

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE UN TALLER
METALMECANICO HIDRÁULICO MOVIL, PARA
SERVICIO A MAQUINARIA PESADA EN EL LUGAR
DE LA OBRA.**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

RUBÉN DARIO HUAMÁN MENDIETA

PROMOCIÓN 2004-1

LIMA - PERÚ

2014

CONTENIDO

PRÓLOGO

CAPITULO 1

INTRODUCCION

CAPITULO 2

ANTECEDENTES, OBJETIVOS, ALCANCES

2.1 Antecedentes

2.2 Objetivos

2.3 Alcances

CAPITULO 3

MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR SOLDADURA, METALIZADO Y

MECANIZADO

3.1 Generalidades

3.2 Concepto de desgaste, clasificación

3.2.1 Desgaste por abrasión

3.2.2 Desgaste por adherencia

3.2.3 Desgaste por corrosión

3.2.4 Degaste por erosión

3.2.5 Desgaste por fatiga superficial

3.2.6 Desgaste por ludimiento

3.2.7 Desgaste por cavitación

3.3 Procesos de reparación y recubrimiento mediante soldadura

3.3.1 SMAW

3.3.1.1 Equipo de soldeo

3.3.1.2 Limitaciones del SMAW

3.3.1.3 Ventajas del SMAW

3.3.1.4 Clasificación de electrodos según AWS

3.3.2 FCAW

3.3.2.1 Aplicaciones, ventajas y limitaciones

3.3.2.2 Equipo de soldeo

3.3.2.3 Clasificación de alambres tubulares AWS

3.4 El ciclo térmico

3.4.1 Distribución de la temperatura

3.5 Procesos de reparación de implementos de corte

3.5.1 Roturas

3.5.2 Fisuras

3.5.3 Refuerzos

3.5.4 Soldadura de reparación

3.5.4.1 Cuando se conoce la composición de metal base

3.5.4.2 Cuando no se conoce la composición

3.5.4.3 Aceros de bajo contenido de C

3.5.4.4 Aceros de medio contenido de C

3.5.4.5 Aceros de alto contenido de C

3.5.4.6 Aceros no magnéticos

3.6 Recargue duro

3.6.1 Preparación para recargue

3.6.2 Como elegir proceso de recargue

3.6.3 Recargue resistente a la abrasión

3.6.4 Protección de superficies

CAPITULO 4

PROCESOS DE RECONSTRUCCIÓN DE UNIONES ARTICULADAS IN SITU

4.1 Unión articulada en maquinaria pesada

4.1.1 Partes

4.2 Desgaste en una unión articulada

4.3 Proceso de reconstrucción

4.3.1 Máquinas herramientas utilizadas

4.3.1.1 Soldadora de diámetros interiores (Bore welder)

4.3.1.2 Barrenadora portátil

4.3.2 Procedimiento de reparación

CAPITULO 5

DISEÑO DE BANCO DE REPARACIÓN DE CILINDROS HIDRÁULICOS Y PLUMA HIDRÁULICA

5.1 Generalidades

5.2 El cilindro hidráulico

5.2.1 Partes

5.2.2 Fallas

5.2.2.1 Dobladura de vástago

5.2.2.2 Expansión de diámetro de cilindro

5.2.2.3 Averías en superficies de trabajo

5.2.2.4 Acabado de superficies de trabajo

5.3 Pruebas y evaluación

5.3.1 El fenómeno de la intensificación de presión

5.4 Construcción de un banco de reparaciones y pruebas

5.4.1 Sistema hidráulico

5.4.1.1 Funcionamiento

5.4.2 Componentes principales

5.4.2.1 Bastidor principal

5.4.2.2 Unidad de potencia hidráulica

5.4.2.3 Módulo de control hidráulico

5.4.2.4 Mesa deslizante, cálculo de actuador

5.4.2.5 Reservorio (tanque), accesorios

5.4.2.6 Mangueras y conectores

5.4.2.7 Mordaza fija de sujeción de cilindros

CAPITULO 6

DIMENSIONAMIENTO DE CAMIÓN PLATAFORMA Y SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO

6.1 Equipamiento

6.2 Disposición de planta en camión-furgón

6.2 Circuito de fuerza y distribución eléctrica

CAPITULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 Generalidades

7.2 Flujo de caja

7.2.1 El FCL

7.2.2 El FCA

7.3 Indicadores de rentabilidad

7.3.1 VAN

7.3.2 TIR

7.4 Análisis económico - financiero de nuestro proyecto

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

APENDICE

- Apéndice A: Cotización y especificaciones técnicas Camión DONGFENG
- Apéndice B: Cotización y especificaciones técnicas Grúa FASSI
- Apéndice C: Cotización y datos técnicos moto soldadora LINCOLN
