



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DEL PROCESO DE FORJADO EN CALIENTE DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE LA EMPRESA FERRI PERN SRL EN EL AÑO 2016.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bachiller: Elvis Cardozo Corrales

Bachiller: Luis Enrique Velarde Huamán

Asesor:

Mg. Ing. Hans Clive Vidal Castañeda

Lima – Perú
2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** el trabajo de suficiencia profesional desarrollado por el (la) Bachiller **Elvis Cardozo Corrales y Luis Enrique Velarde Huamán**, denominada:

“IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DEL PROCESO DE FORJADO EN CALIENTE DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN DE LA EMPRESA FERRI PERN SRL EN EL AÑO 2016”

Ing. Hans Clive Vidal Castañeda.
ASESOR

Ing. Pedro Modesto Loja Herrera
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Teodoro Riega Zapata
JURADO

Ing. Jhonatan Abal Mejía
JURADO

DEDICATORIA

“A Dios y a nuestra familia por ser lo que somos, por brindarnos su apoyo y voluntad para terminar nuestros estudios con satisfacción, la fuerza para levantarme en cada caída, la paz en los momentos difíciles, y la sabiduría para tomar las mejores decisiones”

AGRADECIMIENTO

“A nuestro asesor el Ing. Hans Clive Vidal Castañeda por su tiempo y flexibilidad, en aras de brindarnos el apoyo complementario fundamental, para llegar a presentar una tesis fundamentada en los principios de la investigación y de la metodología”.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Antecedentes.....	17
1.2. Justificación.....	21
1.2.1. Problema.....	22
1.2.2. Problema general.....	23
1.2.3. Problema específico.....	23
1.2.4. Objetivo.....	23
1.2.5. Objetivo general.....	23
1.2.6. Objetivo específico.....	23
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	24
2.1. Gestión de procesos.....	24
2.1.1 Entrada.....	24
2.1.2 Recursos.....	24
2.1.3 Proveedor.....	25
2.1.4 Salida.....	25
2.1.5 Cliente.....	25
2.1.6 Propietario.....	25
2.1.7 Límites.....	25
2.2. Procedimientos.....	25
2.2.1 Procesos de organización.....	26
2.2.2 Factores críticos de éxito.....	27
2.2.3 Identificación de proceso.....	27
2.2.4 Procesos clave.....	29
2.2.5 Procesos críticos.....	29
2.3. Inventario de proceso de la organización.....	29
2.4. El mapa de procesos.....	30
2.5. Selección de proveedores.....	30
2.6. Metodología de mejora.....	30
2.6.1 Etapa de evaluación.....	31

2.6.2	Organizarse con el equipo de mejora del proceso	31
2.6.3	Etapa de análisis	32
2.6.4	Establecer Puntos de Referencia (los mejores en su clase)	32
2.6.5	Investigar las causas de los defectos y de las ineficiencias y desarrollar soluciones	33
2.6.6	Analizar e identificar las causas raíz de funcionamiento en los casos de rendimiento	33
2.6.7	Desarrollar soluciones alternativas para mejorar los parámetros de funcionamiento	34
2.6.8	Etapa de mejora	35
2.6.9	Proceso productivo	36
2.6.10	Concepto de producto	36
2.6.11	Categoría de productos	37
2.6.12	Acción productiva	38
2.6.13	Factor producto	39
2.6.14	Factor productivo	40
2.6.15	Según el compromiso en su adquisición	41
2.6.16	Según su "divisibilidad"	41
2.6.17	Según su "transferibilidad" en el tiempo	42
2.6.18	Según su "transferibilidad" en el espacio	42
2.6.19	Categorías de procesos productivos	42
2.6.20	Producciones Simples	43
2.6.21	Producciones Múltiples	43
2.6.22	Producciones Múltiples Alternativas	43
2.7.	Según la disposición de las acciones inmediatas	43
2.7.1	Flujo en línea	43
2.7.2	Flujo intermitente	43
2.7.3	Flujo por proyecto	44
2.7.4	Área de forjado en caliente	44
2.7.5	Tipos de forja	44
2.7.5.1	Forja libre	45
2.7.5.2	Forja con estampa	45
2.7.5.3	Forja isotérmico	46
2.7.5.4	Forja recalcado	46
2.7.5.5	Aplicación	48
2.7.5.6	Formulas	48
2.8	Acero especial para estampado en caliente	48
2.8.1	Acero - W302	48
2.8.2	Aplicación	48
2.8.3	Composición química	49
2.8.4	Normas	49
2.8.5	Conformación en caliente	49
2.8.6	Tratamiento térmico	49
2.8.7	Temple	49
2.8.8	Nitruración	50
2.8.9	Propiedades físicas	50
2.9	Acero de uso empírico para el forjado en caliente	53
2.9.1	Acero 4140.	53
2.9.2	Propiedades mecánicas	53

2.9.3	Propiedades físicas.....	53
2.9.4	Propiedades químicas.....	53
2.9.5	Principal uso	53
2.9.6	Tratamientos térmicos.....	54
2.9.7	Operaciones de forja.....	55
2.9.8	Operaciones efectuadas durante el proceso Recalcado	55
2.9.9	Consideraciones para el diseño de la estampa.....	55
2.9.10	Materiales usualmente forjados.....	56
2.9.11	Teóricas de las restricciones	57
2.9.12	Definición de Términos Básicos.....	59
CAPÍTULO 3. DESARROLLO		61
3.1.	La empresa.....	61
3.1.1	Misión	61
3.1.2	Visión.....	61
3.1.3	Valores	61
3.1.4	Productos.....	62
3.1.5	Organigrama.....	63
3.1.6	Productividad	64
3.2.	Actividades realizadas.....	67
3.1	Objetivo 1.....	67
3.1.1	Descripción del planeamiento y programación antes del cambio.....	67
3.1.2	Análisis de la programación a implementada	67
3.1.2.1	El habilitado de material	67
3.1.2.2	Proceso de forjado en caliente	68
3.1.2.3	El acabado.....	69
3.1.2.4	Control de calidad	69
3.2	Objetivo 2.....	75
3.2.1	Pasos para la elaboración de moldes	77
3.2.2	Estrategia de ubicación en el Área de Forjado.....	77
3.2.3	Molde con material empírico.....	77
3.2.4	Molde adecuado para forja en caliente W302	80
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....		82
4.1	Resultado – Objetivo General.....	82
	Resultado – Objetivo N°1	83
	<i>Fuente: Elaboración propia</i>	83
	Resultado – Objetivo N°2	83
	<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	83
	Resultado – Objetivo N° 3.....	84
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN		87
CONCLUSIONES.....		88
RECOMENDACIONES.....		89
REFERENCIAS		90

ANEXOS92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 2-1. Composición química.....	49
Tabla n° 2-2. Normas.....	49
Tabla n° 2-3. Propiedades de densidad.....	50
Tabla n° 2-4. Propiedades de calor específico.....	50
Tabla n° 2-5. Propiedades de resistencia eléctrica.....	50
Tabla n° 2-6. Módulo de elasticidad.....	51
Tabla n° 2-7. Dilatación térmica.....	51
Tabla n° 2-8. Ficha técnica del acero W302.....	52
Tabla n° 2-9. Propiedades mecánicas.....	53
Tabla n° 2-10. Propiedades físicas.....	53
Tabla n° 2-11. Propiedades químicas.....	53
Tabla n° 2-12. Ficha técnica del acero vcl - 4140.....	54
Tabla n° 3-1. Control de procesos.....	67
Tabla n° 3-2. Cuadro de programación de la producción usado después del cambio.....	70
Tabla n° 3-3. Diagrama de análisis.....	71
Tabla n° 3-4. Capacidad sin programación.....	72
Tabla n° 3-5. Diagrama de análisis del proceso de forjado en caliente.....	73
Tabla n° 3-6. Capacidad con programación.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1-1. Productos	14
Figura n° 1-2. Mapa general de procesos de la empresa Ferri Pern SRL.....	15
Figura n° 1-3. Proceso de forjado.....	15
Figura n° 1-4. Cadena logística	16
Figura n° 1-5. Planta de fabricación.....	19
Figura n° 1-6. Diagrama esquemático de los proceso para la fabricación de pernos y tuercas	20
Figura n° 2-1 Procesos.....	24
Figura n° 2-2. Proceso de la organización.....	26
Figura n° 2-3 Selección de proceso.....	27
Figura n° 2-4. Identificación del proceso.....	28
Figura n° 2-5. Metodología de mejora	31
Figura n° 2-6. Flujo de procesos empresa Ferri Pern SRL.....	32
Figura n° 2-7. Criterios	35
Figura n° 2-8. Proceso de producción	36
Figura n° 2-9. Factores y objetivos finales	38
Figura n° 2-10. Accion inmediata.....	39
Figura n° 2-11. Factor producto.....	39
Figura n° 2-12. Mercado de factores y mercado de productos	40
Figura n° 2-13. factores extremos	41
Figura n° 2-14 forja abierta.....	45
Figura n° 2-15. Forja con estampa	46
Figura n° 2-16. Forja isotérmica	46
Figura n° 2-17. Forjado recalcado.	47
Figura n° 2-18. Forjado recalcado.	47
Figura n° 2-19. Acero W302 en barras.	51
Figura n° 2-20. Los cinco pasos de la teoría de las restricciones	58
Figura n° 2-21. Productos referenciales.....	60
Figura n° 3-1. Nuestros productos.....	62
Figura n° 3-2. Otros productos forjados.....	63
Figura n° 3-3. Organigrama.....	63
Figura n° 3-4. Productividad de la materia prima	64
Figura n° 3-5. Registro de producción control de calidad	65
Figura n° 3-6. Unidades de productos terminados	66
Figura n° 3-7. Piezas producidas por mes en el año 2016	66
Figura n° 3-8. Proceso de habilitado.....	68
Figura n° 3-9. Proceso de forjado en caliente	69
Figura n° 3-10. Proceso de acabado	69
Figura n° 3-11. Método antes del cambio	72
Figura n° 3-12. Porcentaje de cada operación.....	74
Figura n° 3-13. Capacidad de piezas por jornada	75
Figura n° 3-14. Proceso de Preparación de moldes.....	75
Figura n° 3-15. mecanizado superficial.....	76
Figura n° 3-16. Proceso electrocionado.....	76
Figura n° 3-17. Pasos para la elaboración de moldes.....	77
Figura n° 3-18. moldes con material empírico acero 4140	78
Figura n° 3-19. Moldes presentan soldadura acero 4140	79
Figura n° 3-20 moldes dañados acero 4140	79
Figura n° 3-21. Molde con material adecuado para forjado en caliente W302	80
Figura n° 3-22. comparacion de costos de moldes 4140 vs W302	80
Figura n° 4-1. capacidad comparada antes	82
Figura n° 4-2. Capacidad comparada después del cambio Fuente: Elaboración propia.....	82
Figura n° 4-3. Estadísticas de capacidad.....	84
Figura n° 4-4. Resultado del material empleado W302	85

Figura n° 4-5. Costos de fabricación de moldes.....	85
Figura n° 4-6. Consumo mensual	85
Figura n° 4-7.resultados.....	86

RESUMEN

El siguiente trabajo titulado: Implementación de mejora en el proceso productivo de elementos de sujeción en el área de forjado en caliente de la empresa Ferri Pern en el año 2015, citado bajo el eje temático de experiencia laboral, no permite y demuestra que hoy en día la tecnología ha variado y lo seguirá haciendo en beneficio del mercado nacional.

Es así como la empresa Ferri Pern traslada una parte de su línea de producción de lo convencional – tradicional a lo moderno en aplicación de aceros especiales, teniendo en cuenta que para ello tenían el respaldo de su principal proveedor Aceros Böhler, el cual supo orientar, demostrar, sustentar las bondades del producto ofrecido para la mejora de la producción y poder así hacer frente a la problemática de retraso en la fabricación y entrega de pernos como producto final para sus clientes.

Con la elaboración de matrices con nuevo acero W 320 (diseñado para trabajo en caliente), se mejora el método de fabricación y se asegura la calidad de servicio, la aplicación e implementación mejora en la línea de forjado no solo ayudo a mejorar los tiempos de fabricación, si no que se eliminaron partes del proceso de orden común para este tipo de actividad como: reducir tiempos y costos de mantenimiento, se mejoró infraestructura, se redujo la mano de obra, reproceso y lo más importante las paradas de producción.

Finalmente queda demostrado que la innovación es parte del crecimiento de toda empresa frente a sus principales competidores y se puede asegurar que los resultados obtenidos responden a los fines previstos.

ABSTRACT

The following work entitled Implementation of improvement in the productive process of fastening elements in the area of hot forging in the company Ferri Pern in the year 2015, whose thematic axis is work experience and it is going to be developed lines below, allows and shows that nowadays the technology has varied and will continue to do in benefit of the national market.

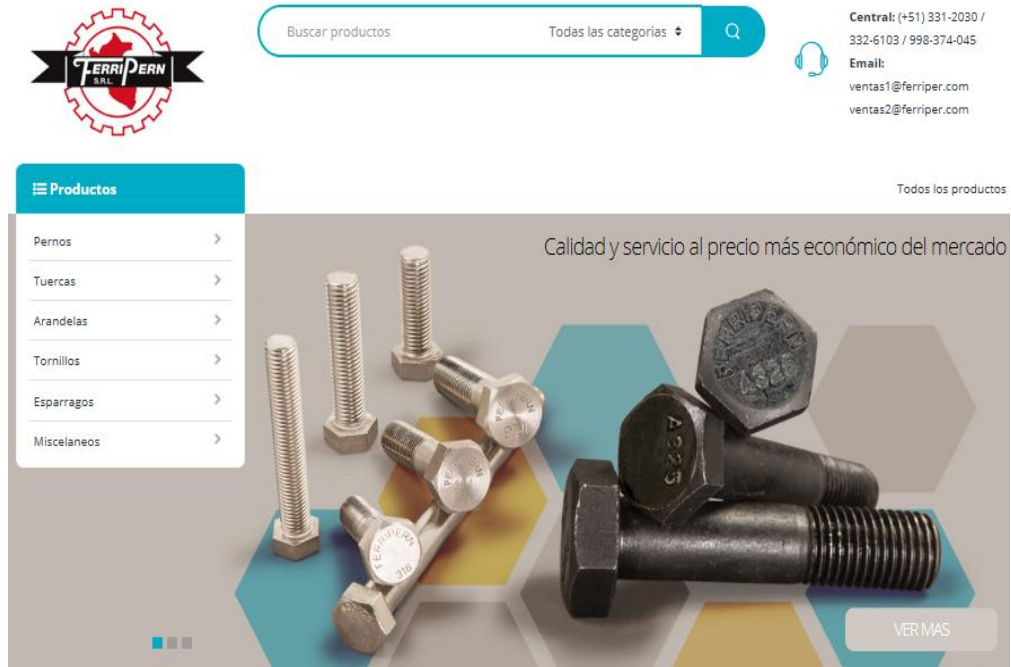
This is how the company Ferri Pern moves a part of its production line from the conventional - traditional to the modern in application of special steels, taking in account that for this they had the support of its main supplier Aceros Bohler, who knew how to orient, demonstrate, support the benefits of the offered product for the improvement of production and thus be able to face the problems of delay in the manufacture and delivery of bolts as a final product for its customers.

With the development of dies with new steel W 320 (designed for hot work), improves the manufacturing method and ensures the service quality, application and implementation improvement in the forging line not only helped to improve the working times Manufacturing, if not removed parts of the common order process for this type of activity like: reduced maintenance times and costs, improved the infrastructure, reduced manpower, reprocessing and most important production stops.

Finally, it is demonstrated that innovation is part of the growth of every company compared to its main competitors and can be ensured that the results obtained correspond to the intended purposes.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Figura n° 1-1. Productos



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL - Acero Inoxidable y Acero Estructural

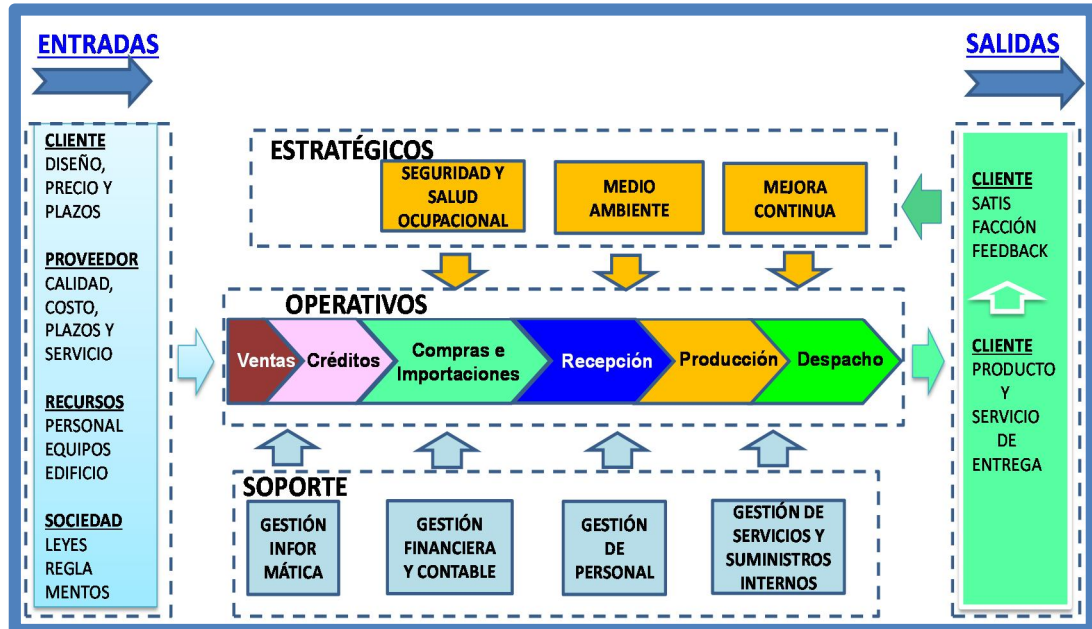
En la investigación titulada “IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA DEL PROCESO DE FORJADO EN CALIENTE DE ELEMENTOS DE SUJECION DE LA EMPRESA FERRI PERN SRL EN EL AÑO 2016”, que tiene como objetivo Implementar mejoras productivas en el área de forjado en caliente que permita realizar eficientemente todas las actividades que intervienen en el proceso productivo de la empresa Ferri Pern S.R.L., generalmente, el forjado en caliente es el proceso de fabricación y conformación de metales a través del martilleo, prensado o laminación.

La forja en caliente implica una deformación de metal a una temperatura y a una tensión tal que la re cristalización del material se produce simultáneamente con la deformación, evitando así el endurecimiento. Para esto, la temperatura de la pieza debe de mantenerse durante todo el proceso. El procedimiento del forjado en caliente es relativamente sencillo. El metal en bruto (en forma de barra o lingote) se calienta a la temperatura idónea para su trabajo y así mejorar la ductilidad. A continuación, el material se comprime o se martillea para darle la forma de la pieza deseada

Como parte del proceso, se produce un exceso de material (rebabas) que deben ser eliminadas en un paso final de acabado, además, las piezas producidas por este método generalmente requieren un proceso de mecanizado. Hay una amplia variedad de procesos que pueden clasificarse dentro de la definición de forja en caliente, algunos de esos

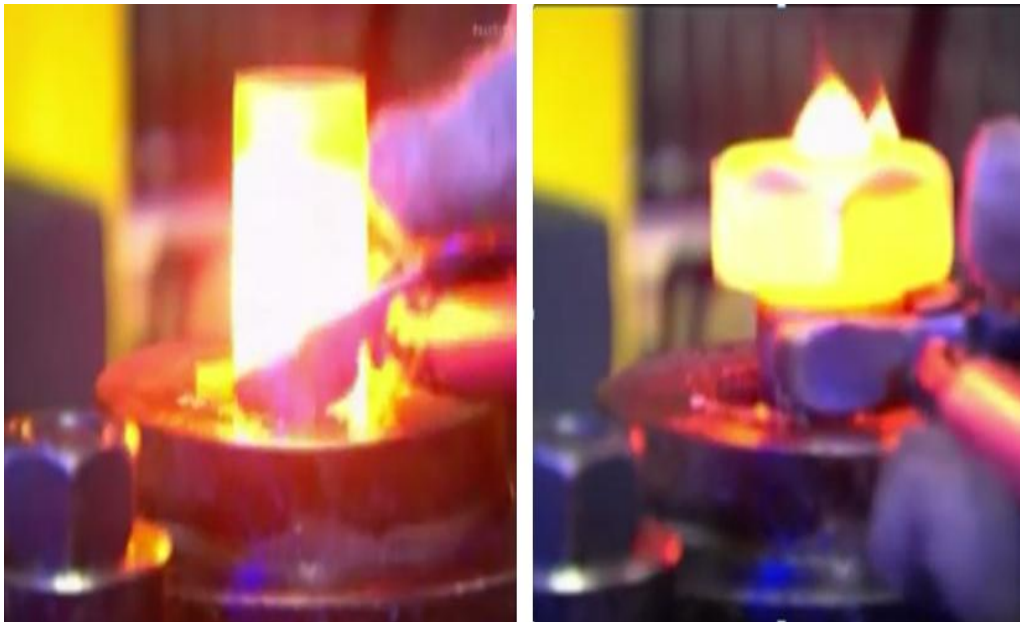
procesos son forja libre o de matriz abierta, forja cerrada, laminación de anillos, forja en templado y forjado isotérmico. El forjado isotérmico es un proceso especial de forjado donde el material y los troqueles son calentados a la misma temperatura

Figura n° 1-2. Mapa general de procesos de la empresa Ferri Pern SRL



Fuente: Empresa Ferri Pern S.R.L.

Figura n° 1-3. Proceso de forjado.

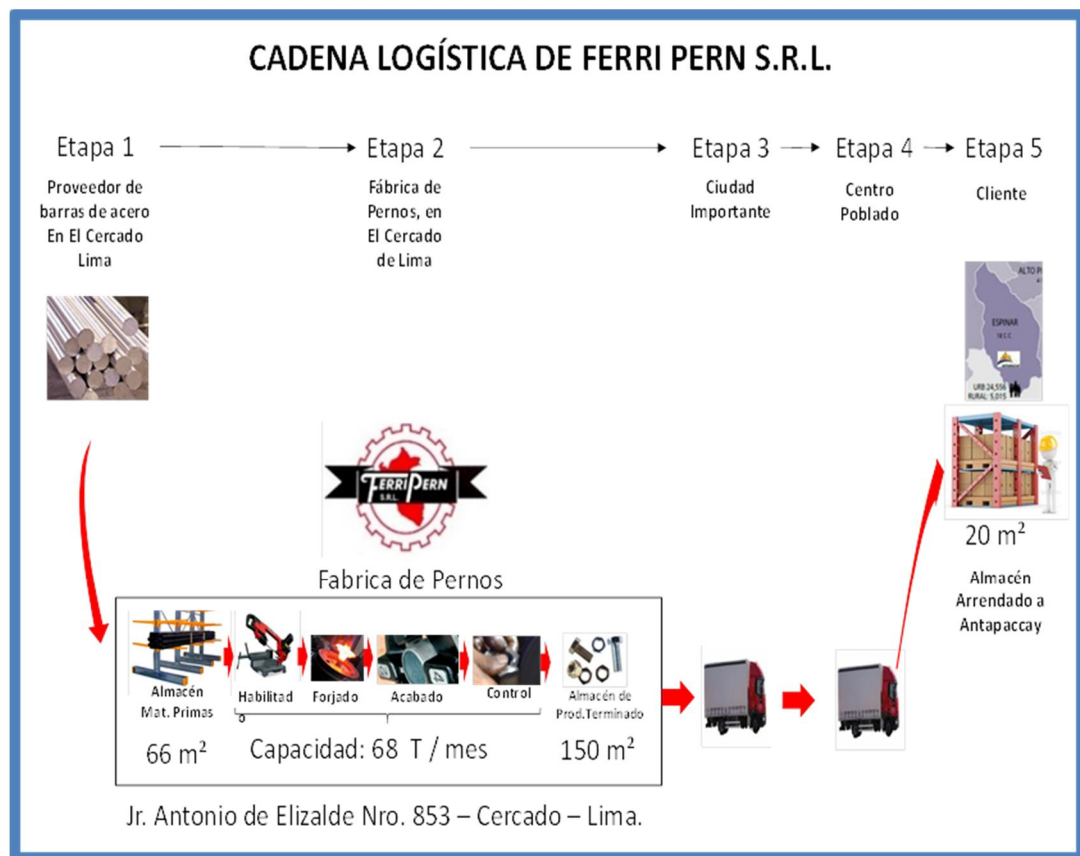


Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

Esta investigación se realiza con la finalidad de tomar en cuenta un sector que actualmente tiene gran demanda tanto en el mercado nacional como internacional, ya que esto permitirá una ampliación de los horizontes de la empresa tanto en proveedores como los canales de distribución desde sus proveedores principales hasta sus clientes finales y que buscarán ser más eficientes tanto como organización individual eslabón de la cadena, como de canal de distribución en general.

En la Empresa Ferri Pern S.R.L., el área productiva es una de las áreas fundamentales pues de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo referente al producto por sí mismo donde se debe tener en cuenta sus características y especificaciones, la disponibilidad cuando es solicitado y el cumplimiento de su entrega.

Figura n° 1-4. Cadena logística



Fuente: Empresa ferri Pern SRL.

Nota.-

El gráfico anterior muestra una representación esquemática de la cadena de abastecimiento de la empresa Ferri Pern SRL

Considerando, que para la Empresa Ferri Pern S.R.L. hoy en día, el eje que mueve toda la cadena de abastecimiento es el cliente, pues es el que acciona el funcionamiento de la cadena de abastecimiento, se hace importantísimo y primordial tener la capacidad de retenerlo y de conseguir más cliente, permitiendo así a las empresas mantenerse en el mercado y lograr el crecimiento.

