 ton
Margen de utilidad promedio x t. vendida	= \$ 50
Costo por producción no realizada	= \$ 19 364

Con la información antes presentada podremos afirmar que el eliminar las microparadas representa un ingreso anual a la empresa de US\$ 19, 364 (US\$ 387.28 x 50 S/t.)

### **AHORRO ANUAL POR HORAS HOMBRE**

De acuerdo con la evaluación de las horas hombre necesarias para el control del reviramiento de las palanquillas, estas han disminuido de US\$ 2,458 a US\$ 491 promedio mensual. Asumiendo que la producción se realiza sólo 11 meses en el año, significa que es posible conseguir un ahorro anual de US\$ 21,637 dólares.

El total del beneficio económico que se logra con este proyecto es de:

AHORRO ANUAL POR MICROPARADAS:	US\$ 19,364
AHORRO ANUAL POR HORAS HOMBRE:	<u>US\$ 21,637</u>
TOTAL AHORRO POR AÑO	US\$ 41,001

Con relación a las inversiones que han realizado en el presente proyecto tenemos:

Convertidor Simovert	US\$ 4,300
Cabezales de enhornamiento (6)	US \$ 1,919
Sensores inductivos (2)	US \$ 160
Soldadura	<u>US \$ 30</u>
Total de la inversión	US \$ 6,409

Como se puede apreciar el retorno de la inversión se da en 56 días.

### **8.3. - Resultados de la eficiencia organizacional:**

Nuestras implementaciones incidieron no solamente en asegurar la producción, alargar la vida útil de nuestros equipos y otros que a continuación enumeramos:

- Mejora la calidad de vida del trabajador, principalmente porque no tendrá que acudir a la zona inferior del horno a realizar trabajos de mantenimiento.
- Evita maniobras riesgosas para evacuar las palanquillas reviradas en el horno, maniobras que en alguna medida podrían convertirse en condiciones inseguras.
- Mayor continuidad con la producción al eliminar las microparadas.
- Evitar mermas por formación de cascarillas debido a que las palanquillas ya no se calentarán en forma excesiva.