- Apéndice D: Cotización y datos técnicos Torno REXON y herramientas
- Apéndice E: Cotización y datos técnicos barrenadora MANDRINO
- Apéndice F: Cotización y datos técnicos soldadora de interiores BOA M1

A mi Dios: El Nazareno

A mi familia

A mi pátria.

PRÓLOGO

Llámesese maquinaria pesada a toda máquina autopropulsada, accionada por un operador, diseñada para realizar tareas de movimiento de tierra, manipuleo de cargas, excavación, demolición, transporte, perforación, etc.

Generalmente, los lugares donde operan estas maquinarias son los frentes de trabajo, ya sea en minería, construcción, agrícola e industria.

Casi siempre, estos frentes están alejados de los talleres de reparación y esto cobra mayor evidencia cuando se trata de proyectos de infraestructura civil, como la construcción y mantenimiento de carreteras, etc.

En el tiempo que tengo trabajando con estas máquinas, sea en grandes empresas donde el tamaño del pool es considerable, así como con las más pequeñas, donde el pool es de hasta una sola unidad, é observado que es práctica común, la improvisación para atender **trabajos de mantenimiento y reparaciones estructurales de soldadura y maquinado en el frente** de trabajo.

Esta forma de atención de estas urgencias, acarrea múltiples limitaciones tanto en la rapidez y economía como en la calidad de las reparaciones, sumándose a esto, las limitaciones de poder cumplir con los procedimientos y los estándares que las

normas exigen, tanto en el aspecto técnico como en la seguridad y cuidado del medio ambiente.

Por lo expuesto, se hace necesario la implementación de un servicio sistemático y técnico mediante un taller móvil de maestranza y soldadura para la atención de esta clase de servicios en el frente mismo del trabajo (In situ), utilizando esta herramienta que es el motivo del presente informe.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La minería, la construcción civil, la agricultura e incluso la industria, utilizan en sus operaciones una vasta diversidad de maquinaria pesada cuyas paralizaciones debido a fallas **estructurales**, requieren de atención oportuna, rápida y segura, cumpliendo con los procedimientos y estándares de calidad vigentes, sin dejar de lado la atención escrupulosa del medio ambiente.

El **sistema estructural** (estructura) de una maquinaria pesada comprende: El chasis o bastidor principal, los aguilones o brazos, las articulaciones y sus componentes (pines y bocinas), las plumas, los implementos de corte y penetración, llámense cucharones, subsoladoras, rodillos compactadores, lampones topadores, etc.

También estoy considerando conexas de este sistema a los cilindros hidráulicos, cuyas reparaciones también requieren las mismas herramientas que los utilizados en el sistema estructural (soldadura y maquinado).

La intención del presente informe es la implementación de un Taller Metal-mecánico-hidráulico móvil, para dar servicio de mantenimiento y reparación al

sistema estructural de maquinaria pesada en el lugar mismo donde se encuentren trabajando (In situ).

La configuración del presente informe es tal, que cada capítulo comprenderá aspectos teóricos, cálculos, diagramas y planos pertinentes a cada tema, materia del proyecto.

El informe comprende de siete capítulos:

Capítulo 1: Hace referencia a los diferentes tópicos en lo que está dividido el Informe.

Capítulo 2: Detalla los antecedentes, alcances y objetivos que se espera obtener.

Capítulo 3: Fundamentos teóricos de desgaste y soldadura. Mantenimiento correctivo por soldadura y recargue duro (metalizado).