En este trabajo se hace una propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de Ferri Pern S.R.L, con el fin de que ellos puedan mejorar el funcionamiento de su área productiva para tener una mayor satisfacción de sus clientes y continuar así consolidándose como una de las mejores empresas de elementos de sujeción del país. Además, se pretende mostrar con este trabajo, una pequeña muestra de la excepcional y gran cantidad de herramientas versátiles que nos ofrece la ingeniería industrial, para obtener un mejoramiento continuo, que sea base para el logro de las metas de las diferentes industrias, una verdadera gestión empresarial. El área productiva es una de las áreas fundamentales de las empresas manufactureras, pues de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo referente al producto por sí mismo (sus características y especificaciones), su disponibilidad cuando es solicitado y el cumplimiento de su entrega.

Considerando, que para las empresas hoy en día, el eje que mueve toda la cadena de abastecimiento es el cliente, pues es el que acciona el funcionamiento de la cadena de abastecimiento, se hace importantísimo y primordial tener la capacidad de retenerlo y de conseguir más cliente, permitiendo así a las empresas mantenerse en el mercado y lograr el crecimiento.

En este trabajo se hace una propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de Ferri Pern S.R.L (empresa fabricante de elementos de sujeción), con el fin de que ellos puedan mejorar el funcionamiento de su área productiva para tener una mayor satisfacción de sus clientes y continuar así consolidándose como una de las mejores empresas de elementos de sujeción del país. Además, se pretende mostrar con este trabajo, una pequeña muestra de la excepcional y gran cantidad de herramientas versátiles que nos ofrece la ingeniería industrial, para obtener un mejoramiento continuo, que sea base para el logro de las metas de las diferentes industrias, una verdadera gestión empresarial.

1.1. Antecedentes

La Empresa Ferri Pern S.R.L., pertenece al rubro metalmecánica, específicamente realiza pernos, tuercas, arandelas, tornillos, espárragos y misceláneos como abrazaderas, armellas, clavos rieleros o clavos con cabeza, se debe considerar que en la actualidad, el sector manufacturero se ha convertido en uno de los ejes de la economía peruana, esto debido a las altas tasas de crecimiento que ha manifestado y a la importante contribución al PBI. Este sector productivo, por naturaleza, no sólo genera valor agregado, empleo y condiciones para el desarrollo económico, sino que, además, impulsa otros sectores y

genera encadenamientos productivos hacia atrás y adelante, logrando de esta manera estabilizar las áreas donde se ubica

La industria metal mecánica es una rama específica del sector manufacturero que se dedica a la transformación mecánica y física del metal en sus fases primarias (metal ferroso y no ferrosos) modificando ha si su forma o naturaleza con el fin de generar productos que destinen a alimentar procesos industriales, a la inversión de capital (maquinaria, equipos y herramientas) y al insumo directo en forma de bienes durables

La trayectoria de la Empresa Ferri Pern S.R.L. dentro de este sector hoy es positiva, pero no siempre fue así, durante muchos años pasó por serios problemas, debido a que carecía de competitividad y significaba, en cierta medida, un peso para el estado. Esto como consecuencia del conocido modelo de industrialización por sustitución de importaciones, modelo que protegía la industria y generaba barreras que no permitían la competencia, lo que la convirtió por mucho tiempo en un sector ineficiente. Como se menciona en el párrafo precedente, el escenario hoy se torna diferente, luego de la reconversión de la economía acorde a las ventajas comparativas, el país presenta un despegue de los diferentes sectores económicos, mejorando de esta manera la economía, el nivel de empleo y el ingreso.

Figura n° 1-5. Planta de fabricación



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

En la actualidad la empresa Ferri Pern S.R.L. ha mostrado una participación importante en el sector minero en los últimos dos lustros ha propiciado el suministro de equipos, herramientas y estructuras de acero para las más de 390 unidades mineras en operación. Las metalmecánicas tienen una importante oportunidad en los más de 400 prospectos y proyectos de exploración aún vigentes

En este momento en el mercado metalmecánico en el Perú la empresa Ferri Pern S.R.L. registra un movimiento económico de entre mil y mil quinientos millones de dólares anuales. La evolución de la industria metalmecánica potenciará la generación de empleo en el país; sin embargo, los recursos humanos que requiere el sector deben estar capacitados para los requerimientos cada vez más exigentes de los clientes.

La fuerza laboral directa en el sector metal mecánico dentro de la que se encuentra la Empresa Ferri Pern S.R.L. es más o menos de cien mil personas y considerando la indirecta llegamos a trescientas mil. Sin embargo se requiere más mano de obra, aproximadamente un 20% adicional. Significará la creación de nuevas fuentes de trabajo; pero sobre todo de mano obra calificada. Esto obliga a ir creando pequeños talleres para trabajar en los diversos requerimientos que se solicitan luego ensamblar en obras; lo que a su vez exige una inversión en locales apropiados para hacer este tipo de trabajos

Respecto a su importancia como sector clave, la actividad metalmecánica juega un papel considerable en la generación de empleo, haciendo uso de operarios, maquinistas, obreros, ingenieros, profesionales, entre otros. Su intensidad en uso de capital o mano de obra puede diferir según industria, así podemos encontrar industrias intensivas en mano de obra como las construcciones metálicas y otras que no lo son, como la siderurgia.

Esta es una actividad de mucha importancia, no sólo por ser generadora de empleo y contribuir al valor agregado del país, sino porque su desarrollo implica mejoras en los niveles tecnológicos de las industrias, redundando esto en una estabilidad del crecimiento de largo plazo y como consecuencia mejores niveles de desarrollo económico.

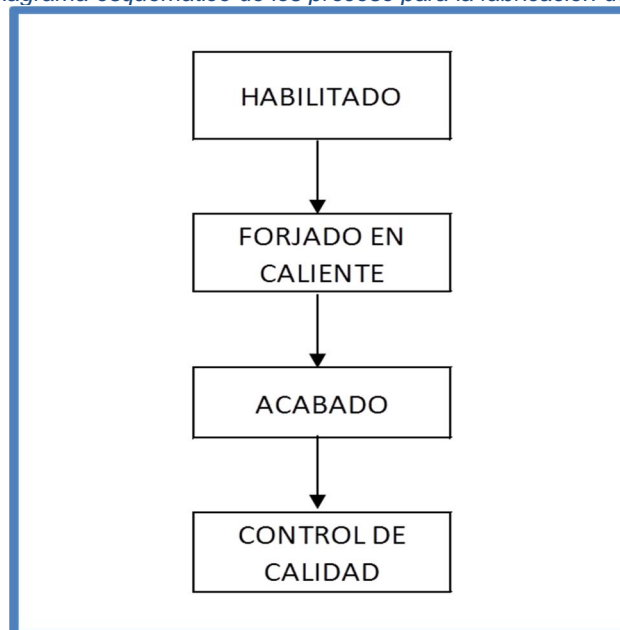
En el Perú, según PRODUCE, la actividad metalmeccánica es la tercera actividad más importante dentro de las empresas manufactureras, representando el 15% del total de empresas registradas en el país.

El conformado de piezas por deformación plástica es una de las grandes familias de procesos empleadas para fabricar productos metálicos. Sin embargo, el conformado plástico es quizás el más antiguo y el que ha soportado un mayor desarrollo. Desde los inicios, en los que se trabajaban materiales como el oro y el cobre mediante martillado alrededor del 8000 a.C. hasta nuestros días, la evolución en el número de procedimientos para conformar el metal, y el profundo conocimiento de los mismos, ha llevado a este tipo de conformación de materiales a ser uno de los más extendidos en la industria

Los procesos de conformado por deformación plástica (PCDP) representan en la actualidad la mejor opción para elaborar piezas dotadas de la gran variedad de formas y tamaños exigidos por la industria, con la ventaja adicional de la consecución de la mejora de las propiedades mecánicas y el refinamiento de la estructura del material a conformar.

La forja se refiere a darle forma a los metales para producir formas y tamaños específicos. Los forjadores crean productos usando procesos que no derriten por completo el metal, y luego lo vierten en moldes. Los forjadores estampan, presionan, martillan y comprimen el metal para deformarlo y lograr la forma deseada

Figura n° 1-6. Diagrama esquemático de los proceso para la fabricación de pernos y tuercas



Fuente: Elaboración propia.

1.2. Justificación

Mediante el siguiente trabajo de investigación se busca generar conocimientos en la correcta aplicación de productos forjados de la empresa Ferri Pern S.R.L., donde se presentan problemas dentro de su línea de producción por los inconvenientes que ha presentado durante la elaboración de pernos en el proceso productivo de forjado en caliente, ya que al verificar el impacto que estas tienen en relación a los costos de producción puede llegar a ser una tarea muy tediosa en especial si el producto final pasa por varios procesos previos a su culminación, eso sucede en el proceso de forjado en caliente de una empresa de fabricación de productos de sujeción en la cual se tienen estimaciones de tiempos inoperativos en el proceso de Forjado. La empresa estima una pérdida de tiempo promedio llega a más del 12%, esto sin tomar en cuenta los procesos previos al forjado

Las grandes pérdidas económicas que presenta la empresa Ferri Pern S.R.L., siendo la meta del trabajo de investigación mejorar este aspecto ya que sería beneficioso para la misma., pues este valor significa lo que deja de ganar la empresa como ventas mensuales, de esta manera se trata de dar una visión de la pérdida real por no mejorar específicamente el proceso de forjado.

El área de estudio es el área de forjado en la empresa manufacturera pero el estudio que se logra en esta área puede ser válido para otras áreas que tengan similares procedimientos de manufactura como se detallará más adelante, en ese sentido bien se pueden emplear estos métodos a la producción por ejemplo en la fabricación de pernos, tuercas, arandela y otros productos que dependen de la misma.

Con el estudio se logrará que cotidianamente se controle u elimine los tiempos improductivos generados por el proceso mismo, identificar cuanto afecta a la empresa así como identificar los puntos críticos en los cuales se tienen que llevar las mejoras del caso para poder disminuir o mejorar estos aspectos y lograr un mayor beneficio para la empresa ya que si se mejora el proceso obviamente los beneficios serán mayores, la empresa será más rentable y los procesos funcionarán mejor, para lograr todo ello en primer lugar tendrá que haber una inversión como en nuevas tecnologías, capacitaciones al personal para buenas prácticas de manufactura y buenos usos de las herramientas de trabajo, el control constante de los procesos y los tiempos improductivos generados entre otros. Analizar los factores de atraso generados en el proceso productivo y verificar su impacto que estas tienen en relación a los costos de producción puede llegar a ser una tarea muy tediosa en especial si el producto final pasa por varios procesos antes de su culminación, eso sucede en el área de forjado en caliente de una empresa de fabricación de productos de sujeción en la cual se tienen estimaciones de tiempos inoperativos en el proceso de Forjado.

Para mejorar los procesos es necesario medir los atrasos generados por tiempo improductivos en el proceso de forjado para establecer propuesta de mejora que sean de mayor impacto económico y generar mayores niveles de efectividad lo cual se vea reflejado con mejores técnicas para la elaboración de los procesos así como mayor rapidez en el mismo. El impacto en los beneficios económicos serán mayores dependiendo cómo se hallan realizado los cambios y como lo entienden los colaboradores para que puedan durar y seguir mejorándose.

Es así que el presente estudio permitirá mejorar el conocimiento en la empresa, ya que al mejorar la productividad esta ayudara a cambiar el pensamiento sobre producción en los empleados y sobre todo en el área de recursos humanos.

También permitirá mejorar la metodología de trabajo en los empleados, generando así que todos deseen saber de la implementación para estar al corriente de ella y permitirá que las demás áreas a futuro sufran algún tipo de implementación para estar acorde al área de producción.

Con este tipo de estudio se puede lograr que cotidianamente se controle mejor los tiempos improductivos generados por el proceso mismo, ver en cuanto está afectando a la empresa y ver los puntos críticos en los cuales se tienen que llevar las mejoras del caso para poder disminuir o mejorar estos aspectos y lograr un mayor beneficio para la empresa ya que si se mejora el proceso obviamente los beneficios serán mayores, la empresa será más rentable y las cosas funcionarán mejor claro que para lograr todo esto en primer lugar tendrá que haber una inversión como en nuevas tecnologías, capacitaciones al personal para buenas prácticas de manufactura y buenos usos de las herramientas de trabajo, el control constante de los procesos y los tiempos improductivos generados entre otros.

En el ámbito social, este estudio permitirá mejorar la productividad y por ende cambiar el pensamiento de los colaboradores, así se podrá mejorar el clima laboral, aumentar la comunicación interna entre áreas y sobre todo disminuir las mermas en la empresa generando a futuro un plan de incentivo para un posible aumento salariales en los colaboradores.

1.2.1. Problema

En la Empresa Ferri Pern S.R.L., tiene como principal problema el retraso en la entrega del producto, esto se debe a que la plantilla no produce de forma adecuada ya que esta no está programada para mejorar el proceso sino más bien para solo cubrir una parte de la misma, es por eso que la implementación permitirá un cambio en la forja generando una mayor productividad, y así los plazos de entrega que antes eran en promedio de 8 días ahora serán 4 porque la productividad mejorara, permitiendo ahorrar tiempo, costos y manos de obra.

1.2.2. Problema general

¿Cómo mejorar el tiempo de ciclo del proceso de forjado en caliente para la fabricación de pernos y tuercas de la empresa Ferri Pern SRL?

1.2.3. Problema específico

Problema específico N° 1

¿Cómo mejorar la planeación y programación de los pedidos según fechas pactadas con los clientes de Ferri Pern SRL?

Problema específico N° 2

¿Cómo prolongar el tiempo de vida útil de los moldes de forjado en caliente de la empresa Ferri Pern SRL?

Problema específico N° 3

¿Cómo aumentar la productividad del proceso de forjado en caliente de la empresa Ferri Pern?

1.2.4. Objetivo

1.2.5. Objetivo general

Mejorar el tiempo de ciclo del proceso de forjado en caliente para la fabricación de pernos y tuercas de la empresa Ferri Pern S.R.L

1.2.6. Objetivo específico

Objetivo específico N° 1

Planear y programar la producción tomando en cuenta el volumen y plazo de entrega pactado con los clientes de la empresa Ferri Pern S.R.L.

Objetivo específico N° 2

Prolongar la vida útil de los moldes del proceso de forjado en caliente de la Empresa Ferri Pern S.R.L.

Objetivo específico N° 3

Aumentar la productividad del proceso de forjado en caliente de la empresa Ferri Pern S.R.L.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gestión de procesos

Conjunto de recursos y actividades interrelacionadas que transforman elementos de entrada en elementos de salida, con valor añadido para el cliente. De una manera muy simple, lo podemos representar según la figura siguiente:

Figura n° 2-1 Procesos.



Fuente: Elaboración propia.

Los elementos fundamentales que componen los procesos los vamos a definir a continuación, con el fin de crear una terminología común, pero se analizarán de forma detallada más adelante:

2.1.1 Entrada

Elemento que sufre transformación o la permite para luego pasar por diferentes procesos para obtener un producto final.

2.1.2 Recursos

Conjunto de medios necesarios que hacen posible la transformación. Se puede dar el caso de no poder distinguir de manera clara si un determinado elemento de un proceso es una entrada o un recurso del mismo.

2.1.3 Proveedor

Un proveedor puede ser una persona o una empresa que abastece a otras empresas con existencias (artículos), los cuales serán transformados para venderlos posteriormente o directamente se compran para su venta.

Estas existencias adquiridas están dirigidas directamente a la actividad o negocio principal de la empresa que compra esos elementos

Por ejemplo, una empresa metalmecánica necesita un proveedor de metales para poder desarrollar su actividad principal que es la creación de pernos y tuercas y toda clase de productos que necesiten transformarse.

2.1.4 Salida

Productos/servicios, deseados o no, generados por el proceso.

2.1.5 Cliente

Un Cliente es aquella persona natural o jurídica que a cambio de un pago recibe servicios de alguien que se los presta por ese concepto.

2.1.6 Propietario

Persona que asume la responsabilidad global del desarrollo, control y mejora del proceso, aplica a la persona que tiene derecho de propiedad sobre una cosa, especialmente sobre un bien inmueble

2.1.7 Limites

Son aquellos actos, hechos o actividades que marcan el inicio y el final del proceso, así como todos aquellos en los que se producen entradas y salidas con el exterior del mismo.

2.2. Procedimientos

Documento en el que se establece qué debe hacerse y controlarse, cuándo, cómo, dónde y con qué medios, y quiénes son los responsables de su elaboración, ejecución y mejora, para asegurar que el proceso se ajusta a los requisitos del cliente y a la eficiencia necesaria.

La razón de ser del proceso es que a partir de las actividades que realiza proporciona a un cliente o clientes un producto/servicio con un valor añadido que antes no tenía. En suma, es el cliente el que legitima los procesos, si los productos o servicios del proceso no son requeridos por el cliente o no dan satisfacción al mismo, su existencia queda en entredicho.

La visión "procesos" es una visión global de la empresa y se puede aplicar a todos los niveles de una organización, analizando en cada caso quién es el cliente y cuáles son los procesos utilizados. Las características fundamentales que en general debe tener un proceso son: que las actividades que desarrolla se hagan de una manera repetitiva y secuencial y que sea eficiente.

Las actividades, salvo excepciones, deben realizarse siempre en el mismo orden, encadenadas, y repitiéndose una y otra vez; en unos casos en ciclos diarios y en otros llegando a ciclos anuales o mayores. Gestión de procesos: constituye un sistema de trabajo enfocado a perseguir la mejora continua del funcionamiento de las actividades de una organización, mediante la identificación y selección de procesos y la descripción, documentación y mejora de los mismos.

2.2.1 Procesos de organización

- Dibujar el organigrama de la compañía.
- Describir funciones/puestos relacionados con el organigrama.
- Describir actividades de cada función/puesto.
- Repartir actividades en procesos estratégicos/claves/ de soporte.
- Determinar los factores críticos de éxito de la institución y los procesos críticos relacionados.
- Realizar el mapa de cada proceso crítico.
- Establecer para cada proceso sus indicadores y sistema de medida.
- Realizar mejoras en dichos procesos utilizando el ciclo PDCA (planificar, desarrollar, controlar y actuar)

Figura n° 2-2. Proceso de la organización.



Fuente: Elaboración propia

En ningún momento debe de olvidarse la coherencia que debe existir entre las mediciones, objetivos y resultados de procesos, y la misión, valores y visión de la organización

2.2.2 Factores críticos de éxito

En primer lugar, es fundamental que el apoyo de la dirección a la gestión de procesos se realice sin ningún tipo de trabas o dudas. Además, podemos citar las siguientes:

- Elección rigurosa y adecuada del “propietario” o responsable del proceso, de manera que, a su vez, éste sea capaz de elegir el equipo de personas más apropiadas para gestionarlo.
- Delegar la necesaria autoridad y confianza en el equipo de trabajo.
- Eliminar barreras, elementos o factores inhibidores entre las áreas, funciones, departamentos o personas afectadas por el proceso.
- Dotar de los suficientes recursos, bien sea en personas, herramientas, tiempo, entorno y locales de trabajo, entre otros.
- Facultar la formación de los empleados en materia de métodos, herramientas, técnicas o dinámicas relativas a la gestión de procesos.
- Establecer un sistema de información eficaz, hacia el resto de la organización, mediante los medios de comunicación disponibles.
- Revisar periódicamente la marcha del tema atendiendo, no sólo a los resultados obtenidos, sino también y especialmente a la evolución del proceso en sí. Idealmente, participar, con la mayor frecuencia posible, en reuniones de trabajo del equipo.
- Establecer planes estratégicos, objetivos, prioridades, requerimientos, oportunidades de mejora, expectativas, etc., claramente entendibles y medibles, aportando o contribuyendo a crear el sistema de medida aplicable para establecer el progreso o la evolución de las actividades.

Identificación y selección de los procesos

Figura n° 2-3 Selección de proceso



Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Identificación de proceso

Consiste en realizar un primer análisis de identificación de los principales bloques y conjuntos de bloques de actividad de la empresa, a las que podemos denominar “macro procesos” y, a los que clasificaremos como:

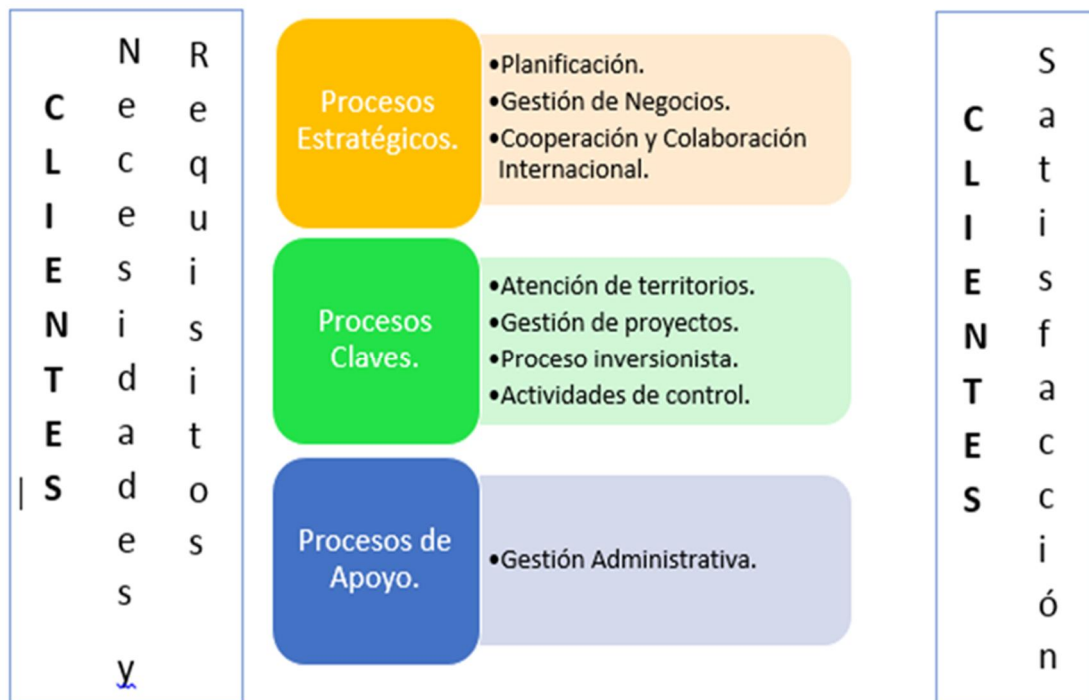
- Procesos Estratégicos.
- Procesos Operativos.
- Procesos de Soporte

Aparte de esto y según la entidad del proceso o su situación, los clasificaremos como:

Figura n° 2-4. Identificación del proceso



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4 Procesos clave

Se pueden considerar procesos clave aquellos de los que la organización tiene una gran dependencia, debido a uno o varios de los siguientes puntos:

- Están orientados al cliente y de ellos depende ampliamente la capacidad de la organización para cumplir con los compromisos adquiridos y las expectativas existentes.
- Involucran un alto porcentaje de los recursos de la organización y, como consecuencia, su optimización y eficiencia tienen un peso muy relevante en la consecución de resultados competitivos.
- El cumplimiento de la “misión” de la organización, el progreso hacia la “visión” y la consecución de sus objetivos estratégicos dependen en gran parte de ellos

2.2.5 Procesos críticos.

Se pueden considerar procesos críticos aquellos que, por su situación actual o previsible, necesitan de un tratamiento especial, sea temporal, hasta que dicha situación se normalice o continúe. También cabe considerar críticos aquellos que por su propia índole o por su dependencia de medios, técnicas, tecnologías o especialidades funcionales críticas, deben ser objeto de este tipo de tratamiento.

2.3. Inventario de proceso de la organización

El inventario es una lista de los procesos seleccionados que presenta los datos generales del proceso, por ejemplo:

- Título o nombre identificativo del proceso.
- Misión o finalidad (resumida).
- Propietario o responsable (persona, cargo, posición en la empresa).
- Tipo de clasificación: clave o crítico, y también estratégico, operativo o de soporte.
- Fechas de interés: implantación, revisiones, controles, modificaciones, auditorías, etc.
- Indicadores principales: objetivos y resultados representativos, comparaciones (satisfacción, errores, plazos, tiempo, quejas, reclamaciones, coste, etc.)

Situación del proceso, según los siguientes criterios:

- A: gestión “tradicional”, escasa documentación, incierto control y no sujeto a mejora sistemática.
- B: definido, nombrado Propietario y estructurado Equipo de Mejora
- C: sometido a planes de mejora continua • D: con mejoras evidentes

2.4. El mapa de procesos

El Mapa de Procesos consiste en una representación gráfica de todos los procesos que constituyen la actividad esencial así como de las interrelaciones de dichos procesos entre sí y, en su caso, con el exterior.

Es primordial plantear y decidir, desde las primeras etapas de su concepción, el nivel de agregación elegido para reflejar una realidad muy compleja, en la forma simplificada de un esquema gráfico.

Para trazar el Mapa de Procesos, será necesario definir:

- Qué dependencia o precedencia cronológica o secuencial existe entre unos y otros procesos
- Qué procesos suministran recursos, de cualquier índole, necesarios para el desarrollo de otros procesos
- Quién es el suministrador y el cliente (internos o externos) de cada uno de los procesos considerados.

2.5. Selección de proveedores

La selección de los procesos candidatos a Gestión y Mejora continuas son aquellos que están directamente involucrados en las prioridades de mejora establecidas tras una autoevaluación.

La realizada a finales de 2000, resultó en los siguientes "ejes" prioritarios:

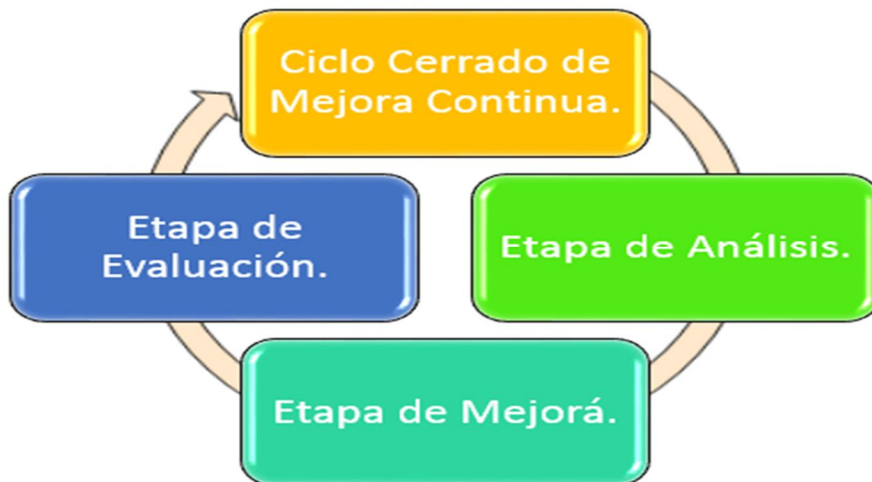
- Personas
- Procesos La elaboración de esta metodología es parte del trabajo que se realiza con respecto al segundo de los ejes seleccionados

2.6. Metodología de mejora

Es una actitud general que debe ser la base para asegurar la estabilización del proceso y la posibilidad de mejora. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas incluyen las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes.

La metodología para llevar a cabo la mejora de los procesos, se compone de tres etapas fundamentales que se relacionan secuencialmente en un bucle cerrado de mejora continua:

Figura n° 2-5. Metodología de mejora



Fuente: Elaboración Propia.

Criterio de metodología de mejora

Lo primero es constituir el equipo de mejora del proceso, atendiendo a las necesidades de:

- Conocimientos necesarios de los componentes del mismo
- Cobertura de actividades del proceso (límites del proceso)

Una vez hecho esto, se procederá con la primera etapa de la metodología propuesta

2.6.1 Etapa de evaluación

Esta etapa se llevará a cabo en varios pasos sucesivos:

1. Organizarse como el equipo de mejora del proceso
2. Establecer una visión general del proceso y un mapa simple, preliminar del mismo
3. Formar equipo con el cliente: someter el proceso a su evaluación en función de sus necesidades, expectativas y experiencias.
4. Estudiar la valoración del cliente conjuntamente con la visión del proceso que tienen los distintos miembros del equipo. Establecer puntos críticos y prioridades

2.6.2 Organizarse con el equipo de mejora del proceso

El propietario del proceso, nombrado por la dirección, organizará el equipo de mejora, del cual formará parte de forma continua o esporádica. En caso de no formar parte del mismo continuamente, nombrará un líder.

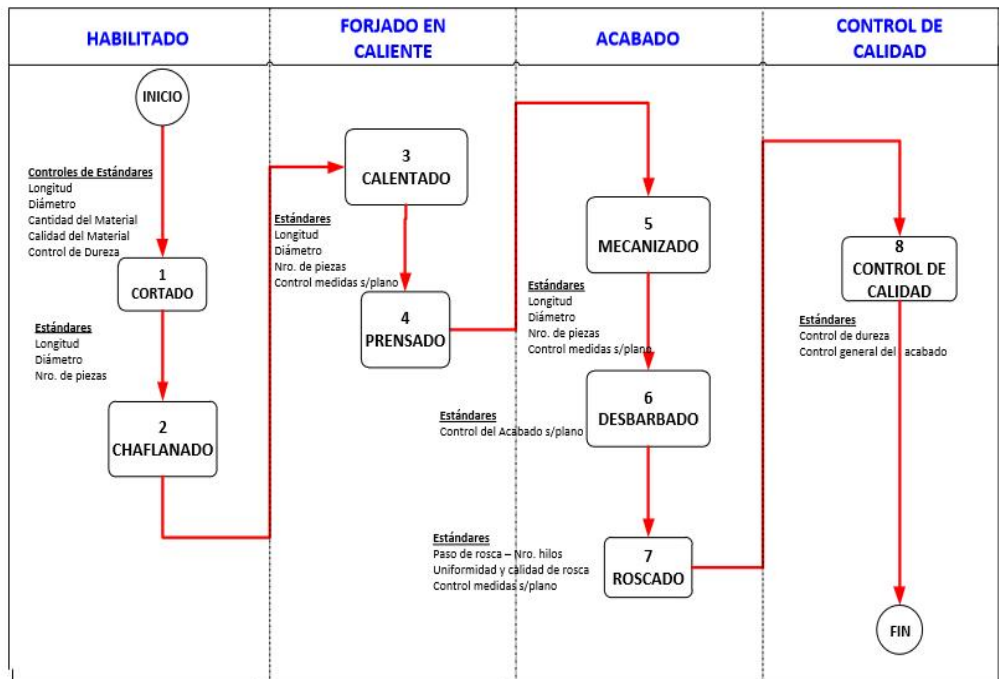
Ambos seleccionarán los miembros del equipo atendiendo a lo siguiente:

- Deben estar representados todos los subprocesos o actividades clave
- Deben involucrarse personas que ejecuten directamente el día a día del proceso

- Debe asegurarse poder de decisión para implantar los posibles cambios que el grupo proponga.

El equipo se constituirá como se describió en los capítulos dedicados a esta actividad.

Figura n° 2-6. Flujo de procesos empresa Ferri Pern SRL



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

2.6.3 Etapa de análisis

La Etapa de Análisis se puede llevar a cabo en varios pasos

- 1) Establecer Puntos de Referencia (los mejores en su clase)
- 2) Investigar las causas de los defectos y de las ineficiencias y desarrollar soluciones
- 3) Conseguir acuerdos y trazar planes y proyectos de mejora

2.6.4 Establecer Puntos de Referencia (los mejores en su clase)

Este paso consiste en recopilar información de los mejores resultados de procesos comparables, sea de fuentes externas, competencia o no, externas en el propio sector o de otro tipo de organización con procesos similares, es decir:

- Mejor dentro de la propia institución
- Mejor en el sector
- Mejor en su clase

2.6.5 Investigar las causas de los defectos y de las ineficiencias y desarrollar soluciones

Este es un paso muy importante y requiere un esfuerzo analítico profundo. Es necesario no establecer conclusiones prematuras antes de llevar a cabo la investigación de las causas que nos impiden llegar a los objetivos de funcionamiento y rendimiento que nos proponemos.

En definitiva, el equipo debe siempre ajustarse a la siguiente secuencia:

- 1) Establecer niveles deseados de rendimiento, en cada una de las características medidas
- 2) Analizar e identificar las causas raíz de funcionamiento en los casos de rendimiento
- 3) Desarrollar soluciones alternativas para mejorar los parámetros de funcionamiento

Establecer niveles deseados de rendimiento, en cada una de las características medidas

Para ello, tener en cuenta:

- Las necesidades de los clientes
- Los puntos de referencia
- Los objetivos propios y visión estratégica de la institución.

2.6.6 Analizar e identificar las causas raíz de funcionamiento en los casos de rendimiento

Hay dos grandes motivos de mal funcionamiento o bajo rendimiento de los procesos:

- Los defectos, sean debidos a pasos anteriores o generados en el proceso en estudio. Normalmente suponen pasos hacia atrás para recuperar los errores.
- Las actividades sin valor añadido, que encarecen el proceso y por tanto el servicio.

Tanto en un caso como en otro, hay un indicador que nos pone inmediatamente de manifiesto la eficiencia de un proceso: el ciclo de operación. El ciclo es una medida global interna, que normalmente es sensible a los problemas operativos, a los defectos (sobre todo cuando se detectan en etapas avanzadas del proceso), a las actividades no controladas, a las actividades sin valor añadido, etc. Todo ello genera ineficiencia y, como tal, coste. Además los procesos con ciclos largos y poco flexibles, plantean problemas de respuesta rápida para adecuarse a las necesidades del cliente.

Una vez definido el problema y su alcance, las herramientas normalmente utilizadas para llevar a cabo este paso son:

- Identificar las causas:
- Tormenta de ideas
- Diagrama de flujo
- Diagrama de causa- efecto

- Determinar el peso de cada causa en el problema
- Diagrama de Pareto
- Asegurar, si es necesario, que se ha identificado la verdadera causa – raíz: Diagrama de dispersión.

2.6.7 Desarrollar soluciones alternativas para mejorar los parámetros de funcionamiento

Las soluciones a cada área de problemas, debe proponerlas el grupo que las ha investigado e, idealmente, que es responsable de la operativa, por ejemplo el círculo de calidad departamental.

Las soluciones alternativas pueden ser de diversa naturaleza:

- Eliminación de causas raíz de errores o defectos
- Mejora de elementos del proceso: métodos, herramientas, medios, etc.
- Formación del personal o reciclaje
- Simplificación, eliminación de actividades sin valor añadido
- Cambios en el flujo de trabajo
- Reingeniería
- Combinación de las anteriores

Las distintas alternativas de mejora en cada área deben evaluarse en caso de que no esté claramente definida la mejor de ellas. Para ello se puede utilizar una matriz de decisión, de la siguiente forma:

- Se establecerán criterios de evaluación y se dará a cada uno un porcentaje de peso
- Calificar las alternativas en función del grado de cumplimiento de cada criterio
- Calcular los puntos de cada alternativa sumando las calificaciones multiplicadas por los pes Cambios en el flujo de trabajo
- Reingeniería
- Combinación de las anteriores

Las distintas alternativas de mejora en cada área deben evaluarse en caso de que no esté claramente definida la mejor de ellas. Para ello se puede utilizar una matriz de decisión, de la siguiente forma:

- Se establecerán criterios de evaluación y se dará a cada uno un porcentaje de peso
- Calificar las alternativas en función del grado de cumplimiento de cada criterio
- Calcular los puntos de cada alternativa sumando las calificaciones multiplicadas por los pesos.

Figura n° 2-7. Criterios

Matriz de Decisión		CRITERIOS				
		C.R	COSTE	FAC. IMP.		T.
PESOS DE CRITERIOS		50	20	30		100%
ALTERNATIVA	A	5	2	4		4.1
ALTERNATIVA	B	3	4	5		3.8
ALTERNATIVA	C	4	5	1		3.3

CR= capacidad respuesta
 FAC. IMP= Facilidad implantación
 T= total

CALIFICACIÓN PARA CADA ALTERNATIVA

CALIFICACIÓN 1= NO CUMPLE EFECTIVAMENTE EL CRITERIO
 5= CUMPLE MUY EFECTIVAMENTE CON EL CRITERIO

Fuente: Tawfik (2005)

2.6.8 Etapa de mejora

Esta etapa se llevará normalmente a cabo en dos pasos, para cada una de las áreas de mejora que tenga entidad suficiente, como para tratarla independientemente:

- Prueba piloto de los cambios en el proceso
- Seguir el plan de implantación
- Observación de la efectividad: registro de resultados
- Tomar nota y solucionar las dificultades: lecciones aprendidas
- Extensión de la solución
- Documentación necesaria del nuevo proceso
- Difusión en la organización
- Extensión a todas las áreas de la institución susceptibles de aplicación

2.6.9 Proceso productivo

Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados factores, en ciertos elementos “salidos”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto éste referido a la “capacidad para satisfacer necesidades”.

Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados factores, en ciertos elementos “salidos”, denominados productos, con el objetivo primario de incrementar su valor, concepto éste referido a la “capacidad para satisfacer necesidades

Figura n° 2-8. Proceso de producción



Fuente: Tawfik (2005)

Los elementos esenciales de todo proceso productivo son:

Los factores o recursos: en general, toda clase de bienes o servicios económicos empleados con fines productivos.

- Las acciones: ámbito en el que se combinan los factores en el marco de determinadas pautas operativas.

Los resultados o productos: en general, todo bien o servicio obtenido de un proceso productivo.

La teoría de la producción estudia estos sistemas, asumiendo que esa noción de transformación no se limita exclusivamente a las mutaciones técnicas inducidas sobre determinados recursos materiales, propia de la actividad industrial.

El concepto también abarca a los cambios “de modo”, “de tiempo”, “de lugar” o de cualquier otra índole, provocados en los factores con similar intencionalidad de agregar Valor.

2.6.10 Concepto de producto

Cualquier bien o servicio surgido de un proceso de producción es su “PRODUCTO”.

Los productos son el resultado colectivo del desarrollo de las acciones que componen el proceso de su producción.

Es decir que los productos son quienes “diseñan” el proceso de producción, o más concretamente, quienes definen las acciones que deben desarrollarse para poder obtenerlos.

Si bien el concepto de “producto” está habitualmente asociado a los bienes o servicios que una organización pone a disposición de un mercado, en realidad, el mismo que abarca todo bien o servicio surgido de un proceso, con independencia de su “vínculo” con un mercado.

2.6.11 Categoría de productos

En realidad, en el campo de la economía de producción existe un sinnúmero de clasificaciones referidas a los productos. Sin embargo resulta funcional a nuestro objetivo destacar una basada, precisamente, en el concepto antes enunciado vinculado a que no es intrínseca al producto su condición de “ofertable” en algún mercado.

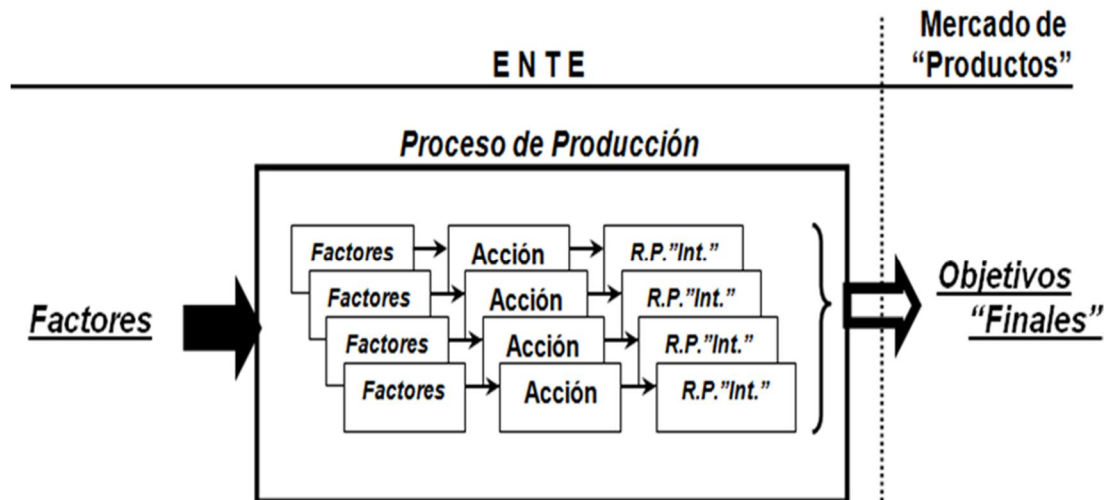
Así, en un proceso de producción pueden reconocerse:

a) Resultados Productivos “Finales”: bienes o servicios “ofertables” en los mercados donde la organización interactúa.

b) Resultados Productivos “Intermedios”: bienes o servicios “internos”, obtenidos en una o varias acciones, utilizables como “factores” en otra u otras acciones que componen el mismo proceso de producción.

Desde esta perspectiva, toda organización puede ser concebida como un proceso de producción “integral”, orientado a objetivos “finales” y conformado por procesos de producción “particulares”, cada uno de los cuales generadores de resultados productivos “intermedios” que contribuyen, colectivamente, a la obtención de aquellos objetivos “finales”.

Figura n° 2-9. Factores y objetivos finales



Fuente: Tawfik (2005)

2.6.12 Acción productiva

Conceptualmente, una acción productiva es cualquier actividad o tarea desarrollada en el marco de un proceso de producción.

En un planteo productivo racional, las acciones se desarrollan a partir de la persuasión de que su ejercicio favorece, ya sea de manera inmediata o en forma remota, el logro de los objetivos globales del proceso que las integra.

Así puede interpretarse que cada acción, o grupo de acciones, genera "servicios" al proceso de producción global. A su vez, si las acciones consumen factores y generan "servicios", cada acción o grupo de acciones puede ser concebida como un micro-proceso de producción en sí mismo.

Según el tipo de "usuario" de los servicios que cada acción genera, podrían clasificarse como:

Acciones inmediatas: las que generan "servicios" que son consumidos –de algún modo- por el "producto final" en cualquier estado de su transformación; o bien

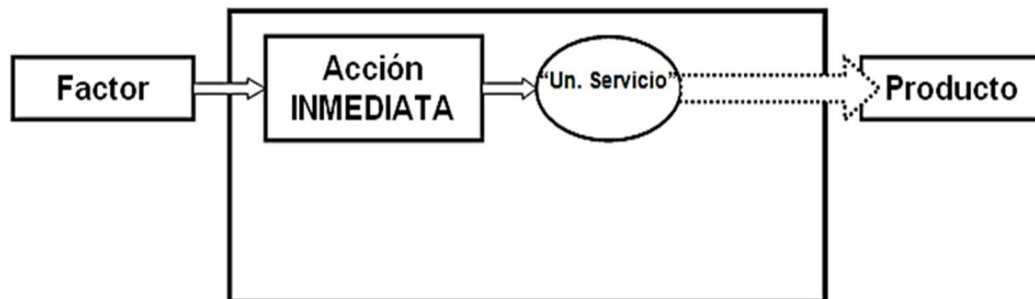
Acciones mediatas: las que generan "servicios" que son consumidos por otras acciones o actividades del proceso;

Como se deduce de estas definiciones, en última instancia, se trata de una categorización basada en el tipo de vinculación posible entre las acciones y los productos finales del proceso de producción, en términos de la "proximidad" que podría detectarse entre unas y otros.

En las acciones "inmediatas" las "unidades de servicio" que se generan son un elemento esencial o intrínseco para el producto (al punto que, fatalmente, el producto final surge

siempre de una acción inmediata: la última). Esta circunstancia permite ubicar a la acción en una posición “próxima” al él.

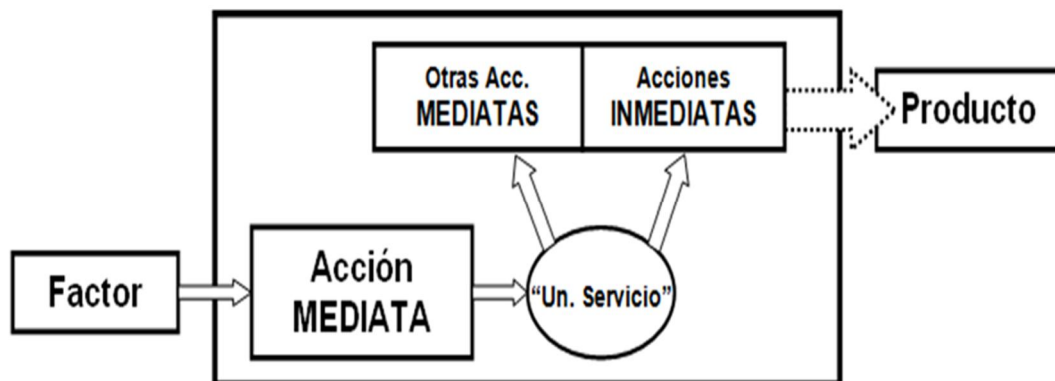
Figura n° 2-10. Acción inmediata



Fuente: Tawfik (2005)

En las acciones “mediatas”, en cambio, donde las “unidades de servicio” no poseen aquellas características, sólo es posible ubicarlas en una posición más “remota” respecto de los resultados finales del proceso.

Figura n° 2-11. Factor producto



Fuente: Tawfik (2005)

2.6.13 Factor producto

Factores o recursos productivos son bienes o servicios utilizados para desarrollar las acciones que componen un proceso de producción. Ninguna acción de un proceso de producción puede desarrollarse sin que exista consumo de factores.

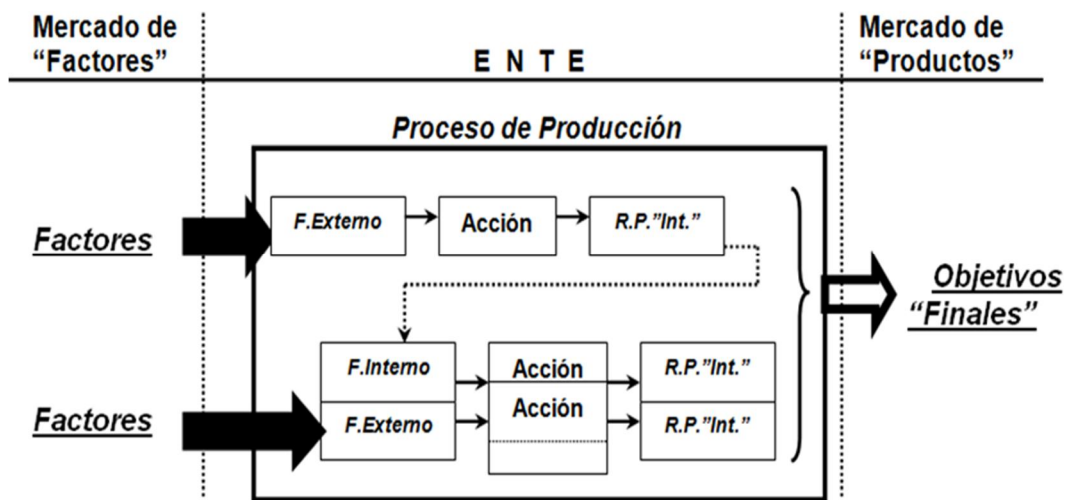
Si bien el concepto de “factor” está habitualmente asociado a los bienes o servicios que una organización adquiere en de un mercado, en realidad, el mismo abarca todo bien o servicio consumido en una acción del proceso, con independencia de su “vínculo” con un mercado determinado.

Es decir que tampoco es intrínseca al factor su condición de “adquirible” en un mercado externo al ente. Como quedó planteado antes, también una acción puede consumir un factor generado por otras acciones del proceso.

En consecuencia, en un proceso de producción pueden reconocerse:

- a) Factores “externos”: bienes y servicios adquiridos en los mercados respectivos.
- b) Factores “internos”: bienes y servicios generados en otras acciones del proceso de producción.

Figura n° 2-12. Mercado de factores y mercado de productos



Fuente: Tawfik (2005)

En un planteo productivo racional, un factor –cualquiera sea su tipo- es consumido en una acción a partir de la persuasión de que el mismo posee, y puede brindar, una cierta “energía” necesaria para lograr el “servicio” pretendido de la acción

2.6.14 Factor productivo

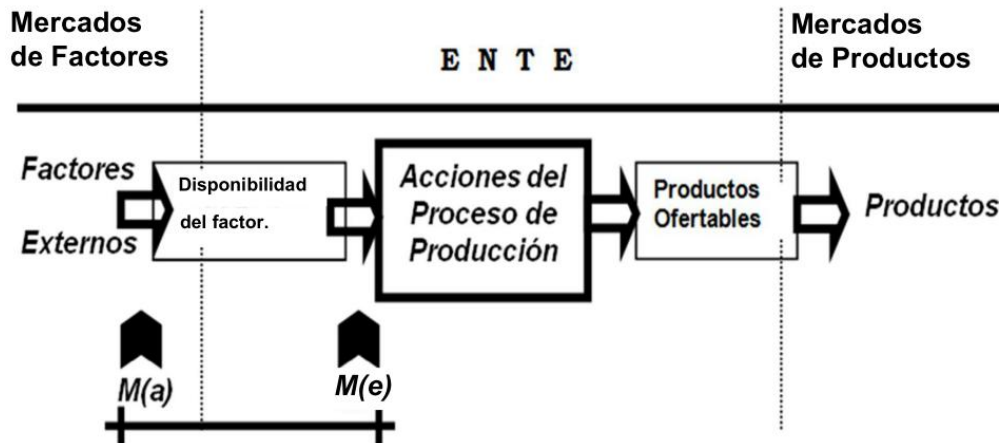
Una primera y necesaria categorización de los factores productivos está referida a su naturaleza. Esta clasificación, cuya amplia difusión en el campo de la economía exige de mayores aclaraciones, plantea la existencia de:

- Bienes y servicios intermedios consumibles con su primer uso
- Bienes de consumo diferido o bienes de capital
- Recursos humanos o trabajo,
- Recursos naturales,
- Capital financiero.

Adicionalmente, existen otras menos conocidas categorías de factores “externos” que resultan de manejo indispensable para una correcta interpretación de los procesos de producción. Las mismas tienen que ver con circunstancias que se verifican en el lapso que

media entre el momento de adquisición “M(a)” y el momento de empleo “M(e)” de un determinado factor, al que se denomina “fase de disponibilidad del factor”.

Figura n° 2-13. factores extremos



Fuente: Tawfik (2005)

En ese sentido, los factores productivos pueden categorizarse:

2.6.15 Según el compromiso en su adquisición.

Se trata de una clasificación que pondera la existencia o inexistencia de condicionantes vinculados con el aprovisionamiento de un factor que obliguen a recibir ciertos volúmenes del mismo sin que, necesariamente, existan necesidades concretas del proceso de producción. Así se pueden reconocer:

Factores de libre adquisición: corresponde a los que no presentan condicionantes (se puede adquirir la cantidad del factor conforme a lo que requiera el proceso de producción).

Factores de adquisición comprometida: corresponde a los que sí los presentan, colocando el peso de las decisiones sobre la cantidad a comprar fuera del control, total o parcial, de los responsables de la gestión.

2.6.16 Según su “divisibilidad”

Se trata de una clasificación que parte del concepto de que cada factor tiene una “unidad física elemental” y otra “unidad física de empleo” (asociada al modo en que es demandado por las acciones del proceso). Luego, según que haya, o no, coincidencia entre ambas unidades, se pueden reconocer:

Factores divisibles: corresponde a aquellos en que coincide la “unidad elemental” con su “unidad de empleo” (por ejemplo una materia prima adquirida y dispuesta en “kilogramo” y empleada en “kilogramo”).