Capítulo 4: Detalla los procesos de reconstrucción de las uniones articuladas de maquinaria pesada en el lugar de trabajo (In Situ).

Capítulo 5: Dimensionamiento de un banco de reparaciones de cilindros hidráulicos montado en la plataforma de un camión de servicios. Selección de una grúa hidráulica que irá montada en el chasis de este camión.

Capítulo 6: Selección del camión furgón. Selección de equipos y herramientas que irán instaladas en este camión.

Capítulo 7: Evaluación económico financiero del proyecto.

Conclusiones y recomendaciones, apéndice y bibliografía.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y ALCANCES

2.1 Antecedentes

Es común escuchar decir que la maquinaria pesada es la que mueve un país, generalmente, cuando se escucha esta expresión, viene a la cabeza la idea de máquinas pesadas realizando movimiento de tierra, tanto en superficie como en el subsuelo. Sobre todo en nuestro país de tradición minera por excelencia, sumándose a esto el repunte actual y sostenido de la industria de la construcción.

En los últimos diez años, la población de maquinaria pesada de movimiento de tierra y conexos, se incrementó dramáticamente en el Perú. Esto debido al crecimiento económico en todos sus aspectos, particularmente los de la minería, construcción, agrícola e industria.

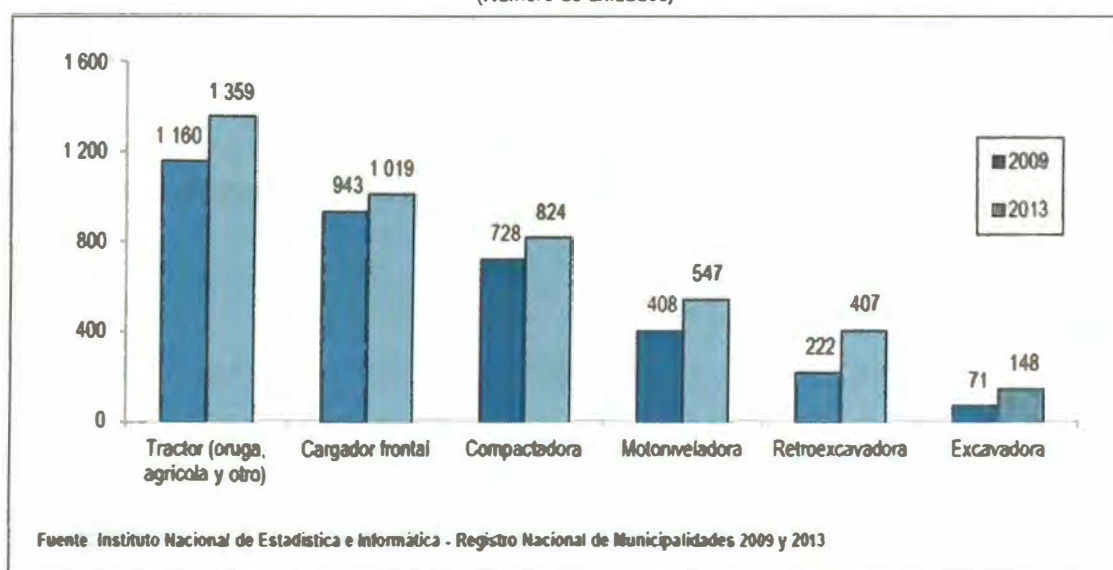
Esta población de maquinaria cada vez creciente, demanda servicio de mantenimiento y reparación especializada, también cada vez creciente en volumen, calidad, economía y oportunidad.

Viendo desde el punto de vista del número de empresas a nivel nacional, que están relacionadas de alguna manera con la maquinaria pesada, ya sea en la utilización (minas, construcción, industria) como en servicios de reparación, mantenimiento,

alquileres y comercialización (ver cuadro de la Tabla 2.1 INEI), podemos afirmar que el universo de aplicación del proyecto materia de este informe, es positivamente auspicioso.