Factores indivisibles: corresponde a aquellos en que no coincide la “unidad elemental” con su “unidad de empleo” (por ejemplo una máquina adquirida y dispuesta por “unidad” y empleada en términos de “horas equipo”).

2.6.17 Según su “transferibilidad” en el tiempo

Se trata de una clasificación vinculada con la posibilidad de que el factor –en términos de su “unidad de empleo”– pueda, o no, ser aplicado a producciones sucesivas en el tiempo. Así se pueden reconocer:

Factores transferibles en el tiempo o “almacenables”: corresponde a los que sus “unidades de empleo” admiten la posibilidad de su almacenamiento, es decir su uso en un momento posterior al de su empleo presente (por ejemplo la materia prima que admita que el kilogramo que se consume hoy pueda, alternativamente, consumirse en un momento posterior).

Factores intransferibles en el tiempo o “no almacenables”: corresponde a los que sus “unidades de empleo” no admiten la posibilidad de su almacenamiento (por ejemplo una “hora hombre” en los Recursos Humanos).

2.6.18 Según su “transferibilidad” en el espacio.

Se trata de una clasificación vinculada con la posibilidad de que el factor –en términos de su “unidad de empleo”– pueda, o no, ser aplicado a producciones simultáneas en el espacio. Así se pueden reconocer:

Factores transferibles en el espacio o “de flujo flexible”: corresponde a los que sus “unidades de empleo” admiten la posibilidad de su uso en otro proceso o acción alternativamente a su empleo actual (por ejemplo la “hora equipo” en un proceso de producción múltiple alternativo)

Factores intransferibles en el espacio o “de flujo rígido”: corresponde a los que sus “unidades de empleo” no admiten la posibilidad de su uso en otro proceso o acción que no fuere la de su empleo actual (por ejemplo el “kilogramo” de una materia prima que sólo es utilizable por un único producto).

2.6.19 Categorías de procesos productivos.

De la innumerable cantidad de clasificaciones de los procesos de producción, algunos resultan relevantes para los objetivos planteados:

Según el tipo de “transformación” que intentan:

Transformaciones “técnicas”: donde se verifica “una modificación de las propiedades intrínsecas de las cosas” (propias de las actividades industriales).

Transformaciones “de modo”: donde las modificaciones no son “técnicas” sino sólo de selección, forma o modo de disposición de las cosas (propias de las actividades comerciales).

Transformaciones “de lugar”: donde las modificaciones no son “técnicas” sino sólo de desplazamiento de las cosas en el espacio (transporte).

Transformaciones “de tiempo”: donde las modificaciones no son “técnicas” sino sólo de conservación en el tiempo (almacenaje).

Según el “modo” en que generan sus productos:

2.6.20 Producciones Simples

Cuando la producción tiene por resultado una mercancía o servicio de tipo único... hablamos de producción simple

2.6.21 Producciones Múltiples

Cuando existe un vínculo..., definible en términos técnicos, entre varios productos,... decimos que estos productos son (técnicamente) interdependientes, o que nos encontramos con una producción múltiple

Esta circunstancia se da, ya sea “... en virtud, de que para obtenerlos se pueda, o se tenga, que utilizar en común, a ciertos factores de producción, o bien porque ciertos factores se puedan imputar alternativamente a la realización de un producto u otro (o de varios otros)”.

2.6.22 Producciones Múltiples Alternativas

Si, los factores de producción se puedan aplicar alternativamente a la obtención de uno u otro producto... hablamos de producción alternativa, (o) de productos alternativos”.

Producciones Múltiples Conexas:

Existe la producción conexa... cuando el proceso técnico es tal que resulta imposible realizar un producto sin obtener al mismo tiempo uno o varios productos más”.

“la relación existente entre los elementos constitutivos de una producción conexa no es, siempre, técnicamente inmutable; puede variar dentro de ciertos límites

2.7. Según la disposición de las acciones inmediatas

2.7.1 Flujo en línea

Se caracterizan por una “secuencia lineal de las operaciones necesarias para producir el producto o servicio” y, en consecuencia, por “una distribución de planta por producto”, esto implica que los distintos factores productivos se disponen funcionalmente al logro del producto, o de los productos, para a los que se afecta la línea.

2.7.2 Flujo intermitente

Se caracterizan por “una distribución de planta por proceso”, es decir por una organización integrada por “centros de trabajo con tipos similares de habilidades”, que generan servicios específicos sólo a los productos que los demanden. “En consecuencia, un... producto fluiría nada más hacia aquellos centros de trabajo que requiera y se saltará los demás

2.7.3 Flujo por proyecto

Se usan para producir un producto único”. Por lo general, “cada unidad de estos productos se elabora como un solo artículo”.

Relación de eficiencia

En general, una relación de eficiencia es una vinculación entre los objetivos obtenidos con los medios empleados.

En particular, en economía de la producción las relaciones de eficiencia son coeficientes técnicos que relacionan cantidades de producto y cantidades de factores relativas a un proceso de producción dado.

Una y otra expresión, es obvio, son equivalentes toda vez que una es la inversa de la otra.

Según el tipo de correspondencia operativa verificable en el proceso de producción entre el factor y el producto, podrían reconocerse:

a) Relaciones de eficiencia “marginal”: corresponde a coeficientes determinados para situaciones donde las cantidades de factor son efectivamente demandadas por cada nueva unidad de producto.

b) Relaciones de eficiencia “media”: corresponde a coeficientes determinados para situaciones donde las cantidades de factor no son efectivamente demandadas por cada nueva unidad de producto sino por otras variables del proceso. Esta circunstancia deriva en que la relación se base, irremediamente, en un promedio entre ciertos consumos globales de factor y ciertos volúmenes globales de producto

2.7.4 Área de forjado en caliente

La forja, al igual que la laminación y la extrusión, es un proceso de fabricación de objetos conformado por deformación plástica que puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

Este proceso se utiliza para dar una forma y unas propiedades determinadas a los metales y aleaciones a los que se aplica mediante grandes presiones. La deformación se puede realizar de dos formas diferentes: por presión, de forma continua utilizando prensas, o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos pilones.

2.7.5 Tipos de forja

- Forja libre
- Forja con estampa
- Recalcado
- Forjado isotérmico

2.7.5.1 Forja libre

Es el tipo de forja industrial más antiguo, este se caracteriza porque la deformación del metal no está limitada (es libre) por su forma o masa. Se utiliza para fabricar piezas únicas o pequeños lotes de piezas, donde normalmente éstas son de gran tamaño. Además este tipo de forja sirve como preparación de las preformas a utilizar en forjas por estampa.

También puede encontrarse como forja en dados abiertos

Figura n° 2-14 forja abierta

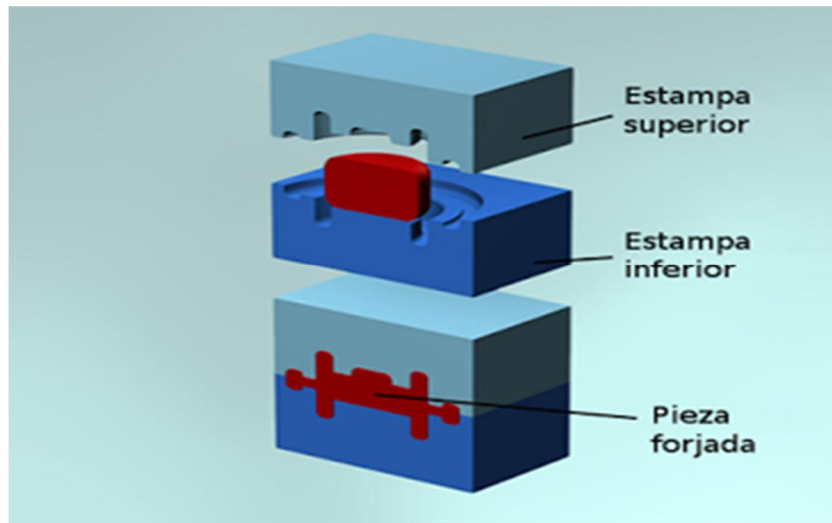


Fuente: Ubaldo E. Márquez

2.7.5.2 Forja con estampa

Este tipo de forja consiste en colocar la pieza entre dos matrices que al cerrarse conforman una cavidad con la forma y dimensiones que se desean obtener para la pieza. A medida que avanza el proceso, ya sea empleando martillos o prensas, el material se va deformando y adaptando a las matrices hasta que adquiere la geometría deseada. Este proceso debe realizarse con un cordón de rebaba que sirve para aportar la presión necesaria al llenar las zonas finales de la pieza, especialmente si los radios de acuerdo de las pieza son de pequeño tamaño y puede estar sin rebaba, dependiendo de si las matrices llevan incorporada una zona de desahogo para alojar el material sobrante (rebaba) o no. Se utiliza para fabricar grandes series de piezas cuyas dimensiones y geometrías pueden variar.

Figura n° 2-15. Forja con estampa



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

2.7.5.3 Forja isotérmico

El forjado isotérmico es un tipo especial de forja en la cual la temperatura de los troqueles es significativamente superior a la utilizada en procesos de forja convencional.

Figura n° 2-16. Forja isotérmica



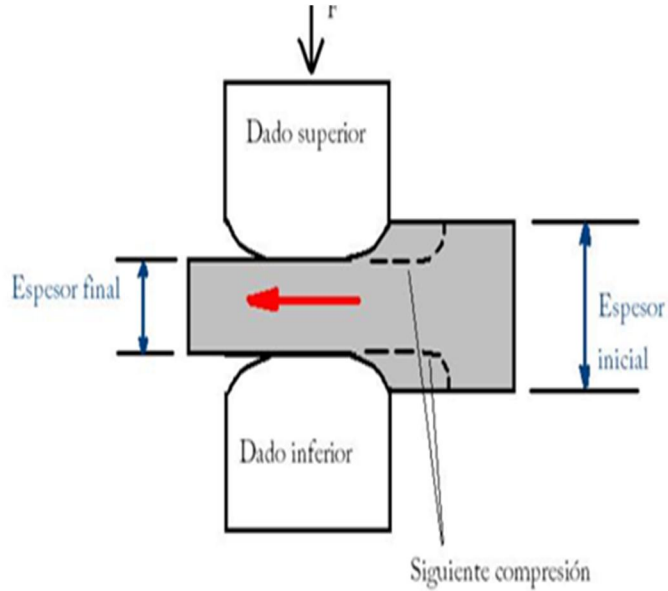
Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

2.7.5.4 Forja recalado

A diferencia de los procesos anteriores que se realizan en caliente, este además puede realizarse en frío. Consiste en la concentración o acumulación de material en una zona determinada y limitada de una pieza (normalmente en forma de barra). Por tanto, una consecuencia directa de este proceso es que disminuye la longitud de la barra inicial y aumenta la sección transversal de ésta en la zona recalada. Si el proceso se realiza en frío y en los extremos de las piezas se denomina encabezado en frío.

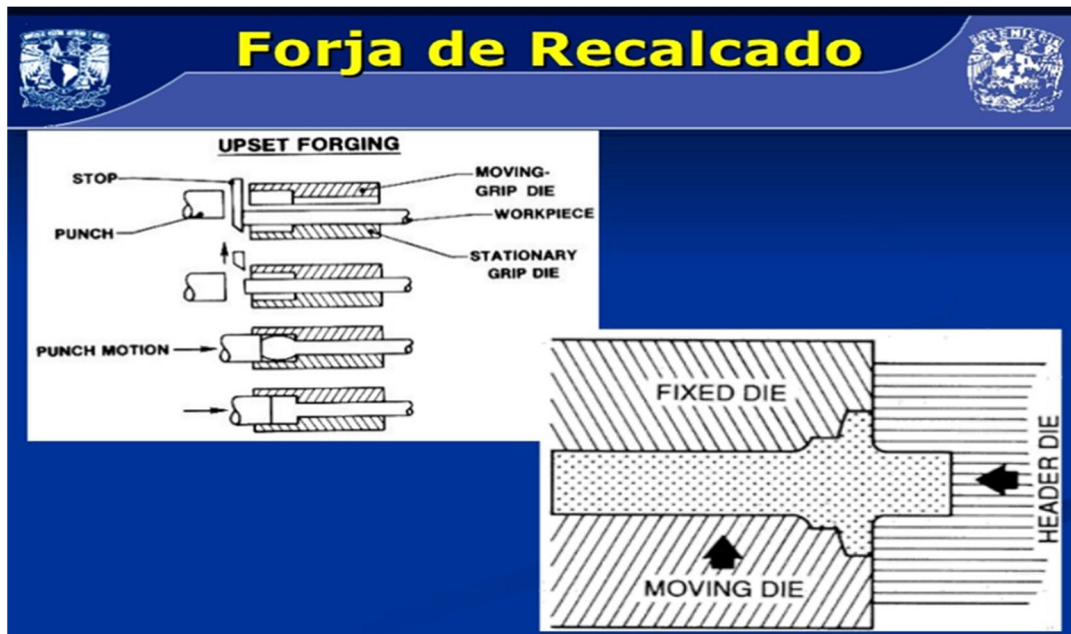
FORJADO RECALCADO

Figura n° 2-17. Forjado recalcado.



Fuente: Forjadodados.JPG

Figura n° 2-18. Forjado recalcado.



Fuente: Ubaldo E. Márquez

2.7.5.5 Aplicación

La forja tiene multitud de aplicaciones en distintos campos, como lo son bielas, cigüeñales, ejes, rejas, barandillas, cabezas de tornillos y pernos, remaches, clavos, etc.

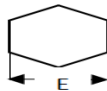
Forja en caliente. El 90% de piezas forjadas son hechas con este método. Con el calentamiento correcto de la pieza se mejora la capacidad de ésta para cambiar de forma y dimensiones, sin que se presenten fallas o agrietamiento

Este método se clasifica según la complejidad del diseño de la matriz, la cual está constituida por un par de bloques con dimensiones e impresiones determinadas que sirven para dar forma al metal mediante un mecanismo que acciona las.

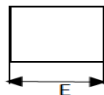
Herramientas.

2.7.5.6 Formulas

$$V = \frac{E^2 \times h \times 1.3}{\phi^2}$$



$$V = \frac{E^2 \times h \times 1.4}{\phi^2}$$

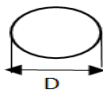


E = Entre caras

h = Altura

ϕ = diametro de material

$$V = \frac{D^2 \times h \times 1.05}{\phi^2}$$



2.8 Acero especial para estampado en caliente.

2.8.1 Acero - W302

Acero para trabajar en caliente de gran resistencia en caliente y al desgaste en estado caliente, de buena tenacidad y resistencia a fisuras por recalentamiento. Se presta para el enfriamiento en agua. BÖHLER W302 está además disponible en las calidades especiales ISODISC e ISOBLOC con una mejor homogeneidad y una mayor tenacidad.

2.8.2 Aplicación

Herramientas para trabajar en caliente sometidas a esfuerzos elevados, tales como punzones y matrices para prensar, cilindros, receptores para la extrusión de barras y tubos metálicos, herramientas de extrusión por impacto en caliente para la fabricación de cuerpos huecos, herramientas para la fabricación de tuercas, tornillos, remaches y bulones. Herramientas para fundición a presión, herramientas para prensar piezas perfiladas, elementos de matrices, cuchillas para cortar en caliente

2.8.3 Composición química

Tabla n° 2-1. Composición química

C	Si	Mn	Cr	Mo	V
0.39	1.10	0.40	5.20	1.40	0.95

Fuente: Empresa Böhler

2.8.4 Normas

Tabla n° 2-2. Normas

BS	SIS
BH13	2242
JIS	UNI
SKD61	X40CrMoV5- 11 KU

Fuente: Empresa Böhler

2.8.5 Conformación en caliente

Forjado:

1100 - 900°C / Enfriamiento lento en horno o en material termoaislante

2.8.6 Tratamiento térmico

Recocido blando

750 - 800°C Enfriamiento lento y controlado en el horno 10-20°C/h, hasta 600°C aprox., enfriamiento posterior al aire. Dureza después del recocido blando: max. 205 HB.

Recocido de distensión:

600 - 650°C Enfriamiento lento en el horno. Para disminuir la tensión después de un mecanizado extenso, o en herramientas complicadas. Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 1 - 2 horas en atmósfera neutra.

2.8.7 Temple

1020 - 1080°C aceite, baño de sales (500-550°C), aire. Tiempo de permanencia después del calentamiento a fondo: 15 - 30 minutos. Dureza obtenible: 52 - 56 HRC temple en aceite o baño de sales, 50 - 54 HRC temple al aire.

Revenido:

Calentamiento lento a temperatura de revenido inmediatamente después del temple / tiempo de permanencia en el horno: 1 hora por cada 20 mm de espesor de la pieza, pero 2 horas

como mínimo / enfriamiento al aire. Se recomiendan dos ciclos de revenido como mínimo. Resulta favorable un 3er revenido para reducir tensiones. 1° revenir aprox. 30°C arriba de la dureza máxima de revenido. 2° revenir a dureza útil. El diagrama de revenido muestra los valores medios de dureza de revenido. 3° revenir para distensionar, 30-50°C debajo de la temperatura máxima de revenido.

Tratamiento superficial

2.8.8 Nitruración

Las herramientas de esta calidad se prestan tanto para la nitruración con gas, como para la nitruración en baño.

Soldaduras de reparación

En los aceros para herramientas, existe una tendencia general a desarrollar fisuras después de la soldadura. Si no es posible evitar la soldadura, deben consultar y aplicarse las instrucciones del fabricante de los electrodos de soldadura utilizados.

2.8.9 Propiedades físicas

Tabla n° 2-3. Propiedades de densidad

Densidad	20°C.....7,80kg/dm ³
	500°C.....7,64kg/dm ³
	600°C.....7,60kg/dm ³

Fuente: Empresa Böhler

Tabla n° 2-4. Propiedades de calor específico

Calor específico	20°C.....460J/(kg.K)
	500°C.....550J/(kg.K)
	600°C..... 590.....J/ (kg.K)

Fuente: Empresa Böhler

Tabla n° 2-5. Propiedades de resistencia eléctrica

Resistencia eléctrica específica a	20°C.....0,52Ohm.mm ² /m
	500°C.....0,86Ohm.mm ² /m

Fuente: Empresa Böhler

Tabla n° 2-6. Módulo de elasticidad

Módulo de elasticidad	
	600°C.....0,96Ohm.mm2 /m
	20°C.....215 x 103. N/mm2
	500°C.....176 x 103. N/mm2
	600°C.....165 x 103 .N/mm

Fuente: Empresa Böhler

Tabla n° 2-7. Dilatación térmica

Temperatura	10 ⁻⁶ m/(m.K)
100°C	11,5
200°C	12,0
300°C	12,2
400°C	12,5
500°C	12,9
600°C	13,0
700°C	13,2

Fuente: Empresa Böhler

PRESENTACIÓN DE ACEROS W302- BARRA SOLIDAS

Figura n° 2-19. Acero W302 en barras.



Fuente: Empresa Böhler

Tabla n° 2-8. Ficha técnica del acero W302

W 302	AISI : H 13
US ULTRA 2	DIN : X40CrMoV5-1
	WN° : 1.2344

Tipo de aleación : C 0.39 Cr 5.2 Mo 1.3 V 1.0 Si 1.1 %
 Color de identificación : Amarillo - Rojo.
 Estado de suministro : Recocido 230 HB (máx.)

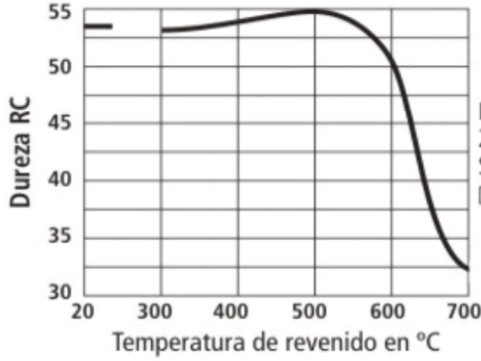
Acero para trabajar en caliente, fabricado por el proceso especial ISODISC® que le confiere gran homogeneidad, sin orientación de fibra y es prácticamente isótropo. De gran resistencia a la temperatura y al desgaste en caliente, de buena tenacidad y resistencia a las fisuras por recalentamiento. Refrigeración por agua.

APLICACIONES: Herramientas para trabajar en caliente, sometidas a grandes exigencias, especialmente para la transformación de metales ligeros, como contenedores, liners, punzones y matrices para la extrusión de barras, tubos y perfiles.


Matrices para la extrusión de perfiles de aluminio, herramientas de extrusión por impacto en caliente. Herramientas para fundición a presión, matrices para la fabricación de tuercas, tornillos, remaches, etc. Cuchillas para corte en caliente, moldes para plásticos y elementos para matrices. Por su estructura ISODISC®, este acero es especial para herramientas y piezas de formas complicadas.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado:	1100 - 900 °C
Recocido:	750 - 800 °C
Enfriamiento lento en el horno hasta	600 °C
Templado:	1020 - 1080 °C
Enfriamiento: en aceite, baño de sal, aire comprimido o aire quieto.	
Dureza Obtenible: al aceite	52 - 56 HRC
al aire	50 - 54 HRC
Revenido:	500 - 620 °C
Nitruración: en baño de sal	580 °C



Duración del revenido:
2 horas.
Sección de la probeta:
□ 50 mm.


9

Fuente: Empresa Böhler

2.9 Acero de uso empírico para el forjado en caliente

2.9.1 Acero 4140.

Es un acero medio carbono aleado con cromo y molibdeno de alta templabilidad y buena resistencia a la fatiga, abrasión e impacto. Este acero puede ser nitrurado para darle mayor resistencia a la abrasión. Es susceptible al endurecimiento por tratamiento térmico

2.9.2 Propiedades mecánicas

Tabla n° 2-9. Propiedades mecánicas

Dureza 275 – 320 HB (29 – 34 HRC) Esfuerzo a la fluencia: 690 Mpa (100 KSI)
Esfuerzo máximo: 900 – 1050 Mpa (130 – 152 KSI)
Elongación mínima 12%
Reducción de área mínima 50%

Fuente: Empresa Böhler

2.9.3 Propiedades físicas

Tabla n° 2-10. Propiedades físicas

Densidad 7.85 g/cm ³ (0.284 lb/in ³)

Fuente: Empresa Böhler

2.9.4 Propiedades químicas

Tabla n° 2-11. Propiedades químicas

0.38 – 0.43% C
0.75 – 1.00 % Mn
0.80 – 1.10 % Cr
0.15 – 0.25 % Mo
0.15 – 0.35 % Si
0.04 % P máx.
0.05 % S máx.

Fuente: Empresa Böhler

2.9.5 Principal uso

Se usa para piñones pequeños, tijeras, tornillo de alta resistencia, espárragos, guías, seguidores de leva, ejes reductores, cinceles

2.9.6 Tratamientos térmicos

Se austeniza a temperatura entre 830 – 850 °C y se da temple en aceite. El revenido se da por dos horas a 200°C para obtener dureza de 57 HRC y si se da a 315°C la dureza será de 50 HRC. Para recocido se calienta entre 680 – 720°C con dos horas de mantenimiento, luego se enfría a 15°C por hora hasta 600°C y se termina enfriando al aire tranquilo. Para el alivio de tensiones se calienta entre 450 – 650°C y se mantiene entre ½ y 2 horas. Se enfría en el horno hasta 450°C y luego se deja enfriar al aire tranquilo.

Tabla n° 2-12. Ficha técnica del acero vcl - 4140

V 320	AISI : 4140
VCL	DIN : 42 Cr Mo 4
	WN° : 1.7223/25

Tipo de aleación : C 0,41 Cr 1,1 Mo 0,2 Si 0,2 Mn 0,7 %
 Color de identificación : Verde - Blanco
 Estado de suministro : Bonificado, 250-310 HB Típico. Ver tabla inf.
 Largo Standard : 3,5 - 5 metros

Acero especial de bonificación con aleación de cromo molibdeno.

Muy resistente a la tracción y a la torsión, como también a cambios de flexión. Se suministra en estado bonificado, lo que permite, en la mayoría de los casos, su aplicación sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

APLICACIONES: Partes de maquinaria y repuestos de dimensiones medianas, con grandes exigencias en las propiedades arriba mencionadas y también ciertos elementos para la construcción de motores, engranajes, pernos, tuercas, pines, émbolos, árboles de transmisión, ejes de bombas, cañones de armas para la cacería.

INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO

Forjado:	1050 - 850 °C
Normalizado:	840 - 880 °C
Recocido:	690 - 720 °C
Enfriamiento lento en el horno	
Temple: al aceite	830 - 860 °C
al agua	820 - 850 °C
Dureza Obtenible:	52 - 56 HRC
Revenido:	540 - 680 °C
Nitrurar:	580 °C

DIAGRAMA DE BONIFICACIÓN

El gráfico muestra la resistencia a la tracción (línea 1) y el límite de fluencia (línea 2) en N/mm² en función de la temperatura de revenido en °C. La resistencia a la tracción disminuye de aproximadamente 1400 N/mm² a 400 N/mm² entre 400°C y 650°C. El límite de fluencia disminuye de aproximadamente 1000 N/mm² a 400 N/mm² en el mismo rango de temperatura.

Resistencia en estado Recocido		CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO BONIFICADO						
máx. N/mm²	Dureza Brinell máx.	Diámetro mm.		Límite de fluencia N/mm²	Resistencia a la tracción N/mm²	Elongación (Lo = 5d) % mín.	Estricción % mín.	Resiliencia según DVM Joule
		desde	hasta					
770	241	16	40	835	1030 - 1250	10	40	34
		40	100	715	930 - 1130	11	45	41
		100	160	595	830 - 1030	12	50	41
		160	250	490	730 - 900	13	55	41
					690 - 840	14	55	41

Soldadura: Consultar con nuestro Departamento Técnico

BÖHLER 26

Fuente: Empresa Böhler

2.9.7 Operaciones de forja

En la fabricación de una pieza forjada, lo normal suele ser la utilización de varias fases hasta llegar a la forma final. La denominación de cada una de estas fases se realiza en función de la operación que tienen encomendada (dobladora, iniciadoras, preparadoras., acabadoras. Cortadoras.

2.9.8 Operaciones efectuadas durante el proceso Recalcado

Representa el incremento en el diámetro del material cuando éste se comprime, lo cual involucra entonces una reducción en su altura o espesor. La existencia de fricción entre las herramientas y el metal no puede evitarse, esto da lugar a que el flujo de material sea menor en dichas intercaras que en el centro, por lo que la forma final es un cilindro abarillado, con mayor diámetro hacia la mitad de su altura

Estrangulación o degüello. En la estrangulación se reduce el espesor de una región del metal donde este fluye desde el centro de la matriz

2.9.9 Consideraciones para el diseño de la estampa

Diseñar correctamente el proceso de fabricación y definir las fases y las máquinas que deben emplearse, es fundamental para producir piezas mediante procedimientos racionales y económicos que permitan, además la máxima utilización del material empleado.

El costo de la mano de obra, el tamaño del lote, además de, por supuesto, las facilidades de que se disponga, determinarán la forma en cómo se efectúa el proceso; esto es, si se utilizan varias máquinas que trabajen secuencialmente o una sola que cuente de una matriz múltiple.

El primer caso se empleará cuando se trate de series muy grandes, mientras que el segundo se utilizará cuando la producción no justifique la inversión en varias prensas. Cuando las series son muy limitadas (menores a 500 piezas), no es conveniente fabricar matrices múltiples, con lo que se sacrifica entonces precisión al emplear una sola etapa para la fabricación.

Si tuvieran que fabricarse unas pocas piezas de un determinado tipo, sería suficiente una matriz de un acero de poca calidad e incluso no se requeriría mucha precisión en el maquinado del dado, ya que el mecanizado posterior de las piezas forjadas compensará las deficiencias de éstas y se habrá ahorrado mucho dinero en la fabricación de la matriz. Incluso el proceso de fabricación depende del número de piezas; para grandes series es importante diseñar el número suficiente de fases que permita una buena utilización del material y gran duración de las matrices.

2.9.10 Materiales usualmente forjados

En general podrán ser forjados todos aquellos materiales y aleaciones que presenten una buena plasticidad a la temperatura de trabajo, por lo que los cúbicos de cara centrada y algunos cúbicos de cuerpo centrado y hexagonales compactos podrán forjarse; los más comunes son los aceros al carbono y de baja aleación. Materiales con alguna aplicación industrial son, por ejemplo: Aceros inoxidables Aceros refractarios Aluminio y aleaciones de aluminio Cobre y sus aleaciones Magnesio y sus aleaciones Titanio y sus aleaciones Níquel y sus aleaciones Berilio Algunas aleaciones de materiales refractarios, tales como el tungsteno, niobio y molibdeno.

La forja en los aceros estará determinada por su contenido de carbono y de otros maleantes

Se pueden clasificar como:

Aceros de forja normal $C < 0.65\%$ y $Mn + Ni + Cr + Mo + V + W < 5\%$

Aceros de forja difícil $C > 0.65\%$ o $Mn + Ni + Cr + Mo + V + W > 5\%$

De los aceros inoxidables los de más difícil forja son los austeníticos, por su gran tenacidad. Se debe tener precauciones durante el enfriamiento de los inoxidables martensíticos para evitar un temple involuntario, que se puede traducir en limitada maquinabilidad, así como en agrietamiento del material.

En general, los inoxidables ferríticos son más forjables. Los aceros refractarios y de alta aleación presentan inconvenientes durante el proceso, ya que generalmente su plasticidad es reducida por la presencia de algunos micros constituyentes frágiles, como carburos y nitruros.

En general, existe una gran cantidad de aleaciones de aluminio forjables, aunque se debe tener cuidado ya que las condiciones de proceso de éstas varían notablemente en función de sus aleantes.

Tanto el cobre como varias de sus aleaciones pueden ser conformados por forja.

La aleación de cobre de más fácil forja es el latón 60/40, la mayor dificultad corresponde al cuproaluminio 90/10. Estas piezas tienen aplicaciones muy variadas dependiendo de la aleación de que se trate, ya que pueden ser utilizados en contactos y conexiones eléctricas, ornamentación, herramientas, pernos, engranes, soportes, etc. Por sus características mecánicas se recomienda que el magnesio y sus aleaciones se forjen en prensas hidráulicas o en prensas mecánicas lentas.

En general, estas piezas son demandadas por la industria aeronáutica y automotriz en condiciones de servicio, hasta de 200 °C. El titanio y sus aleaciones se pueden forjar con geometrías similares a las obtenidas para los aceros al carbono, aunque se requieren mayores presiones.

Se deberán tener cuidados especiales durante las operaciones de precalentamiento así como será necesario el empleo de atmósferas inertes o al vacío. Las piezas de titanio y sus aleaciones son demandadas por la industria química y aeroespacial, por ejemplo, refuerzos y elementos estructurales en aviones, álabes y otros componentes de turbinas.

Existe una gran diversidad de aleaciones de níquel que pueden ser forjadas, como el monel, inconel, hastelloy, etc.; en general, se requieren temperaturas similares que para los aceros al carbono, y se demandan mayores presiones. Por sus características, estos materiales son solicitados principalmente por la industria química.

2.9.11 Teóricas de las restricciones

En los últimos años se han desarrollado una serie de herramientas de gestión con la finalidad de lograr procesos de mejoramiento continuo. Se han desarrollado diferentes corrientes de pensamiento que contemplan conceptos tales como calidad total, mejoramiento continuo, sistema de justo a tiempo y una menos difundida llamada “Teoría de Restricciones”.

A principios de los años 1980 el Dr. Eliyahu Goldratt, escribió su libro “La Meta” y empezó el desarrollo de una nueva filosofía de gestión llamada “Teoría de Restricciones” (TOC por sus siglas en inglés).

La TOC nació como solución a un problema de optimización de la producción. Hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización, desde los procesos centrales hasta los problemas diarios.

TOC se basa en que toda organización es creada para lograr una meta. Si nuestra organización tiene como meta el ganar dinero, debemos estar conscientes que los logros obtenidos, ha estado determinado por la o las restricciones que actúan sobre la organización. Si no hubiese existido alguna restricción, los logros obtenidos pudieron haber sido infinitos.

Las restricciones del sistema determinan las posibilidades de obtener más de la meta de la organización.

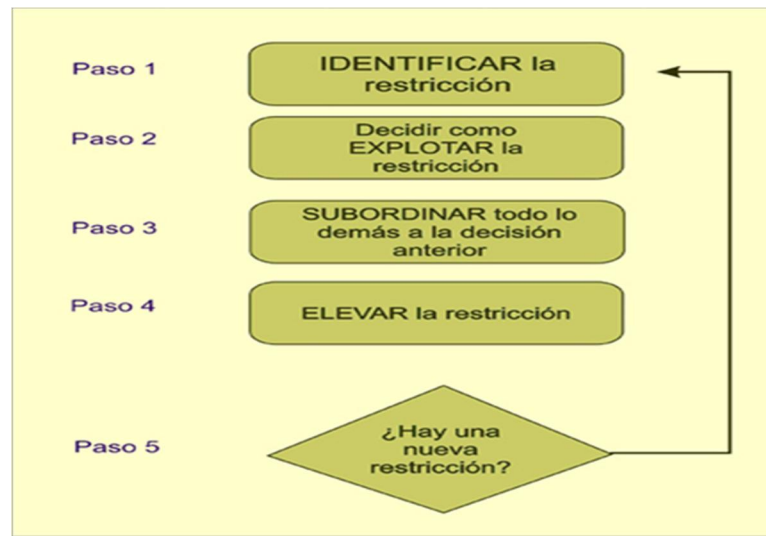
Identificar las restricciones.- Este Paso es, en nuestra opinión, el más difícil ya que normalmente llamamos “restricción” a los síntomas de no usar correctamente nuestro sistema. En general sentimos que tenemos miles de restricciones: falta de gente, falta de máquinas, falta de materiales, falta de dinero, falta de espacio, políticas macroeconómicas, ausentismo, exceso de stocks, etc. La Teoría General de los Sistemas sostiene que cualquiera sea el sistema y su meta, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad, sin importar cuán complejo o complicado sea.

TOC propone el siguiente proceso de 5 pasos, para enfocar los esfuerzos de mejora:

Decidir cómo EXPLOTAR las restricciones.- Las restricciones impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

Dependiendo de cuáles sean las restricciones del sistema, existen numerosos métodos para obtener de ellas el máximo provecho.

Figura n° 2-20. Los cinco pasos de la teoría de las restricciones



Fuente: Leidinger, R.

LOS 5 PASOS DE LA TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES

Ejemplos sencillos de cómo explotar una restricción son los siguientes:

La restricción es una máquina: Se le deberían asignar los operarios más hábiles, se debería hacer control de calidad antes de que la misma procese las piezas, se debería evitar las paradas para almorzar (rotando a la gente), se debería evitar que quedara sin trabajar por falta de materiales, se lo debería dotar de un programa óptimo donde cada minuto se aproveche para cumplir los compromisos con los clientes, etc.

La restricción está en el mercado (No hay ventas suficientes): Asegurarse que todos los pedidos se despachan en el plazo comprometido con los clientes.

No hay excusa ya que la empresa tiene más capacidad de producción que la demanda del mercado.

La restricción es una materia prima (El abastecimiento es menor que las necesidades de la empresa): Minimizar el scrap y las pérdidas por mala calidad, no fabricar cantidades mayores a las se van a vender en el corto plazo, etc.

SUBORDINAR todo lo demás a la decisión anterior.- Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior.

Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera de facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2, Es esencial, entonces, tener en cuenta las interdependencias que existen si se quiere realizar con éxito la subordinación.

La SUBORDINACIÓN es quizás el paso más difícil de asimilar para quienes hemos sido educados en el Pensamiento Cartesiano. Aunque no es tarea sencilla IDENTIFICAR las restricciones, intuitivamente sabemos que existen. EXPLOTARLAS significa obtener lo máximo posible de ellas, lo que tampoco se opone a nuestra forma de pensar tradicional.

Pero ¿SUBORDINAR todo lo demás al ritmo que marcan las restricciones? ¿Obligar a la mayoría de los recursos a trabajar menos de lo que podrían? Eso sí que es exactamente opuesto a nuestro pensamiento tradicional.

ELEVAR las restricciones de la empresa.- Para seguir mejorando es necesario aumentar la capacidad de las restricciones. Éste es el significado de ELEVAR.

Ejemplos de ELEVAR las restricciones del sistema son:

- La compra de una nueva máquina similar a la restricción
- La contratación de más personas con las habilidades adecuadas
- La incorporación de un nuevo proveedor de los materiales que actualmente son restricción
- La construcción de una nueva fábrica para satisfacer una demanda en crecimiento.

En general nuestra tendencia es realizar este paso sin haber completado los pasos 2 y 3, Procediendo de ese modo estamos aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según como estaba definido originalmente.

Volver al Paso 1.- En cuanto se ha elevado una restricción debemos preguntarnos si ésta sigue siendo una restricción. Si se rompe la restricción es porque ahora existen otros recursos con menor capacidad. Debemos, entonces, volver al Paso 1, comenzando nuevamente el proceso.

2.9.12 Definición de Términos Básicos

Perno cabeza hexagonal.- Es un perno cuya cabeza ha sido forjada y tiene la forma de un hexágono, pueden ser de rosca parcial (a la mitad de la longitud del perno) o de rosca total (roscado en toda la longitud del perno).

Perno Forro de Molino.- Es un perno cuya cabeza tiene una forma ovalada (como elipse), que puede ser de rosca parcial o rosca corrida, son utilizados en los molinos de bolas que muelen el concentrado de mineral en las minas.

Tuerca hexagonal.- Es una tuerca que trabaja en forma conjunta con los pernos hexagonales y los pernos forro de molino, su función lograr una sujeción firme de acuerdo las necesidades de operación.

Perno de Anclaje.- No tiene cabeza es una forma de "J" o "L", sirve para construcciones, para anclar postes o vigas.

Pernos estructurales.- Son de material muy fuerte, tiene función de sujetar estructuras que soportan gran peso y movimiento.

Hilos.- Está normado según estándares la cantidad de hilos (UNF hilo fino o UNC hilo corriente), por pulgada o por milímetros a lo largo del roscado.

Figura n° 2-21. Productos referenciales



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

CAPÍTULO 3. DESARROLLO

3.1. La empresa

FERRI PERN S.R.L es una empresa que opera dentro del sector Industrial Metal Mecánico desde 2 de febrero de 1978, dedicándose a la fabricación de productos forjados de todo tipo como partes y accesorios mecánicos, ferretería telefónica y eléctrica , suministrando estos productos y servicios a sectores como son la minería, transporte ferroviario, construcción , industria pesquera e industrias en general.

En los últimos años el calentamiento global está que afecta a nuestro planeta es nuestra máxima preocupación, de cuidar nuestro planeta de emisiones tóxicas, FERRI PERN S.R.L. se preocupa por ello. Es por eso que nuestras instalaciones lo estamos cambiando radicalmente el uso de hornos a petróleo por las de inducción eléctrica por lo consiguiente nuestra planta de tratamiento térmico que antes usaba petróleo reciclado hoy en día ha sido cambiado por hornos a gas natural para así contribuir con la vida del presente y el futuro .

3.1.1 Misión

Es proveer de manera eficiente y rápida productos de calidad a los diferentes sectores productivos Industrial, minero, petrolero, fundición, pesquero, construcción, satisfaciendo la demanda al mercado nacional y extranjero. El logro de nuestra MISIÓN se fortalece con la práctica de principios de honestidad y respeto.

3.1.2 Visión

Es consolidarse como empresa líder en la fabricación de productos forjados de óptima calidad en tiempo oportuno, compitiendo de igual con empresas similares a nivel mundial, mediante la innovación continua de tecnologías de punta con la infraestructura y maquinaria de última generación, orientada a la preservación del medio ambiente, afianzando su compromiso de satisfacción de las necesidades del cliente ofreciendo calidad en nuestros productos y en un tiempo óptimo

3.1.3 Valores

Los principios de nuestra gestión es la honestidad el respeto la responsabilidad y seriedad son nuestros principios básicos que nos han ayudado a alcanzar el éxito en nuestras metas.

A partir de estos valores de nuestra organización sólida y segura ha estimulado la creatividad y la participación de sus diferentes áreas con el fin de lograr un esfuerzo sostenido y sobre todo la calidad de nuestros productos y el cuidado del medio ambiente con el fin de lograr la satisfacción de nuestros clientes .

Nuestro compromiso

Calidad

- Responsabilidad
- Eficiencia Económica
- Conservar el medio ambiente
- Valores éticos
- Bienestar social.

3.1.4 Productos

Están respaldados por más de 37 años de experiencia en la fabricación de elementos forjados, como pernos, tuercas y todos los productos que requieren una transformación, desde nuestros inicios en la industria manufacturera, situación que nos ha llevado al éxito y ser uno de los más importantes fabricantes de productos forjados y afines.

Nuestro Departamento de Ingeniería formado con personal profesional y experimentado en el diseño y desarrollo de nuevos productos, lo que nos permite una amplia diversificación de los mismos.

Transformamos materiales de diferentes calidades respetando las normas ISO, DIN, SAE y ASTM, como son los aceros SAE 1020, 1045 1040, 4140, 4340 y una amplia gama en aceros inoxidables 304,304L, 316,316L, 904L (URANUS) y FFB

Figura n° 3-1. Productos de Ferri Pern SRL.



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

Figura n° 3-2. Otros productos forjados



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

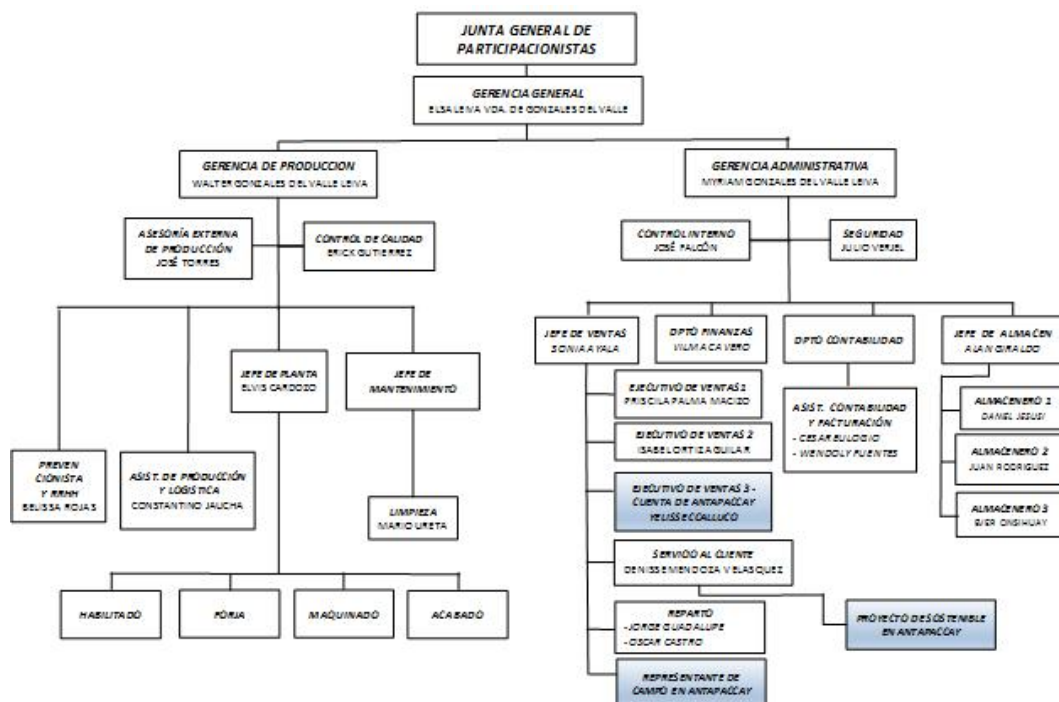
FORRO DE MOLINO, es el producto que genera más ingresos a la empresa. Es importante porque su uso principalmente se emplea en los molinos mineros.

3.1.5 Organigrama

La empresa está dividida con distintos cargos a continuaciones se detalla en la siguiente figura.

ORGANIGRAMA DE FERRI PERN SRL.

Figura n° 3-3. Organigrama



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

3.1.6 Productividad

Figura n° 3-4. Productividad de la materia prima

PRODUCTIVIDAD DE LA MATERIA PRIMA 2016

CATEGORÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
TOTAL PESO MATERIA PRIMA EN KGS	20,000	6,000	8,500	5,120	4,010	4,500	3,000	3,900	5,100	4,500
TOTAL PESO PRODUCTOS TERMINADOS KGS	19,000	5,700	8,000	4,900	3,900	4,350	2,900	3,800	4,950	4,400
PIEZAS PRODUCIDAS EN UNIDADES	17,401	12,292	17,149	11,433	9,412	11,658	8,000	10,500	13,799	13,173
PIEZAS PRODUCIDAS EN UNIDADES/ KG Materia Prima	0.87	2.05	2.02	2.23	2.35	2.59	2.67	2.69	2.71	2.93
Mermas de Materia Prima en % de Kilogramos	5%	5%	6%	4%	3%	3%	3%	3%	3%	2%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar la productividad de la materia prima es muy variada, va de 0.87 a 2.93, esto se debe a la gran variedad de productos que la empresa tiene, que se refleja en las diversas longitudes de los pernos, desde pernos muy pequeños (1 pulgada de longitud) hasta pernos grandes (15 pulgadas).

Para alcanzar estas mediciones la empresa utiliza un formato de planta que se indica a continuación.

Figura n° 3-5. Registro de producción control de calidad

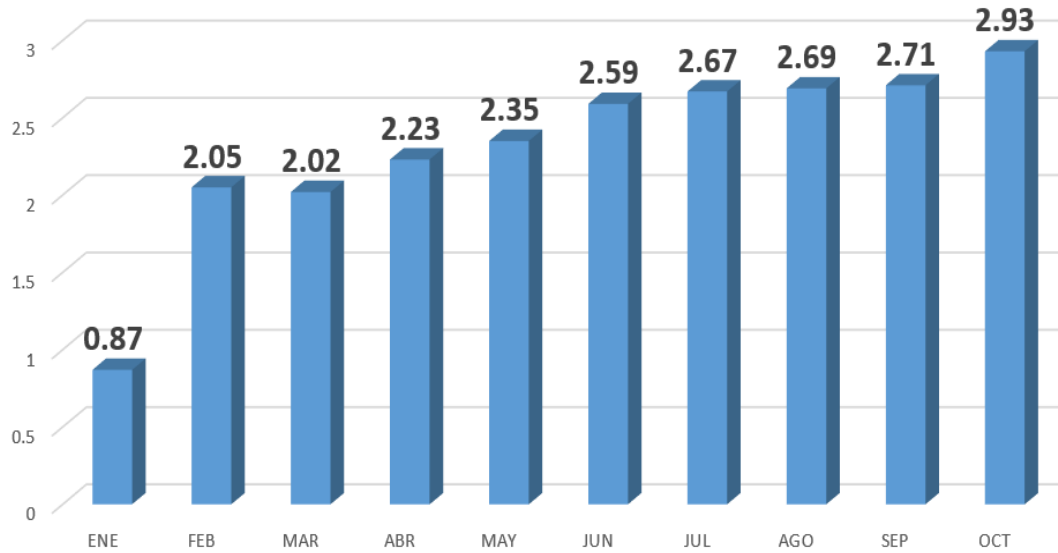
REGISTRO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD												CODIGO	F-750-002
												FECHA INICIAL	
												HORA INICIAL	
ORDEN N°		PRODUCTO				CANTIDAD		PROD. A TRANSFORMAR		VERIFICACIÓN DEL MATERIAL			
										Materia Prima			
										Nro LOTE			
										Nro BARRAS			
										Longitud/Barra			
N°	TIPO DE CONTROL	PESO	VERIFICACION	OPERACIONES								DIBUJO DE LA PIEZA	
				CORTE	CHAFLAN	FORJA	DES BARBE	ESMERIL PULIDO	MAQUINADO	ROSCA	PRENSA		
	Nro PIEZAS		CANTIDAD										
	LARGO		CUMPLEN										
		NO CUMPLEN											
	DIAMETRO		CUMPLEN										
		NO CUMPLEN											
	MEDICIÓN DE LA CABEZA		CUMPLEN										
		NO CUMPLEN											
	HILOS		CUMPLEN										
		NO CUMPLEN											
	PASO		CUMPLEN										
		NO CUMPLEN											
	SEPARACIÓN		CANTIDAD										
TOTAL PIEZAS PRODUCIDAS =				TOTAL PIEZAS SEPARADAS =				TOTAL PIEZAS EN BUEN ESTADO =					
FECHA FINAL:		HORA FINAL:											
OBSERVACIONES								REALIZADO POR:		ERICK GUTIERREZ CONTROL DE CALIDAD		APROBADO POR: WALTER GONZALES DEL VALLE GERENTE DE PRODUCCIÓN	

Fuente: Elaboración propia

Formato que el personal de planta utiliza para el registro de la producción y de la calidad en la empresa Ferri Pern SRL., con ello mide la productividad de la materia prima.

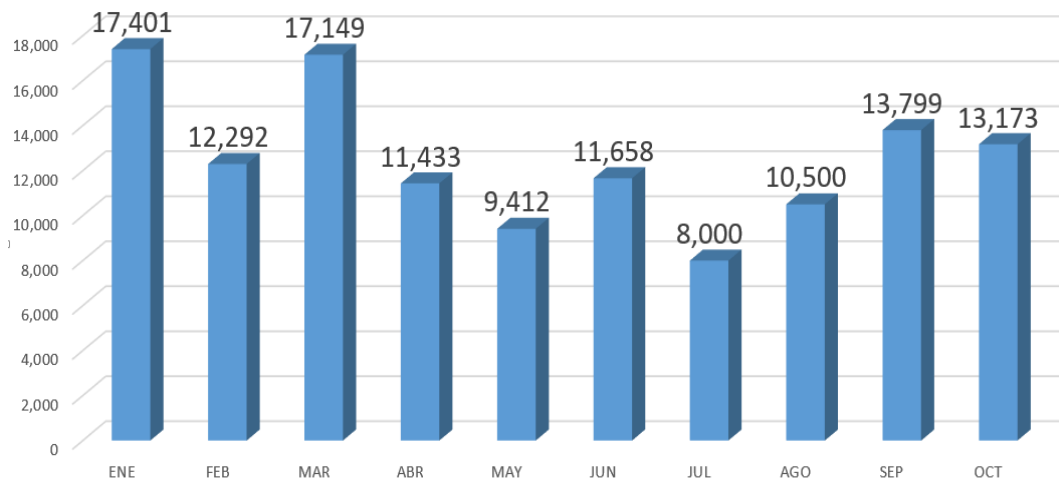
Figura n° 3-6. Unidades de productos terminados

PRODUCTIVIDAD EN UNIDADES DE PRODUCTOS TERMINADOS /KG. DE MATERIA PRIMA



Fuente: Elaboración propia

Figura n° 3-7. Piezas producidas por mes en el año 2016



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Actividades realizadas

3.1 Objetivo 1

3.1.1 Descripción del planeamiento y programación antes del cambio

En la empresa el asistente de la gerencia de producción realiza una programación que consiste simplemente en establecer las prioridades de los ítems a producir según la fecha de entrega solicitada por el cliente. Es decir la programación se convierte en una forma de mantener actualizada las órdenes de los clientes y relacionarlos en una lista de acuerdo a la fecha de entrega, con la estrategia de programación de primeros en llegar primeros en atender.