Tabla 2.1 Estadística INEI

PERÚ: MAQUINARIA PESADA OPERATIVA QUE DISPONEN LAS MUNICIPALIDADES, 2009 Y 2013
(Número de unidades)



2.2 Objetivos:

Primero: Optimizar los tiempos, costos y calidad de las reparaciones estructurales que se realizan en el sitio mismo del trabajo (in situ).

Segundo: Incrementar apreciablemente el cumplimiento de los procedimientos y estándares que las normas exigen en esta clase de labores, tanto en lo tecnológico como en la seguridad y el cuidado del medio ambiente.

Tercero: Generar posibilidad de emprendimiento de negocio, tanto en personas dedicadas a este rubro como a las que no lo están.

Un ejemplo que nos ayude a explicar a donde apuntamos: Una unión articulada entre dos componentes estructurales en un equipo pesado, es un mecanismo simple, que consta de un pin y sus alojamientos (mecanismo bisagra), esta es una de las tantas partes de todo **el sistema estructural del equipo.**

La falla y reparación de este mecanismo simple, puede paralizar el equipo mucho más tiempo que la falla y reparación o reemplazo de un componente crítico y costoso de otros sistemas, llámese motor, hidráulico o transmisión.

Tradicionalmente, estas reparaciones estructurales se ejecutan en los talleres de maestranza y soldadura, para lo cual es inevitable el traslado del equipo a estas locaciones, lo que implica un sinnúmero de eventos en desventaja tales como desmovilización (regreso a la base), transporte, tiempos de espera, etc.

Generalmente, la gestión de mantenimiento casi siempre sub estima el tema estructural de los equipos y es aquí donde apunta este informe, y proyecta la implementación de un Taller Metal-mecánico-hidráulico móvil para el servicio de reparaciones estructurales en el mismo lugar de trabajo (in situ).

2.3 Alcances:

Los efectos de este servicio son inmediatos en el apoyo a las operaciones, particularmente en usuarios de flotas de maquinaria pesada, como en usuarios de hasta una sola unidad, aplicable a equipos que trabajan en: Minería subterránea (Trackless), minería de cielo abierto, construcción, agrícola, incluso a la industria.

El dimensionamiento de este taller móvil está limitado por el tamaño de los componentes a reconstruir (cilindros con carrera de hasta 2.50 mt. y diámetros hasta 266.7 mm), los pesos a manipular (cucharones de hasta 3 Tn. de peso), la naturaleza de reparaciones a ejecutar, lo cual implica excavadoras CAT 330, cargadoras de ruedas 966 CAT o equivalentes, pero esto no excluye trabajos puntuales en equipos de dimensiones fuera de este nicho.

Los eventos de mantenimiento y reparación de mayor frecuencia, para los que estará implementado este taller móvil son:

- Reconstrucción de uniones articuladas (relleno y barrenado de alojamientos de pines, bocinas y rodamientos).
- Recuperación de pines. Reconstrucción de implementos de corte y penetración (cucharones, lampones, cuchillas, desgarradores, etc.).
- Recuperación y recargue de elementos de desgaste (cuchillas, puntas, uñas).
- Reparaciones de rajaduras, fisuras y dobladuras estructurales.
- Reparación y prueba de cilindros hidráulicos: Sellos, vástagos, cilindros, etc.
- Afinamiento de diámetros de pines y bocinas para su instalación (torno).
- Extracción e instalación de pines y bocinas.
- Toda reparación que requiera de una maestranza portátil.

CAPITULO 3

MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR SOLDADURA, METALIZADO Y MECANIZADO

3.1 Generalidades

Las reparaciones en el campo mediante soldadura y mecanizado, serán prácticamente los resultados del uso de este taller-herramienta materia de este informe, por lo que no está demás un repaso sobre soldadura de mantenimiento, comúnmente conocida como soldadura de reparación. Pero antes de abordar este tema, tocaremos un tema muy importante que es el origen prácticamente de todo lo que nos lleva al mundo de la reparación: Nos referimos al **desgaste**.

Considero el tópico más importante para los diseñadores, fabricantes y mantenedores de máquinas, por lo que es necesario su entendimiento. Es pertinente un breve repaso de lo que es el desgaste y sus diferentes mecanismos que afectan en los componentes y elementos de máquina de maquinaria pesada objeto de este Informe.