En el siguiente cuadro se muestra a continuación el formato utilizado antes del cambio.

Tabla n° 3-1. Control de procesos

Nº	Fecha de Recepción	Ciente	Piezas	Descripción del Material	ORDEN DE PRODUCCION	FECHA DE ENTREGA AL CLIENTE
47	14/11/2016	TRUPAL	32	PERNO HEX. GR-8.8M-16X 205MM	30014623	18/11/2016
48	14/11/2016	TRUPAL	12	PERNO HEX. A-325 UNC 7/8 X 7"	30014623	18/11/2016
49	14/11/2016	TRUPAL	72	PERNO HEX. A-325 UNC 7/8 X 6 3/4"	30014624	18/11/2016
50	14/11/2016	TRUPAL	40	PERNO HEX. A-325 UNC 1.1/8 X 5.1/4"	30014625	18/11/2016
51	14/11/2016	VOTORANTIM	20	PERNO HEX. INOX. C-316L UNCM-24 X 160MM	30014626	18/11/2016
52	14/11/2016	ANTAPACCAY	460	PERNO CAB. OVALADA GR-5 UNC 3/4 X 2.1/2"	30014627	18/11/2016

Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

Como se puede apreciar, solo establecen prioridades, no se realiza la programación en base a la capacidad de los procesos

3.1.2 Análisis de la programación a implementada

Recordando lo indicado anteriormente respecto de los procesos; existen 4 procesos básicos de producción se empieza con:

- 1) El habilitado del material
- 2) El proceso de forjado en caliente,
- 3) El acabado
- 4) El control de calidad de los productos terminados.

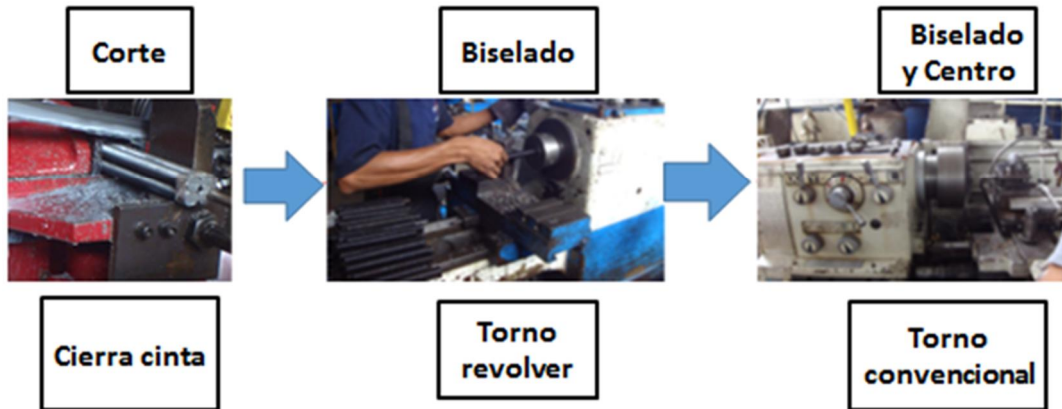
De estos 4 procesos entonces el proceso de forjado en caliente es el proceso más relevante debido a que constituye el proceso cuello de botella, marca el ritmo de producción de los otros procesos, su capacidad de producción es menor que los otros procesos del área.

3.1.2.1 El habilitado de material

Se entiende por habilitado de material al recorrido de las barras de acero según la calidad solicitada por la orden de trabajo desde nuestro almacén a la maquina sierra cinta para

realizar los cortes de tochos de acuerdo a cálculo para diferentes diseños por ejemplo hexagonales, cuadrado, rectangular entre otros productos que requieran del mismo por último se realiza el biselado en algunas ocasiones si el producto necesita ser mecanizado se requiere de un proceso adicional (centro) terminan así habilitados en el área de forjado.

Figura n° 3-8. Proceso de habilitado



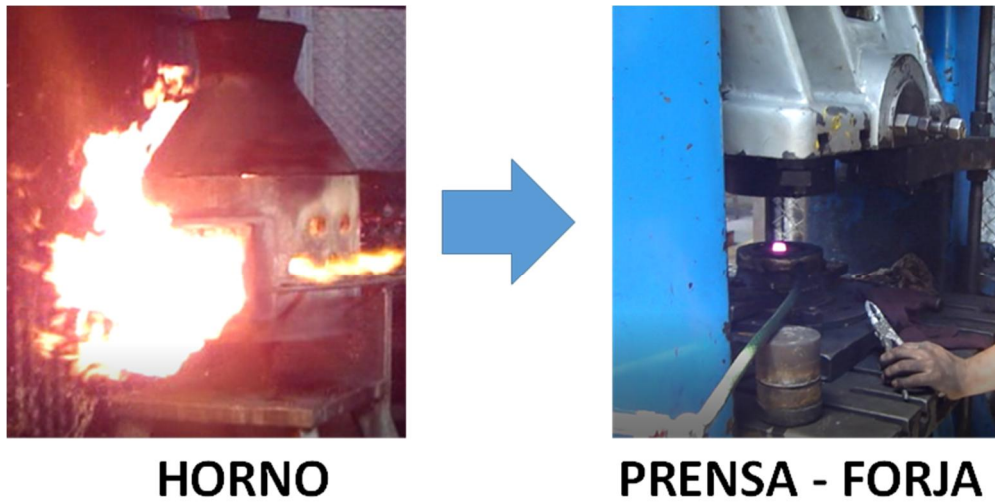
Fuente: Empresa Ferri Pern S.R.L

3.1.2.2 Proceso de forjado en caliente

El proceso de forjado en caliente, es el más importante de todos los procesos una vez habilitado los tochos de materiales se procede a calentar los mismos en los hornos a una temperatura promedio de 500° C, esta temperatura es utilizada como promedio para la aplicación de las diferentes calidades de materiales, logrando así optimizar tiempos en la regulación de los hornos y la calibración de las prensas.

Luego de ser calentados pasan a ser prensados en una prensa de 180 Tn. la fuerza del martillo es calculado dependiendo el tipo y diámetro del producto a forjar.

Figura n° 3-9. Proceso de forjado en caliente

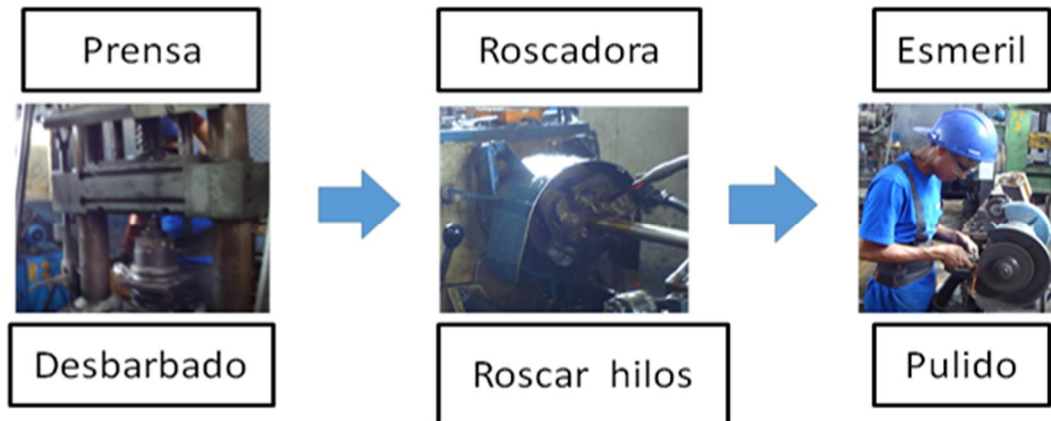


Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

3.1.2.3 El acabado

En este campo se tiene que realizar la actividad de eliminar las rebabas generadas por el mismo proceso de forja, que por lo general son en gran cantidad ya que los moldes no trabajan en óptimas condiciones.

Figura n° 3-10. Proceso de acabado



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

3.1.2.4 Control de calidad

El control de calidad en la empresa está dado en forma total porque normalmente se trabaja con medidas estándar y propiedades mecánicas se rigen bajo normas y estándares a nivel mundial

Dentro de las normas más comunes destacan las normas ISO, DIN, SAE, ASTM, entre otras

Entonces, si se va a mejorar la planeación y programación de la producción se tiene que programar el proceso de forjado en caliente para controlar el ritmo de todo el proceso producción, dado que es el recurso con capacidad restringida, por lo tanto el resto de procesos se tienen que adaptar al ritmo del proceso de forjado en caliente porque tienen más capacidad que este, entonces partiendo del mismo cuadro anterior se tiene el cuadro que se muestra abajo.

Tabla n° 3-2. Cuadro de programación de la producción usado después del cambio

Nº	Fecha de Recepción	Cliente	Piezas	Descripción del Material	ORDEN DE PRODUCCIÓN	HABITADO	FORJA	ACABADO	CONTROL DE CALIDAD	FECHA DE ENTREGA DE PRODUCCIÓN	FECHA DE ENTREGA AL CLIENTE
47	14/11/2016	TRUPAL	32	PERNO HEX. GR-8 M16 X 205 MM	30014623	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
48	14/11/2016	TRUPAL	12	PERNO HEX. A-325 UNC 7/8 X 7"	30014623	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
49	14/11/2016	TRUPAL	72	PERNO HEX. A-325 UNC 7/8 X 6 3/4"	30014624	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
50	14/11/2016	TRUPAL	40	PERNO HEX. A-325 UNC 1.1/8 X 5.1/4"	30014625	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
51	14/11/2016	VOTORANTIM	20	PERNO HEX. INOX. G-316 LUNC M24 X 160 MM	30014626	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
52	14/11/2016	ANTAPACAY	463	PERNO CAB. OVALADA GR-5 UNC 3/4 X 2.1/2"	30014627	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
						636	636	636	636		

Fuente: Elaboración propia

Se ha agregado al cuadro 4 columnas correspondiente a los 4 procesos de producción, con fechas asignadas como parte de la programación, según el cuadro se tiene que producir 636 piezas (pernos) de diferentes códigos, estos se asignan a los diferentes procesos, así: el día primero (14/11) que se recibe la orden del cliente se realiza el habilitado de 636 piezas, el segundo día (15/11) se tiene que realizar el proceso de forjado en caliente, el día 3 (16/11) se realiza el acabado y el control de calidad, la entrega de producción al almacén se realizará el 17/11 y el despacho se realiza el 18/11 con lo cual se ha distribuido el tiempo entre todos los procesos, tal como lo indica el siguiente cuadro.

Sin embargo, lo que se requiere es comprobar si el proceso de forjado en caliente, el cual es el proceso de menor capacidad, tiene la capacidad de poder procesar las piezas indicadas (636), para ello se tomó varias muestras de trabajo al proceso de forjado en caliente para un promedio de 41 piezas (pernos), en base a la cual se elaboró un Diagrama de Operaciones del Proceso.

El proceso de forjado consta de primero preparación de la prensa con la cual se va a forjar, lo cual incluye buscar y probar el molde a utilizar, además incluye la operación de preparación del horno y calentamiento inicial del mismo, mismo que tiene que llegar a cierto nivel de temperatura, necesaria para empezar el calentamiento de las pedazos de barra de acero.

Luego de unos minutos que cumpla con el procedimiento, los pedazos de acero en barras, son calentados al rojo vivo, para que sean puestos en la prensa vertical, dentro de un molde para, aprovechar su temperatura de fundición y/o elasticidad, que proporciona la forma de la cabeza del perno de acuerdo a un molde determinado, después de haber dejado que la

prensa golpee el pedazo de acero al rojo vivo pero dentro del molde, que previamente ha sido colocado dentro de la prensa para asegurar que el perno tendrá la forma especificada por el cliente o por la norma estándar correspondiente.

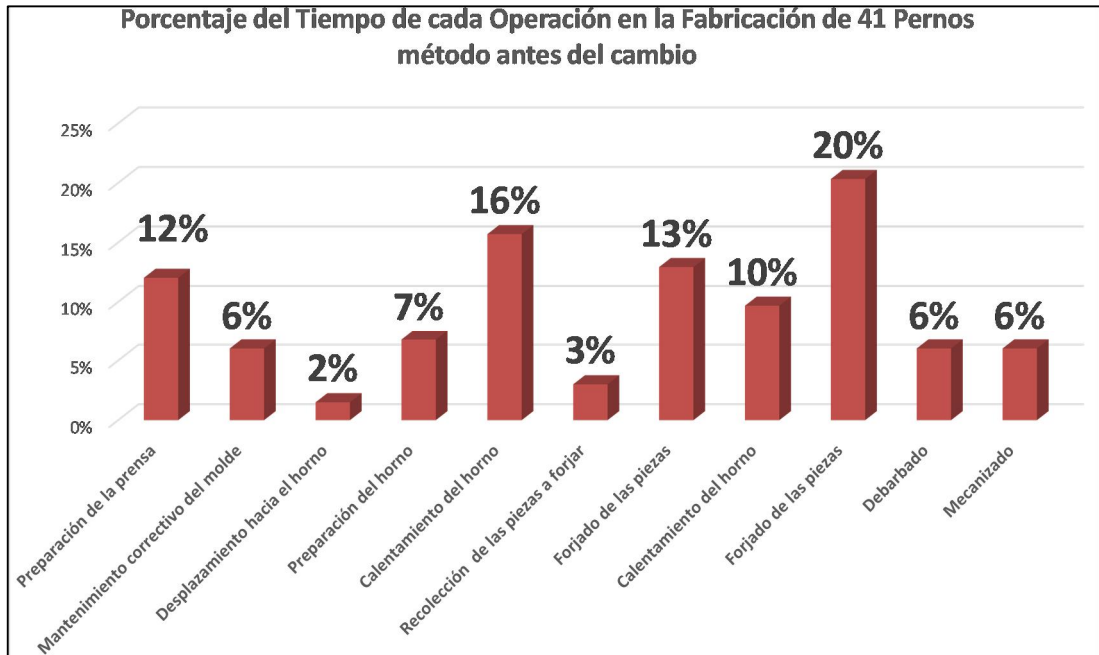
Tabla n° 3-3. Diagrama de análisis del proceso de forjado en caliente antes del cambio.

SIMBOLO	DESCRIPCION	TOTAL PARCIAL		COMENTARIOS					
○	Operación	6							
□	Inspección	6							
⇒	Traslado	2							
D	Demora	0							
△	Almacén	0							
DESCRIPCION	○	□	⇒	D	△	Minutos	Pzas	h-h	OBSERVACIONES
Preparación de la prensa						4.00		0.10	
Mantenimiento correctivo del molde						2.00		0.07	
Desplazamiento hacia el horno						0.50		0.02	
Preparación del horno						2.25	15	0.08	
Calentamiento del horno						5.22	15	0.17	
Recolección de las piezas a forjar						1.00	15	0.02	
Forjado de las piezas						4.30	15	0.14	
Calentamiento del horno						3.22	26	0.25	
Forjado de las piezas						6.76	26	0.23	
Debarbado						2.00	41	0.07	
Mecanicado						2.00	41	0.07	
TOTALES	6	6	2	0	0	33.25	41	1.07	

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro se ha resumido un promedio de los tiempos de las operaciones descritas en párrafos anteriores y se han consignado en el diagrama de operaciones del proceso antes del cambio, el tiempo de ciclo del forjado en caliente de 41 piezas (pernos) es de 33.25 minutos, y se han empleado 1.07 horas – hombre en el proceso, 38.3 piezas (pernos)/h-h.

Figura n° 3-11. Método antes del cambio



Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 3-4. Capacidad sin programación

CAPACIDAD SIN PROGRAMACIÓN

Jornada 8 horas	480	min
41 piezas	33.25	min
Capacidad X Jornada	591.9	Piezas/día

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, tomando en cuenta que el proceso de forjado en caliente no ha sido programado ni controlado adecuadamente, este presenta algunas oportunidades que puede implicar reducción de tiempos en algunas de las operaciones.

Por ejemplo, se estima que el trabajo de preparación con los moldes el cual está incluido en el tiempo de preparación de la prensa vertical, puede ser sujeto a una reducción con el uso de un material diferente al usado actualmente, este material es más resistente y a la vez es un material más dúctil para trabajar como molde para las piezas de acero que se utilizan en la fabricación de pernos.

Con dicho material se puede alcanzar un mayor tiempo de vida útil del molde, además de no estar reparando o rectificando permanentemente, lo cual disminuye el tiempo de preparación de la prensa en unos 2.5 minutos, según las pruebas realizadas, además utilizar 2 hornos contiguos en paralelo para que los tiempos sean acortados, en las pruebas realizadas resultaron los siguientes datos:

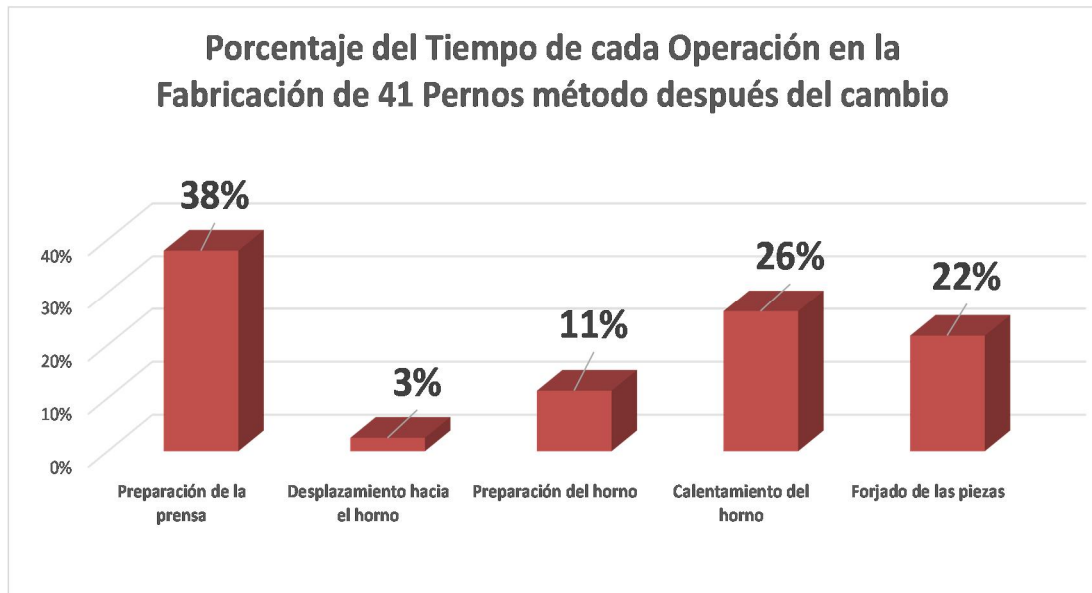
Tabla n° 3-5. Diagrama de análisis del proceso de forjado en caliente después del cambio.

SIMBOLO	DESCRIPCION	TOTAL PARCIAL		COMENTARIOS					
○	Operación	4							
□	Inspección	3							
⇒	Traslado	2							
D	Demora	0							
△	Almacén	0							
DESCRIPCION	○	□	⇒	D	△	Minutos	Pzas	h-h	OBSERVACIONES
Preparación de la prensa						7.50		0.17	
Desplazamiento hacia el horno						0.50		0.02	
Preparación del horno						2.25	41	0.08	
Calentamiento del horno						5.22	41	0.17	
Forjado de las piezas						4.30	41	0.14	
TOTALES	4	3	2	0	0	19.77	41	0.58	

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro se ha disminuido en promedio el tiempo del proceso de forjado en caliente, de 33.25 a 19.77 minutos, debido a la incorporación del uso de moldes con material más resistente para prolongar su vida útil, la instalación de un horno contiguo un poco más pequeño, que permite realizar en paralelo y simplificar las operaciones, además de evitar el desplazamiento hacia las piezas a fundir. La productividad pasó a incrementarse a 70.7 piezas (pernos)/h-h.

Figura n° 3-12. Porcentaje de cada operación



Fuente: Elaboración propia

Podemos resumir lo alcanzado en el siguiente cuadro:

Tabla n° 3-6. Capacidad con programación

CAPACIDAD CON PROGRAMACIÓN		
Jornada 8 horas	480	min
41 piezas	19.77	min
Capacidad X Jornada	995.4	Piezas/día

Aumento de la Capacidad x Día en # Piezas	403.6
Porcentaje	68%

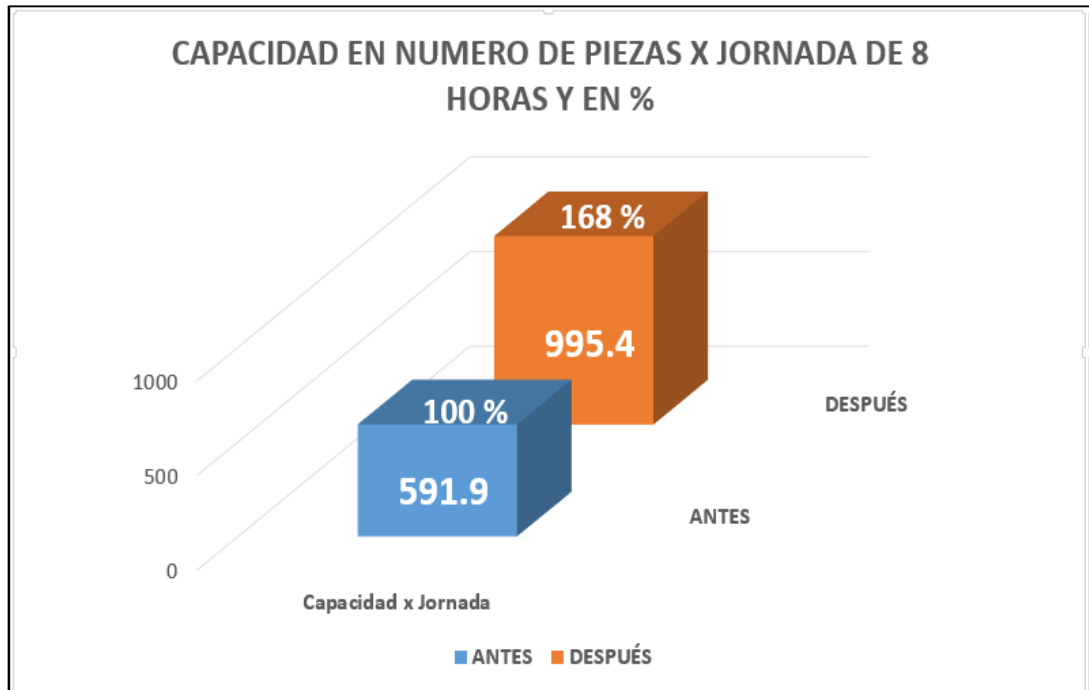
Numero de personas empleadas 3

Fuente: Elaboración propia

Hay que tomar en cuenta que focalizando el control de la producción en dicho proceso, programando de acuerdo al tiempo de las operaciones del proceso de forjado en caliente, controlando cada operación, la capacidad se incrementa en un 68%.

Con una mayor capacidad de producción entonces, la programación empezará con mantener el proceso de forjado permanentemente ocupado, los demás procesos anteriores se tendrán que acoplar a dicha programación, lo cual implica mantener el proceso de forjado en 3 turnos si es necesario, mientras el proceso de habilitado el que sea necesario para habilitar dado que la capacidad es mayor, probablemente en este proceso de habilitado solo se trabajará en un turno y con horas extras. Igual será el caso del proceso de acabado, en este caso este proceso solo tendrá 1 o 2 turnos

Figura n° 3-13. Capacidad de piezas por jornada



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Objetivo 2

La prolongación de la vida útil de moldes de forja, basado en la aplicación del Acero W302 frente al acero 4110 de la Empresa Ferri Pern S.R.L.

PROCESO DE PREPARACIÓN DEL MOLDE.

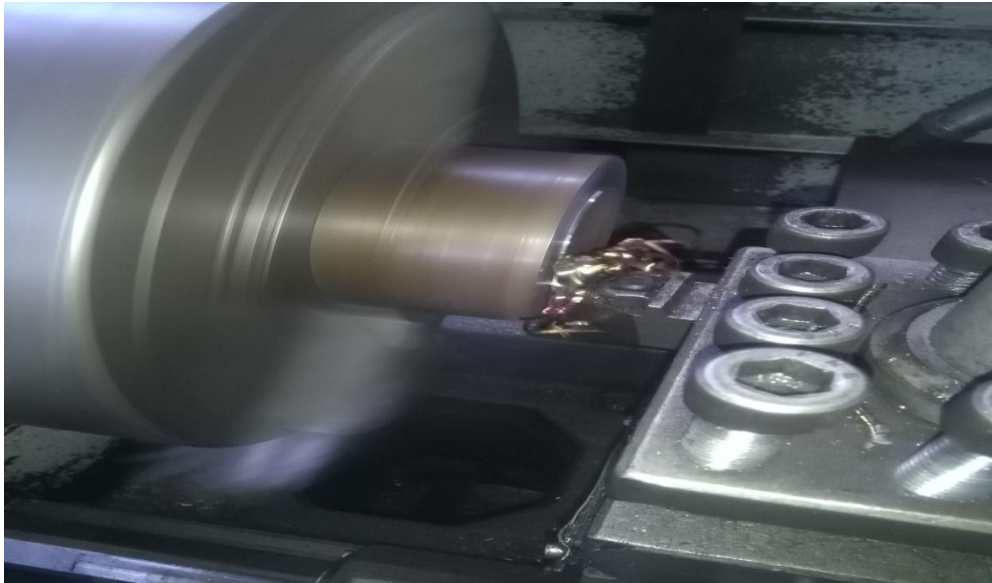
Figura n° 3-14. Proceso de Preparación de moldes



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

MECANIZADO DE MOLDES

Figura n° 3-15.mecanizado superficial



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL.

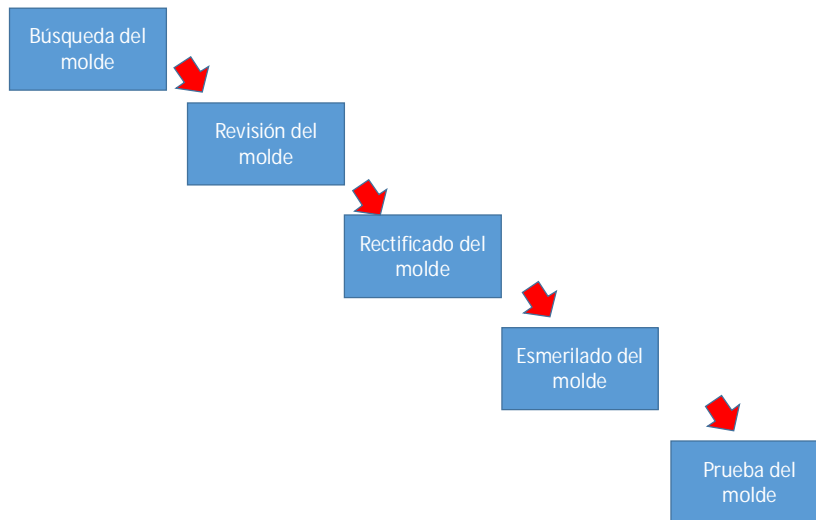
Figura n° 3-16. Proceso electrocionado.



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

3.2.1 Pasos para la elaboración de moldes

Figura n° 3-17. Pasos para la elaboración de moldes



Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Estrategia de ubicación en el Área de Forjado

Decidir forma de ubicación, Se procede a ordenar los útiles, Moldes, herramientas tomando en cuenta las características más resaltantes, ordenar las estaciones de trabajo para su correcto funcionamiento: Los Moldes se ordenaran por tipo de cabeza a formar en los pernos, medidas y se propone una codificación para cada útil del área.

Los Moldes contarán con una posición definida, esta posición estará asignada en una plantilla con la forma del molde y contara con una etiqueta del código que ayudara a identificar el lugar de cada uno de los útiles de moldeo. Los Moldes de forjado se ordenan por forma y tamaño de reducción.

Ubicación de elementos en armario.

Se hizo la prueba en la fabricación de un molde con el Acero W302 cuyo origen de abastecimiento se encuentra en la empresa Böhler, este material si bien tiene un 66% mayor de valor económico, sin embargo el tiempo de vida útil es el doble, esto se debe a la calidad del material, el cual es fuerte a golpes e imperfecciones lo que evita continuo mantenimiento correctivo el cual afecta al tiempo de preparación de máquinas, en especial de la prensa vertical que se utiliza en el proceso de forjado en caliente.

3.2.3 Molde con material empírico

El acero 4140 está diseñado para otro tipo de trabajo como por ejemplo piñones, pernos, tuercas, pines entre otros como ya fue mencionado en la ficha técnica.

Pero a pesar de toda la información que se tiene todavía es negativa la aprobación de cambiar por un nuevo producto como el que estamos recomendando en nuestro proyecto de tesis el (acero W302)

En las imágenes siguientes presentaremos como las matrices o moldes que sirven para conformar nuestros productos forjados sufren fracturas.

Figura n° 3-18.moldes con material empírico acero 4140



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

Figura n° 3-19. Moldes presentan soldadura acero 4140



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

MOLDES PRESENTAN GRANDES FISURAS (4140)

Figura n° 3-20 moldes dañados acero 4140



Fuente: Empresa ferri pern SRL

3.2.4 Molde adecuado para forja en caliente W302

Acero W302 este material es adecuado para este tipo de trabajo por sus condiciones químicas y físicas no lo permite que tenga un buen desempeño en forjado en caliente ya que en dicho proceso se necesita de mucha presión para el conformado de los productos. En nuestro proyecto vamos a implementar el material W302 porque cumple con las cualidades y la durabilidad es mucho mayor que al material empírico que años tras año se ha ido usando

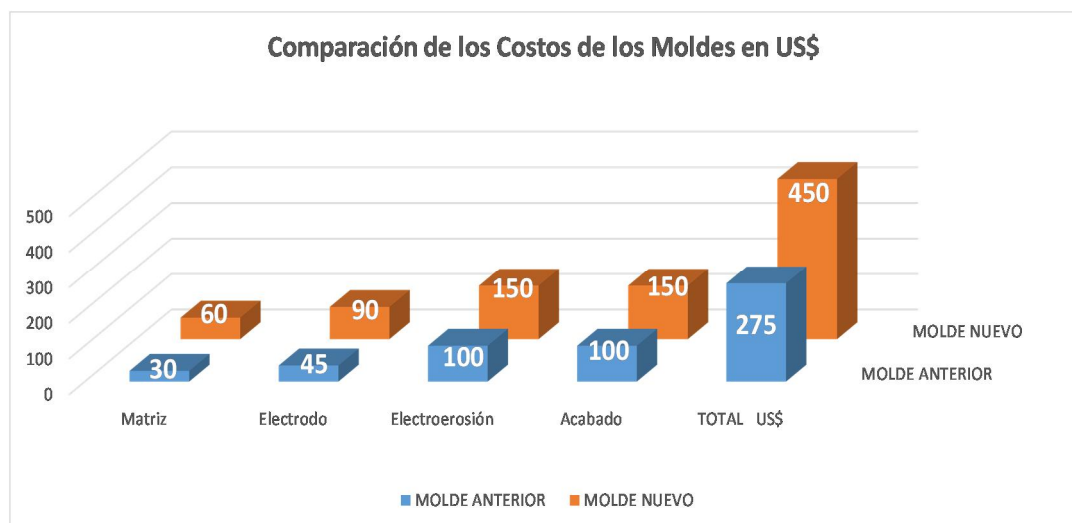
MOLDES CON MATERIAL ADECUADO W302

Figura n° 3-21. Molde con material adecuado para forjado en caliente W302



Fuente: Empresa Ferri Pern SRL

Figura n° 3-22. comparación de costos de moldes 4140 vs W302



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el grafico hay un 66% más en costo de tener el molde nuevo, sin embargo el tiempo de vida útil es el doble y requiere menos mantenimiento y rectificación, esto impacta en el tiempo de preparación de la prensa, puesto que no hay que rectificar, ni soldar, ni esmerilar puesto que el material es resistente y dúctil.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

A través de la experiencia de trabajo se ha podido poner en práctica los conocimientos y herramientas de la ingeniería industrial, los cuales han permitido lograr:

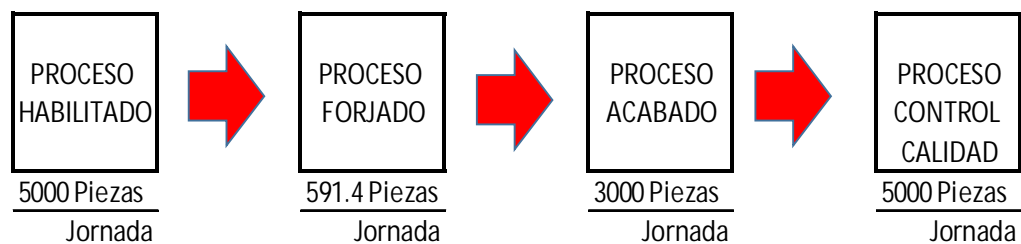
4.1 Resultado – Objetivo General

Focalizar la programación de la producción en el área de forjado en caliente que es el proceso cuello de botella y que marca el ritmo de todo el proceso, esto permite controlar todo el proceso a la vez controlar los tiempos de entrega. Incorporar criterios de capacidad de proceso y tiempo de ciclo en el proceso de forjado, en la planeación y programación, aspectos que no han sido considerados anteriormente en la empresa.

Focalizar la programación de la producción en el área de forjado en caliente que es el proceso cuello de botella y que marca el ritmo de todo el proceso, esto permite controlar todo el proceso a la vez controlar los tiempos de entrega.

CAPACIDAD COMPARADA DE CADA PROCESO ANTES

Figura n° 4-1. Capacidad comparada antes



Fuente: Elaboración propia.

Incrementar la capacidad de producción en 68%, pasando de 592 piezas/día a 995.4 piezas/día,

CAPACIDAD COMPARADA DE CADA PROCESO DESPUÉS

Figura n° 4-2. Capacidad comparada después del cambio



Fuente: Elaboración propia

Resultado – Objetivo N°1

Se mejoró la planeación y programación, tomando en cuenta el volumen y plazo de entrega pactado con los clientes de la empresa Ferri Pern S.R.L.

CUADRO DE PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN USADO DESPUÉS DEL CAMBIO.

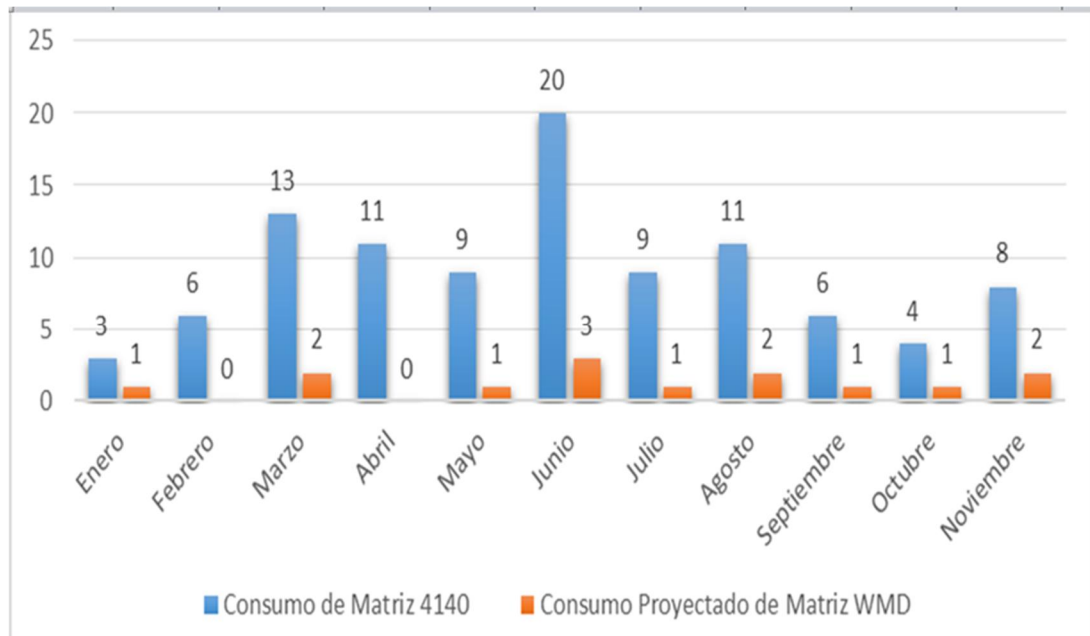
Nº	Fecha de Recepción	Cliente	Piezas	Descripción del Material	PROBENDE PRODUCCION	HABITADO	FORJA	ACABADO	CONTROL DE CALIDAD	FECHA DE ENTREGA DE PRODUCCION	FECHA DE ENTREGA AL CLIENTE
47	14/11/2016	TRUPAL	32	PERNO HEX. GR-8.8M16X205MM	30014623	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
48	14/11/2016	TRUPAL	12	PERNO HEX. A-325UNC 7/8X 7"	30014623	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
49	14/11/2016	TRUPAL	72	PERNO HEX. A-325UNC 7/8X 63/4"	30014624	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
50	14/11/2016	TRUPAL	40	PERNO HEX. A-325UNC 1.1/8X5.1/4"	30014625	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
51	14/11/2016	VOTORANTIM	20	PERNO HEX. INOX. C-316L UNC M24X160MM	30014626	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
52	14/11/2016	ANTAPACAY	46	PERNO CAB. OVALADA GR-5UNC 3/4X2 1/2"	30014627	14/11/2016	15/11/2016	16/11/2016	16/11/2016	17/11/2016	18/11/2016
						636	636	636	636		

Fuente: Elaboración propia

Resultado – Objetivo N°2

Con la aplicación del nuevo acero W302, se logró aumentar la vida útil de los moldes en un 60%, reduciendo los costos de mantenimiento y fabricación.

CONSUMO MENSUAL

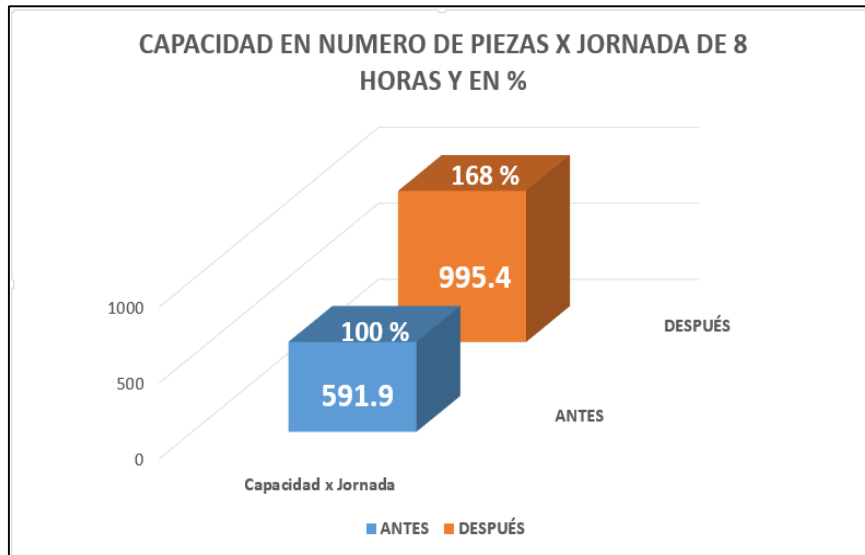


Fuente: Elaboración Propia

Resultado – Objetivo N° 3

Luego de la aplicación del nuevo acero y con el nuevo planeamiento, se tiene un incremento de 38.3 pernos h/h a 70.7 pernos h7h

CAPACIDAD DE PIEZAS POR JORNADA



Fuente: Elaboración Propia

Figura n° 4-3. Estadísticas de capacidad

ESTADÍSTICAS DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN 2016

CATEGORÍA	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct
PIEZAS PRODUCIDAS EN UNID	17,401	12,292	17,149	11,433	9,412	11,658	8,000	10,500	13,799	13,173
HORAS HOMBRE	458	351	536	286	188	194	129	167	203	191
PROMEDIO PIEZAS PRODUCIDAS X HORA HOMBRE	38.0	35.0	32.0	40.0	50.1	60.1	62.0	62.9	68.0	69.0
PROMEDIO DE HORAS HOMBRE EMPLEADAS ANTES Y DESPUÉS	448.3					194.0				
AHORRO EN HORAS HOMBRE						254.3				

Fuente: Elaboración propia

Figura n° 4-4. Resultado del material empleado W302

RESULTADO EMPLEANDO MOLDES FABRICADOS CON MATERIAL (W320)

Material	Costo Materia Prima (pza)	Costo Procesos (pza)	Precio Total x pza
4140	\$ 7.20	\$ 129.52	\$ 136.72
WMD	\$ 41.40	\$ 129.52	\$ 170.92

Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE FABRICACIÓN DE MOLDES

Figura n° 4-5. Costos de fabricación de moldes

Procesos	Tiempo del Proceso	Precio Serv. x hora	Precio x Procesos (pza)
Corte	0.5	\$ 3.17	\$ 1.59
Mecanizado	1	\$ 3.17	\$ 3.17
Electruccionado	12	\$ 10.00	\$ 120.00
Tratamiento Termico	12	\$ 0.40	\$ 4.76
Precio Total del Servicio de fabricación de matriz (pza)			\$ 129.52

Fuente: Elaboración propia

CONSUMO ANUAL

Figura n° 4-6. Consumo mensual

Periodo Enero- Noviembre 2016	Consumo de Matriz 4140	Consumo Proyectado de Matriz WMD
Enero	3	1
Febrero	6	0
Marzo	13	2
Abril	11	0
Mayo	9	1
Junio	20	3
Julio	9	1
Agosto	11	2
Septiembre	6	1
Octubre	4	1
Noviembre	8	2
	100	14

Fuente: Elaboración propia

Figura n° 4-7. resultados.

Reducción en tiempo de uso por cambio de materia de Matriz		86%
Precio x Consumo (Enero - Noviembre 2016)	\$ 13,672.38	\$ 2,392.93
Ahorro por cambio de materia de Matriz		82%
Ahorro Proyectado (Enero - Noviembre 2016)		\$ 11,279.45

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó como mejorar el tiempo de ciclo del proceso de forjado en caliente para la línea de fabricación de pernos y tuercas de la empresa Ferri Pern SRL, se hizo una consulta a nuestros principales proveedores acerca de la existencia de aceros con muy buenas características para trabajo en caliente, el cual debía de tener buena conductividad térmica, tenacidad, resistencia a la fatiga y desgaste frente a temperaturas cíclicas de trabajo por horas. En base a ello se plantearon las hipótesis en las que se desarrolla esta investigación.

Dentro del desarrollo de la investigación de procesos de mejoras se tuvo limitaciones por parte del grupo de trabajo en temas de información de implementación, de análisis de resultados, mejoras continuas, conocimientos fundamentales de la llave del acero, todo ello fueron factores limitantes para acelerar el proceso de la implementación.

De acuerdo a los resultados encontrados en esta investigación se puede decir que existe una relación directa entre la correcta decisión de un acero y los resultados para lo que está diseñado, lo que muestra que las bondades del acero permitieron cumplir y mejorar los objetivos propuestos, por lo cual la mejora del tiempo en el proceso de forjado es el reflejo de la correcta selección del acero como materia prima.

El presente trabajo externo es de gran validez para el desarrollo de la industria del forjado en el mercado nacional, puesto que se realizó el cambio de lo convencional – tradicional a la innovación de productos según la tecnología actual para la fabricación y diseños de aceros especiales. En el desarrollo de la presente tesis saltan nuevas hipótesis acerca de cuáles serían los nuevos resultados si en el proceso de fabricación de moldes se agrega el tratamiento térmico de Sub-Cero, cuál sería el impacto en la línea de forjado, en la cantidad de piezas fabricadas por jornada laboral

CONCLUSIONES

- La planificación de la producción en el área de forjado fue de gran importancia, pues ello se tradujo en un mejor servicio al cliente y una mejor reacción a cambios de comportamiento del mercado de la fabricación de pernos, tal es el caso que la línea de forjado disminuyó el tiempo de sus procesos de 33.25 a 19.77 minutos.
- Lo ideal para todo flujo de procesos es la linealidad total, en busca de la reducción y mejoras de tiempo, acomodándose a las restricciones y situaciones reales de las empresas, tal fue el caso para la línea de forjado de pernos en la cual se pudo mejorar la distribución de la planta mejorando así el flujo del proceso con la menor cantidad de costos posibles. El ahorro proyectado va desde 13,672.38 a 2,392.93 según el consumo anual.
- Todos los procesos en las empresas por más excelentes que parezcan, son susceptibles a ser mejorados. Es así como en Ferri Pern se realizó el seguimiento, se analizó y se aprovechó las oportunidades de mejora propuestas por proveedor de aceros especiales, teniendo en cuenta siempre el objetivo de las mismas.
- Con la implementación, del acero w 302 en la fabricación de moldes para la línea de forjado, se obtuvo un incremento de la cantidad de piezas fabricadas por día de 591.9 a 995.4, teniendo un incremento de 403.6 piezas por día que equivale a un 68% de capacidad en la línea de forjado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los grupos de trabajo y desarrollo, a los departamentos técnicos de cada empresa relacionada al tema; ampliar los temas en el estudio y comportamiento de los aceros para trabajo en caliente de nuevos productos.
- A personas relacionadas en el campo de la metal mecánica ya sean empresarios, jefes de planta o personajes relacionados a la actividad de fabricación de productos en caliente, se les recomienda que repitan y amplíen esta experiencia, debido a que en el presente trabajo se aplicó directamente a la línea de forjado y fue un tanto reducida pero la aplicación del acero es diversa; para nuestro medio de trabajo fue apto. Así mismo, se recomienda tener en cuenta los diferentes factores que tal vez intervienen directamente y que en este presente trabajo no se tuvieron en cuenta.
- A las empresas se les recomienda abrir las puertas a las ideas y propuestas de mejoras por parte de proveedores, que siempre están a la vanguardia de poder difundir cada día más las ventajas de sus productos y ser parte de su competencia perfecta.
- Al gobierno se le recomienda promover con eventos de actualización, conferencias técnicas, ferias de metal mecánica; en las cuales las pequeñas, medianas y grandes empresa puedan exponer casos reales de éxitos que pueden ayudar a desarrollar el mercado nacional y poder hacer frente a la actual importación de productos asiáticos que impiden el crecimiento de nuestro desarrollo como industrias.

REFERENCIAS

Torres Gallardo, R., (2014), Propuesta de mejora en el proceso de fabricación de pernos en una empresa metalmeccánica, (Tesis de Pregrado), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima - Perú

Huillca Choque, M. y Kenyo Monzón A., (2014), Propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5S y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos, (Tesis Pregrado), Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima – Perú

Besednjak A, (2005), Materiales compuestos proceso de fabricación,
España: Edición UPC

Caso N., (2012), Técnicas de Medición del Trabajo, España: Fc editorial

Erick N., (2001), Control de la calidad y beneficio empresarial, España

Domingo R., Gonzales C.y Sebastián M., (2013), Técnicas de mejora de la calidad, España.
Editorial Nobel

Fred E. Meyers, (2000), Estudios de tiempos y movimientos, México

Freire Mullo D. y Ríos Salgado G, (2012), Análisis de la capacidad de producción en base a los requerimientos de la demanda en una fábrica de tuberías de acero (Tesis de Pregrado), Universidad San Francisco de Quito, Quito –Ecuador.

Desarrollo, integración y optimización <http://www.biblioteca.uma.es/bbl/doc/tesisuma/17948034.pdf>
- FRANCISCO DE SALES MARTÍN FERNÁNDEZ MÁLAGA, 2009

Conclusiones y discusiones <http://seeiuc.com/investig/4discu.pdf>

Desarrollo de un nuevo método de obtención de Aceros para herramientas pulvimetalurgicos mediante un proceso de consolidación con almidón. <Http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/11713>

Como redactar discusión, conclusiones y recomendaciones

<https://www.youtube.com/watch?v=ehQyncrHIVo>.

Aceros para trabajo en caliente <http://www.acerosboehler.com.ar/english/78-0.php>.

La Llave del acero http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Aceros.pdf.

Presenta las referencias del material bibliográfico utilizado para la elaboración de Informe de Tesis. Requiere el cumplimiento de los estándares de redacción científica establecidos por la Universidad.

Hitoshik., (2002). Herramientas Estadísticas básicas para el Mejoramiento de la calidad, Perú: Editorial Norma. 122

Video de procesos de forjado de la empresa Ferri Pern SRL

<https://www.youtube.com/watch?v=p8s3pzKqU4s>

INDICE DE ANEXOS

Anexo n.º 1 Recomendaciones para tratamientos térmicos.

Anexo n.º 2. Aceros para trabajos en caliente.

Anexo n.º 3. Características técnicas y mecánicas.

Anexo n.º 4. Certificado de Calidad

Anexo n.º 5 Norma DIN perno socket

Anexo n.º 6. Requerimientos para pernos acero al carbono con rosca externa.

Anexo n.º 7. Norma ASTM-140, para aceros.

Anexo n.º 8. Flujo de materiales en la fabricación de aceros

Anexo n.º 9. Fabricación de elementos de sujeción

ANEXOS

Anexo n°.1 Recomendaciones para tratamientos térmicos

RECOMENDACIONES PARA TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Para realizar tratamientos térmicos el cliente debe tener en cuenta algunas recomendaciones para permitir el mejor resultado:

ESPECIFICAR claramente el TIPO DE ACERO, TRATAMIENTO TÉRMICO a realizar y las CARACTERÍSTICAS REQUERIDA para este último:

- **TEMPLE Y REVENIDO:** DUREZA
- **CEMENTACIÓN:** PROFUNDIDAD Y DUREZA
- **NITRURACIÓN:** PROFUNDIDAD (CONSULTAR CON EL DEPARTAMENTO TÉCNICO).

Las deformaciones en el tratamiento térmico son un efecto **inevitable** del proceso. Es posible, sin embargo, minimizar la deformación practicando un **ALIVIO DE TENSIONES** luego del desbronado o desbaste.

Las piezas deben poseer **TOLERANCIA** para el tratamiento térmico, a fin de poder realizar correctamente el rectificado posterior.

Es recomendable en cambios de secciones aplicar óptimos **REDONDEOS** Características geométricas como **ángulos vivos** o perforaciones muy cercanas entre sí, constituyen un peligro para la formación de fisuras.

MAQUINAR TODAS LAS SUPERFICIES DE LA PIEZA, según la sobremedida recomendada, si no se ha limpiado totalmente la capa de suministro se favorece la mayor deformación y posibilita la formación de fisuras.

Las piezas que han sido **tratadas anteriormente** poseen tensiones internas que acentúan su deformación normal. Es recomendable **RECOGER** antes de realizar un nuevo tratamiento térmico.

Las piezas no deben tener ninguna aplicación, postizo o recubrimiento de materiales no ferrosos para el tratamiento térmico. Así mismo es imprescindible indicar que se trata de una **FUNDICIÓN** o de **PARTES SOLDADAS**, para tomar previsiones. En estos casos es inevitable mayor riesgo.

Es recomendable **CONSULTAR CON EL DEPARTAMENTO TÉCNICO**, a fin de disminuir las deformaciones de las piezas, a través de dispositivos, forma de disposición, entre otros.