3.2 Concepto de desgaste, clasificación

En un sentido amplio de la palabra, existen muchas definiciones:

Pérdida o redistribución de material de la interface de dos cuerpos, cuando se les ajusta a un movimiento relativo bajo la acción de una fuerza (Mc Graw- Hill

diccionario técnico). Siempre que hay movimiento relativo entre dos elementos de máquina que soportan carga, existe situación potencial de desgaste. El resultado del desgaste es la pérdida de material y la subsiguiente disminución de las dimensiones y por lo tanto, la pérdida de las tolerancias (Larousse, diccionario internacional). En un buen diseño tribológico, la pérdida de material es un proceso lento, pero estable y continuo.

Los mecanismos de daño en los materiales se deben principalmente a deformación plástica, formación y propagación de grietas, corrosión y/o desgaste. Toda maquinaria tiene muchos componentes que se desgastan al hacer su trabajo, lo que hace necesario reemplazar o repararlos periódicamente. Algunos componentes, como por ejemplo las herramientas de penetración del suelo, trabajan en condiciones muy severas de desgaste y tienen un promedio corto de vida útil.

Clasificar los tipos de desgaste suele ser difícil. La razón de esta dificultad es que el desgaste no es una propiedad intrínseca del material, como lo es el esfuerzo o la dureza, sino que está en función del medio en el que opera (Czichos, DIN 50 320).

Existen en la literatura diversas clasificaciones del desgaste. La forma más universal de esta clasificación, se basa en las siguientes características:

- a). El tipo de movimiento relativo.
- b). Los elementos que interactúan.
- c). El mecanismo principal de desgaste.

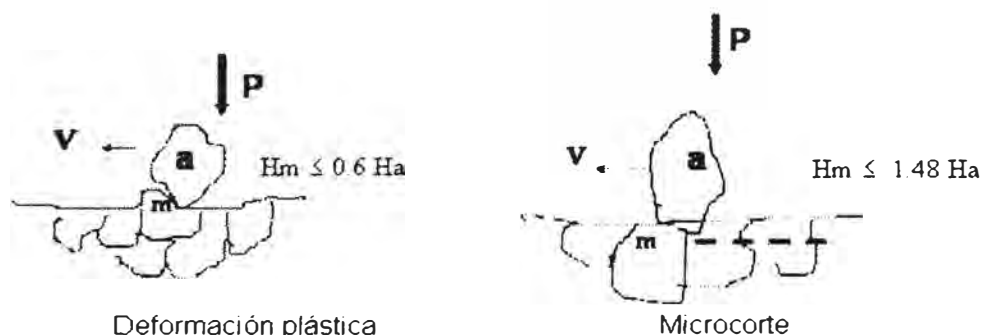
Sobre la base de los aspectos anteriores, la forma más extendida de clasificación del desgaste se basa en el mecanismo fundamental que determina el deterioro y es la siguiente:

- 1.- Desgaste por abrasión
- 2.- Desgaste por adherencia
- 3.- Desgaste por corrosión
- 4.- Desgaste por erosión
- 5.- Desgaste por fatiga superficial
- 6.- Desgaste por ludimiento
- 7.- Desgaste por cavitación

Es importante tener en consideración que en el desgaste de una superficie pueden estar presente simultáneamente más de un mecanismo de desgaste. Por ejemplo: abrasión y corrosión, abrasión y adhesión, etc.

3.2.1 Desgaste por abrasión

La norma ASTM G40-92, define como pérdida de masa resultante de la interacción entre partículas o asperezas que son forzadas contra una superficie y se mueven a lo largo de ella. La diferencia entre desgaste abrasivo y desgaste por deslizamiento es el “grado de desgaste” entre los cuerpos involucrados (mayor es el abrasivo), ya sea por su naturaleza, material, composición química, o por su configuración geométrica (Figura 3.1).



Hm - dureza del metal base
Ha - dureza de la partícula abrasiva

Figura 3.1 Esquema de desgaste por abrasión.

Existen dos tipos de desgaste por abrasión: De dos cuerpo y de tres cuerpos, un ejemplo es el desgaste de las paredes de cucharón de excavadora. Las formas de desgaste por abrasión más conocidos son:

Por ralladura: Esfuerzos reducidos son menos severos, partículas duras generan desprendimiento.

Por esmerilado: Esfuerzo elevado, por fragmentación de granos duros entre superficies (aspas de mezcladores).

Por corte o filo: Gran escala, asociados a impacto (baja velocidad en cucharones y alta velocidad en martillos).

3.2.2 Desgaste por adherencia

Ocurre entre dos superficies en contacto íntimo. Los picos superficiales que coinciden, fluyen plásticamente y forman uniones fuertemente endurecidas por el trabajo, a medida que estos se rompen por los esfuerzos tangenciales impuestos, las superficies van perdiendo material. La adhesión además conlleva al micro soldado en frío de las superficies. Un ejemplo es el desgaste de los elementos de una unión articulada de cucharón de cargador (pines y bocinas agarrotadas).

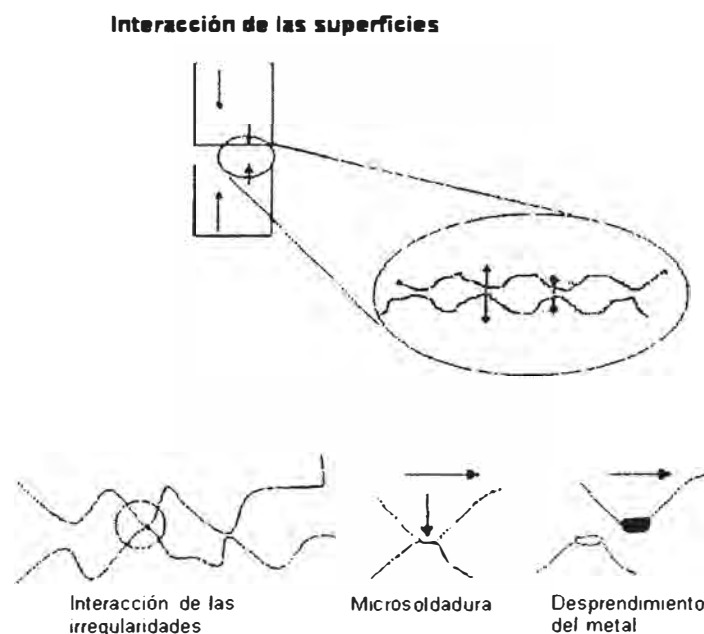


Figura 3.2 Esquema de desgaste por adherencia superficial.

3.2.3 Desgaste por corrosión

Técnicamente, la corrosión es una acción química y no una acción de desgaste, pero debido a que la corrosión causa deterioro en las superficies de desgaste, se incluye como un tipo de desgaste. Hay tres tipos de corrosión que se debe considerar: General, galvánica y a alta temperatura. La corrosión ocurre generalmente cuando se dan tres condiciones: Una zona catódica, una zona anódica y un electrolito que conecta el cátodo y el ánodo.

3.2.4 Desgaste por erosión

Según ZUM GAHR, 1978, el desgaste erosivo se presenta en la superficie de los cuerpos, resultado del impacto de partículas sólidas, líquidas o gaseosas que las impactan. Estas pueden actuar solas o de manera combinada. La erosión y la corrosión son fenómenos que actúan en forma sinérgica, provocando la degradación acelerada de los materiales. Un ejemplo: Rotores de turbocompresores, ventiladores de mina, impulsores de bombas de lodos.

3.2.5 Desgaste por fatiga superficial

Fatiga por tensión de contacto es parecido a una acción de flexión o de agrietamiento, causada cuando superficies metálicas móviles hacen contacto bajo cargas cíclicas. El movimiento puede ser de deslizamiento o rodadura. Los esfuerzos a los que están sometidos los materiales particularmente en las capas superficiales, promueven en la mayoría de los casos, alteraciones en la estructura cristalina y en el tamaño del grano. Según Gras e Inglebert (1998), la fatiga de contacto se debe al apareamiento de transformaciones micro estructurales o decohesiones localizadas que conducen al daño de las superficies.