18

Anexo n.º 2. Aceros para trabajos en caliente

Comparaison qualitative des
caractéristiques les plus importantes

Le tableau ci-dessous a pour but de vous faciliter le choix des aciers. On ne peut pourtant pas tenir compte de toutes les conditions de sollicitation qui existent dans les divers champs d'application.

Notre Service Technique est toujours à votre disposition et prêt à répondre à toutes vos questions concernant la mise en oeuvre et la transformation des aciers.

Comparación cualitativa
de las propiedades más importantes

Esta tabla solo intenta facilitar la elección del acero. No puede tener en cuenta, sin embargo, las necesidades específicas en determinados tipos de aplicación.

Nuestro equipo técnico está a su disposición y estará encantado de contestar a cualquier pregunta concerniente a la utilización, proceso y tratamiento de los aceros.

Nuance / Marca BÖHLER	Résistance mécanique à chaud Resistencia en caliente	Ténacité à chaud Tenacidad en caliente	Résistance à l'usure à chaud Resistencia al desgaste en caliente	Usinabilité Maquinabilidad
W100	██████████	██████████	██████████	██████████
W300	██████████	██████████	██████████	██████████
W302	██████████	██████████	██████████	██████████
W303	██████████	██████████	██████████	██████████
W320	██████████	██████████	██████████	██████████
W321	██████████	██████████	██████████	██████████
W500	██████████	██████████	██████████	██████████
W705 ¹⁾	██████████	██████████	██████████	██████████
W720 ²⁾				
W750 ³⁾				

1) Nuance spéciale - Veuillez nous consulter avant de commander.

2) Acier maraging (température de durcissement par précipitation env. 480°C (896°F)). Il ne peut donc pas être comparé avec les aciers pour traitement thermique. Il a donné des résultats satisfaisants dans certains outils de travail à chaud utilisés pour la transformation des alliages d'Al et de Zn.

3) Acier durcissable par précipitation. Il ne peut donc pas être comparé avec les aciers pour traitement thermique.

1) Marca especial - Rogamos nos consulten antes de cursar su pedido.

2) Acero maraging (temperatura de endurecimiento por precipitación: aprox. 480°C (896°F)). No comparable, en esta forma, con los aceros bonificables. Ha dado buenos resultados para ciertas herramientas para trabajar en caliente, sobre todo en la transformación de aleaciones de Al y Zn.

3) Aceros endurecible por precipitación, no comparable en esta forma con los aceros bonificados

Fuente: Empresa Böhrer

Anexo n.º 3. Características técnicas y mecánicas



Lima, Lunes, 07 de noviembre de 2016

Señores
FERRI PERN S R LTDA
Ruc 20101936300
Presente.-

Estimados señores:

A través de la presente confirmamos que ustedes han adquirido nuestros aceros según Guía de remisión N° 001-0227132 de fecha 07.11.2016. Estos aceros poseen las siguientes características técnicas y mecánicas tal como lo especifica nuestro catálogo.

It	Descripción	Pz.	Cant.	Und	Análisis Químico (% Aproximado)
01	AC. VOL. Bst RED 52mm x 5002mm	4.00	388.49	kg	C 0.41 Si 0.3 Mn 0.7 Cr 1.1 Mo 0.2 %

Se extiende la presente constancia a solicitud de ustedes, para los fines que estimen convenientes.

Atentamente,

p. ACEROS BOEHLER DEL PERÚ S.A.


Renzo Herrera Porras
 Asesor Técnico

R H/ r c 001-0227132-01

ACEROS BOEHLER DEL PERU S.A.

Of. Principal: Calle Luis Castro Rencorette 777 Lima - Lima - Apartado 883 - Urea 208 - Perú
 Ventas: 445-3232 Fax: 439-3238 / Administración: 439-3250 / Planta T.F.: 439-3380
 Asesoría: 815-3253 / Sellado: 815-3248 / Control de Mercaderías: 629-3252
 Subursal REC. de Recursos Humanos: 2158 Zona Industrial Santa Lucía - Are. Sur. 439-3247
 Subursal ASISTENTE. C/da Alajuelma 288196. Mar. de los Andes - Arequipa / Tel.: 0946-08-2884
 Página Web: www.boehlerperu.com / E-mail: ventas@boehlerperu.com
 Representantes en: CAJAMARCA - HUANUCO - PIURA

Aceros certificados
según el D.S. 001003




"La Verdad y la Honestidad Técnica, en Control y la Confiabilidad de Datos Esenciales"
 "La Verdad y la Honestidad Técnica y la Contribución de Soluciones y Maquinaria de Trabajo"

Fuente: Empresa Böehler

Anexo n.º 4. Certificado de Calidad.

Page 1 of 1



**ACEROS
AREQUIPA**

Parque Internacional de la Industria y Comercio - Lima y Callao - Av. Enrique Meiggs 287 (3051)(1)617-1930 Fax (3051)(1)452-0698

CERTIFICADO DE CALIDAD


N° M-0FE03-0002271-0170688667-90006-1_1

PRODUCTO :	PLATINA	NORMA TECNICA :	ASTM A36
PROCEDENCIA :	SEDE DE LIMA	NORMA DE ENSAYO :	ASTM E415 / ASTM E8
CLIENTE :	TRADI S A	FACTURA N° :	(FE03) • 2271

DIMENSIONES	N° DE COLACA	PROPIEDADES MECANICAS			DORLADO 180°	COMPOSICION QUIMICA EN LA CUCHARA (%)				
		FLUENCIA kgf/cm²	RESIST. TRACCION kgf/cm²	ALARGAM. EN 200.0 mm %		C	Mn	Si	P	S
12" X 4" X 9M	180471	28.8	47.2	28.6	OK	0.17	0.68	0.25	0.030	0.028
12" X 4" X 9M	180473	35.7	49.1	28.6	OK	0.17	0.71	0.21	0.025	0.028

LIMA 09092016

EMPRESA ACEROS AREQUIPA S.A.



Sup. Terc. Oscar Ferrerque
SUPERVISOR EN METALURGIA

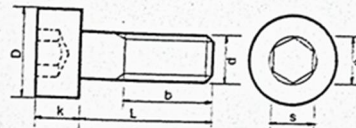
CORRIDO QCM02 E001 - VERSIÓN 01 - APROBADO YA - FECHA: 06/2016

Fuente: Empresa Aceros Arequipa

Anexo n. ° 5. Norma DIN perno socket



NORMA TECNICA DIN 912
PERNO SOCKET
MILIMETRICO



DIN 912
ISO 4762

Désignation : une vis à tête cylindrique à 6 pans creux, Ø 10 mm, filet métrique normal et 30 mm de longueur de tige L = DIN 912 M10 x 30.

D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
D	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36
k	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
s	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	17	19
b	entièrement filetées												
x	18	20	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
y	entièrement filetées												
L mm	Poids en kg aux 1000 pièces												
5	0,67												
6	0,71	1,50											
8	0,80	1,65											
10	0,88	1,80	2,70	4,70									
12	0,96	1,95	2,95	5,07									
16	1,16	2,25	3,45	5,75	12,1	20,9							
20	1,36	2,65	4,01	6,53	13,4	22,9	32,1						
25	1,61	3,15	4,78	7,59	15,0	25,9	35,7						
30	1,88	3,65	5,55	8,70	16,9	27,9	39,3	53,0	77,8				
35		4,15	6,32	9,91	18,9	31,0	42,9	58,9	84,4				
40		4,65	7,09	11,0	20,9	34,1	47,3	63,0	91,0	129	150		
45			7,86	12,1	22,9	37,2	51,7	69,0	97,6	137	161		
50				8,63	13,2	24,9	40,3	56,1	75,0	106	147	172	250
(55)					14,3	26,9	43,4	60,5	81,0	114	157	183	263
60						28,9	46,5	64,9	87,0	122	167	195	276
(65)							31,0	49,6	69,3	93,0	130	177	207
70													
(75)						33,0	52,7	73,7	99,0	138	187	220	306
80							35,0	55,8	78,1	105	146	197	232
(85)								37,0	58,9	82,5	111	154	207
90									65,1	91,3	123	170	227
100													
(110)						71,3	100	135	186	247	294	396	471
120													
(130)													
140										250	327	394	518
(150)											266	347	419
160													
180													
200													
Emball.	200	100	50	25	10	5							

Jr. Antonio de Elizalde N° 825 - 839 - 853 (Alt. Cdra. 8 Av. Argentina) - Lima - Lima
Telfs.: (511)331-2030 / 332-6103 • Fax: (511)333-0470/449-7694
Nextel: 837*4045 / Sucursal Talara - Cel.: 997590090
E-mail: ferriper@terra.com.pe / Ventas1@ferriper.com

Fuente: Ferri Pern SRL

Anexo n.º 6. Requerimientos para pernos acero al carbono con rosca externa



Requerimientos Mecánicos para Pernos Acero al Carbono con Rosca Externa

Grade Designation	Nominal Size of Product In.	Material and Treatment	Mechanical Requirements						Grade Identification Marking
			Proof Load Stress ksi	Yield Strength ksi Min	Tensile Strength ksi Min	Product, Hardness, Rockwell			
						Surface Max	Core		
						Min	Max		
A307 Gr. A	1/4 to 4	low or medium carbon steel	—	—	60	—	B69	B100	None Specified
A307 Gr. B	1/4 to 4		—	—	60 min	—	B69	B95	
SAE Gr. 1	1/4 to 1-1/2		33	36	60	—	B70	B100	
SAE Gr. 2	1/4 to 3/4	low or medium carbon steel, cold worked	55	57	74	—	B80	B100	None Specified
SAE Gr. 5	1/4 to 1 1-1/8 to 1-1/2	medium carbon steel; the product is quenched and tempered	85 74	82 81	120 105	30N54 30N50	C25 C19	C34 C30	—
A449 Type 1	1/4 to 1 1-1/8 to 1-1/2 1-3/4 to 3		85 74 55	92 81 58	120 105 90	— — —	C25 C19 B91	C34 C30 B100	
A325 Type 1	1/2 to 1 1-1/8 to 1-1/2		85 74	92 81	120 105	— —	C24 C19	C35 C31	
SAE Gr. 5.2	1/4 to 1	low carbon boron steel; the product is quenched and tempered	85	92	120	30N56	C26	C36	—
A449 Type 2	1/4 to 1		85	92	120	—	C25	C34	
A325 Type 2	1/2 to 1 1-1/8 to 1-1/2		85 74	92 81	120 105	— —	C24 C19	C35 C31	
A325 Type 3	1/2 to 1	atmospheric corrosion resistant steel; the product is quenched and tempered	85	92	120	—	C24	C35	A325
	1-1/8 to 1-1/2		74	81	105	—	C19	C31	
SAE Gr. 8	1/4 to 1-1/2	medium carbon alloy steel; the product is quenched and tempered	120	130	150	30N58.6	C33	C39	—
A354 Gr. BD	1/4 to 2-1/2 2-3/4 to 4		120 105	130 115	150 140	— —	C33 C31	C39 C38	
A490 Type 1	1/2 to 1-1/2		120	130	150 min 170 max	—	C33	C38	
SAE Gr. 8.2	1/4 to 1	low carbon boron steel; the product is quenched and tempered	120	130	150	30N58.6	C33	C39	—
A490 Type 2	1/2 to 1		120	130	150 min 170 max	—	C33	C38	
A490 Type 3	1/2 to 1-1/2	atmospheric corrosion resistant steel; the product is quenched and tempered	120	130	150 min 170 max	—	C33	C38	A490
See Note: 1, 4			2	2	2				3

NOTES:

- For titles and sources of availability for referenced ASTM and SAE standards refer to page M-28. For ASTM A307, see page B-58. For ASTM A449, see page B-63. For ASTM A325, see page E-11. For ASTM A354, see page B-68. For ASTM A490, see page E-15. For SAE J429, see page B-60.
- To compute the proof load, yield strength or tensile strength, in pounds, for a bolt, screw or stud, multiply the stress value, ksi, as given in Table 2 for the strength grade by 1000 and multiply this answer by the tensile stress area of the product's screw thread as given in Tables 1, 2 and 3 of ANS/ASME B1.1, pages A-3C, A-31 and A-32.
- In general, identification markings shall be located on the top of the product head and preferably shall be raised.
- SAE Grade 2 products are available in lengths 6 in. and shorter only.

Jr. Antonio de Elizalde N° 825 - 839 - 853 (Alt. Cdra. 8 Av. Argentina) - Lima - Lima
Telfs.: (511)331-2030 / 332-6103 • Fax: (511)333-0470/449-7694
Nextel: 837*4045 / Sucursal Talara - Cel.: 997590090

Fuente: Ferri Pern SRL

Anexo n.º 7. Norma ASTM-140, para aceros

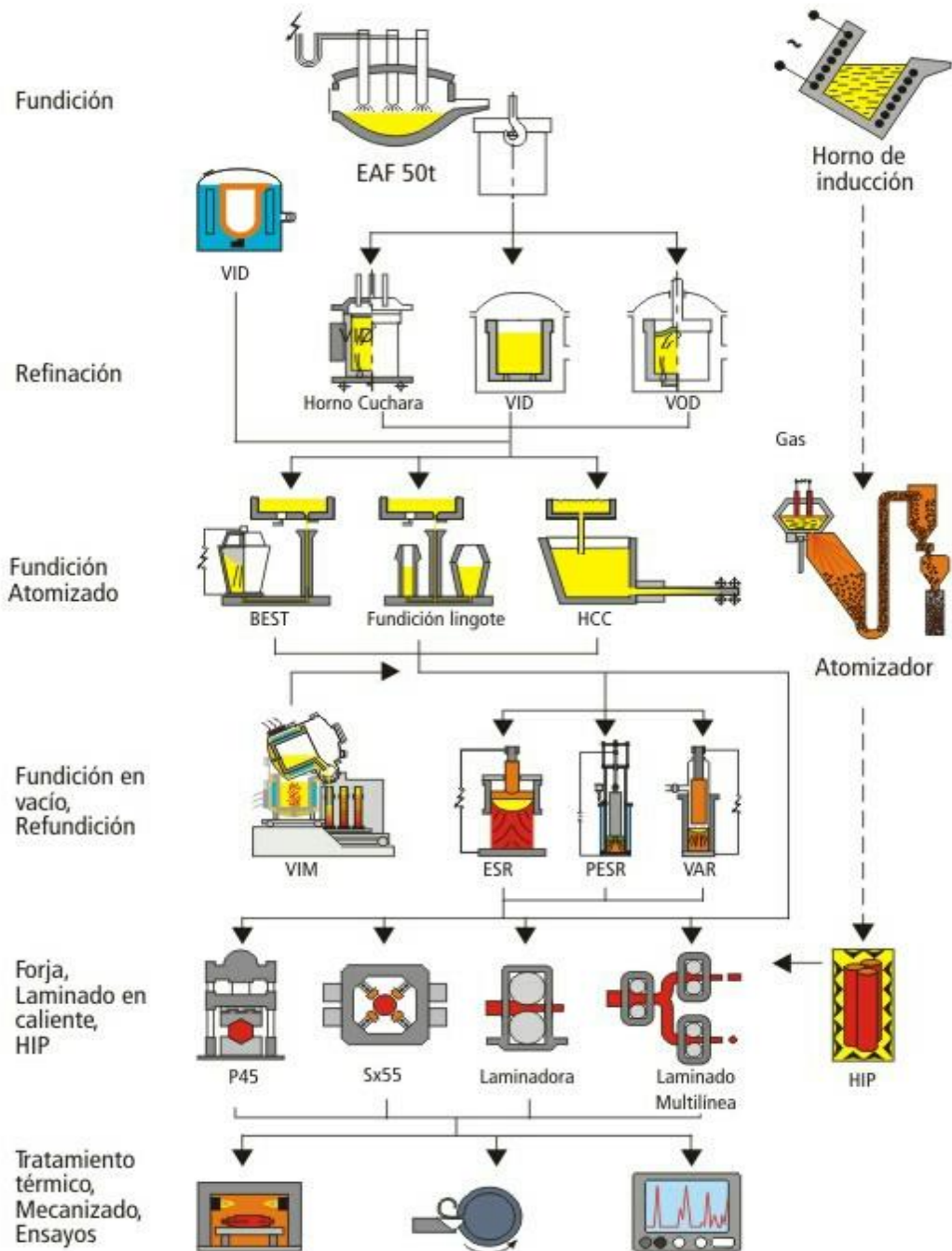
Tabla de equivalencias de diversas durezas, conforme normas ASTM E-140, para aceros

Dureza Rockwell C	Dureza Vickers	Dureza Brinell (carga 3000 kg, esfera Ø 10 mm)		Dureza Rockwell normal			Dureza Rockwell superficial			Dureza Shore	Resist. tracción en 1000 psi (aprox.)	Resist. tracción en Kg/mm ² (aprox.)
		esfera de acero	esfera metal duro	Escala A Carga =60 kg penetr. diamante	Escala B Carga =100 kg penetr. esférico Ø 1/16"	Escala D Carga =100 kg penetr. diamante	Penetradores de Diamante					
							15 N	30 N	45 N			
68	940			85.6		76.9	93.2	84.4	75.4	97		
67	900			85.0		76.1	92.9	83.6	74.2	95		
66	865			84.5		75.4	92.5	82.8	73.3	92		
65	832		739	83.9		74.5	92.2	81.9	72.0	91		
64	800		722	83.4		73.8	91.8	81.1	71.0	88		
63	772		705	82.8		73.0	91.4	80.1	69.9	87		
62	746		688	82.3		72.2	91.1	79.3	68.8	85		
61	720		670	81.8		71.5	90.7	78.4	67.7	83		
60	697		654	81.2		70.7	90.2	77.5	66.6	81		
59	674		634	80.7		69.9	89.8	76.6	65.5	80	326	228.2
58	653		615	80.1		69.2	89.3	75.7	64.3	78	315	220.5
57	633		595	79.6		68.5	88.9	74.8	63.2	76	305	213.5
56	613		577	79.0		67.7	88.3	73.9	62.0	75	295	206.5
55	595		560	78.5		66.9	87.9	73.0	60.9	74	287	200.9
54	577		543	78.0		66.1	87.4	72.0	59.8	72	278	194.6
53	560		525	77.4		65.4	86.9	71.2	58.6	71	269	188.3
52	544	500	512	76.8		64.6	86.4	70.2	57.4	69	262	183.4
51	528	487	496	76.3		63.8	85.9	69.4	56.1	68	253	177.1
50	513	475	481	75.9		63.1	85.5	68.5	55.0	67	245	171.5
49	498	464	469	75.2		62.1	85.0	67.6	53.8	66	239	167.3
48	484	451	455	74.7		61.4	84.5	66.7	52.5	64	232	162.4
47	471	442	443	74.1		60.8	83.9	65.8	51.4	63	225	157.5
46	458	432	432	73.6		60.0	83.5	64.8	50.3	62	219	153.3
45	446	421	421	73.1		59.2	83.0	64.0	49.0	60	212	148.4
44	434	409	409	72.5		58.5	82.5	63.1	47.8	58	206	144.2
43	423	400	400	72.0		57.7	82.0	62.2	46.7	57	201	140.7
42	412	390	390	71.5		56.9	81.5	61.3	45.5	56	196	137.2
41	402	381	381	70.9		56.2	80.9	60.4	44.3	55	191	133.7
40	392	371	371	70.4		55.4	80.4	59.5	43.1	54	186	130.2
39	382	362	362	69.9		54.6	79.6	58.6	41.9	52	181	126.7
38	372	353	353	69.4		53.8	79.4	57.7	40.8	51	176	123.2
37	363	344	344	68.9		53.1	78.8	56.8	39.6	50	172	120.4
36	354	336	336	68.4	(109.0)	52.3	78.3	55.9	38.4	49	168	117.6
35	345	327	327	67.9	(108.5)	51.5	77.7	55.0	37.2	48	163	114.1
34	336	319	319	67.4	(108.0)	50.8	77.2	54.2	36.1	47	159	111.3
33	327	311	311	66.8	(107.5)	50.0	76.6	53.3	34.9	46	154	107.8
32	318	301	301	66.3	(107.0)	49.2	76.1	52.1	33.7	44	150	105.0
31	310	294	294	65.8	(106.0)	48.4	75.6	51.3	32.5	43	146	102.2
30	302	286	286	65.3	(105.5)	47.7	75.0	50.4	31.3	42	142	99.4
29	294	279	279	64.7	(104.5)	47.0	74.5	49.5	30.1	41	138	96.6
28	286	271	271	64.3	(104.0)	46.1	73.9	48.6	28.9	41	134	93.8
27	279	264	264	63.8	(103.0)	45.2	73.3	47.7	27.8	40	131	91.7
26	272	258	258	63.3	(102.5)	44.6	72.8	46.8	26.7	38	127	88.9
25	266	253	253	62.8	(101.5)	43.8	72.2	45.9	25.5	38	124	86.8
24	260	247	247	62.4	(101.0)	43.1	71.6	45.0	24.3	37	121	84.7
23	254	243	243	62.0	100.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36	118	82.6
22	248	237	237	61.5		99.0	41.6	43.2	22.0	35	115	80.5
21	243	231	231	61.0		98.5	40.9	42.3	20.7	35	113	79.1
20	238	226	226	60.5		97.8	40.1	41.5	19.6	34	110	77.0
(18)	230	219	219			96.7				33	106	74.2
(16)	222	212	212			95.5				32	102	71.4
(14)	213	203	203			93.9				31	98	68.6
(12)	204	194	194			92.3				29	94	65.8
(10)	196	187	187			90.7				28	90	63.0
(8)	188	179	179			89.5				27	87	60.9
(6)	180	171	171			87.1				26	84	58.8
(4)	173	165	165			85.5				25	80	56.0
(2)	166	158	158			83.5				24	77	53.9
(0)	160	152	152			81.7				24	75	52.5

Los valores entre paréntesis están fuera del rango normal y son dados apenas como información.

Anexo n.º 8. Flujo de materiales en la fabricación de aceros

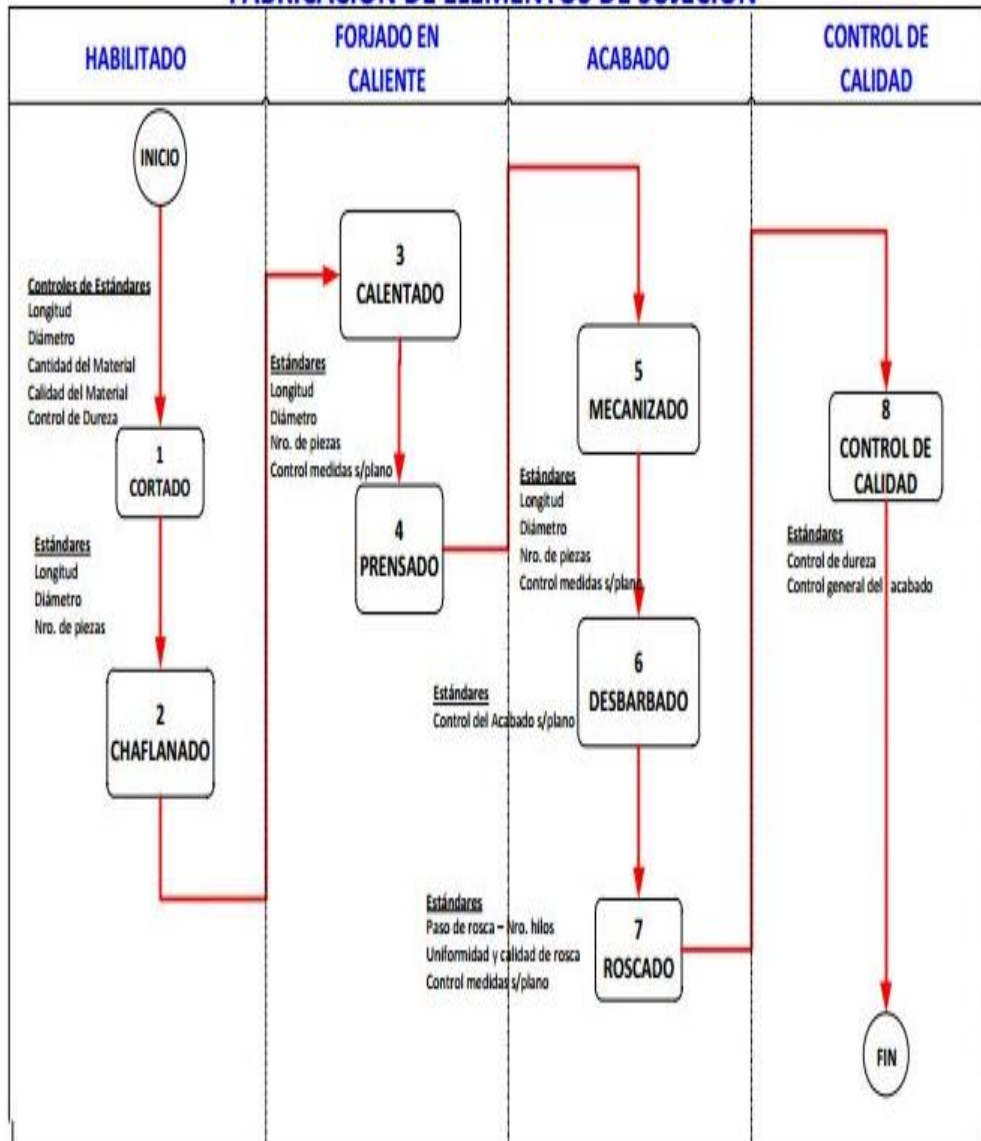
FLUJO DE MATERIALES EN LA FABRICACIÓN DE ACEROS FINOS



Fuente: Empresa Böhler

Anexo n.º 9. Fabricación de elementos de sujeción

**FLWSHEET DEL PROCESO COMPLETO
FABRICACIÓN DE ELEMENTOS DE SUJECCIÓN**



Fuente: Ferri Pern SRL