Las grietas por fatiga pueden desarrollarse en la superficie o debajo de ella y terminan produciendo picaduras o astillamientos.



Figura 3.3 Esquema de desgaste por fatiga superficial.

3.2.6 Desgaste por Ludimiento (fretting)

Es algo parecido a una soldadura por fricción. Ocurre cuando componentes que encajan muy apretadamente tienen que moverse unos contra otros a alta frecuencia y muy baja amplitud.

El medio ambiente juega un papel muy importante en este tipo de desgaste, ya que en condiciones húmedas es mucho mayor que en condiciones secas.

Esto se debe a que el fretting es iniciado por adhesión, amplificado por corrosión y sus principales efectos son de abrasión.

3.2.7 Desgaste por cavitación

Es similar a una acción de impacto, en la que un material choca con la superficie de la pieza, en este caso, el material que choca con la superficie es un fluido (implosión).

Entre las condiciones que las causan podemos citar, altas temperaturas, caídas repentinas de presión, restricción en las entradas de las bombas, fluidos incorrectos, cambios repentinos de carga y cambios repentinos en la dirección del flujo. Ejemplo: Camisa húmedas de motores.

3.3 Procesos de reparación y recubrimiento mediante soldadura

El primer paso para comprender los procesos de soldadura, es el análisis de los fenómenos que se suscitan cuando se produce la unión entre dos superficies sólidas.

La soldadura puede definirse como un proceso de unión de partes, principalmente implicando la cohesión localizada de ellas por fusión y/o presión, generalmente con un elemento o material de aporte. Las piezas a unir se conocen como material base y el proceso conlleva a la formación de cristales comunes por difusión en la frontera de unión.

Dentro de los parámetros más importantes a tener en cuenta para una buena unión por soldadura están:

- a) **Composición química:** El elemento más importante que afecta la soldabilidad de un acero, es el carbono, sin embargo el efecto de otros elementos también se tiene en cuenta mediante una fórmula del Carbono equivalente (este tema se verá más adelante).
- b) **Tamaño de grano:** Los metales están constituidos por granos, cada uno de estos granos, es a su vez un arreglo periódico de átomos, que da origen a lo que se conoce como retícula cristalina.

El tamaño de estos granos es variable, y cada uno de estos está separado de sus vecinos por una zona de transición, que se conoce como límite de grano, estos límites desempeñan muchísima importancia en la determinación de las propiedades mecánicas de un metal.

Los aceros de grano fino tienen mayor resistencia a la tracción, mayor dureza, se distorsionan menos en el temple, son menos susceptibles al agrietamiento y su soldabilidad es excelente.

- c) **Espesor:** En general, la soldabilidad de espesores menores son mejores, los materiales gruesos absorben el calor con tasas de enfriamiento más rápidas que las delgadas usando el mismo tipo de soldadura. Una solución parcial para ello es el precalentamiento (Tema que se verá más adelante).

Es extensa y profunda la información sobre estos tópicos, los podemos encontrar en basta literatura sobre metalurgia de la soldadura, explayarnos más nos desviaría del propósito del informe. Por lo que me quedaría decir que; las juntas soldadas, independientemente del proceso de unión, se diseñan para efectos de resistencia y seguridad que requieren las aplicaciones a las que se van a destinar.

Existen organizaciones gubernamentales y privadas que se han preocupado de establecer estándares en el diseño y control de la calidad de la soldadura, entre ellas podemos mencionar a: AWS, ASTM, ASME, API, entre las más difundidas.

En nuestro caso, de estructuras de maquinaria, los estándares más usados son AWS A5.1, AWS A5.5, AWS A5.18, AWS A5.20, AWS A5.28 Y AWS A5.29. Estos estándares ofrecen parámetros referenciales relacionados principalmente con las técnicas y procedimientos de ejecución y control de las uniones soldadas. Hay dos conceptos que no está demás tenerlos presente: Soldeo y soldadura.

Soldeo: Es el proceso de unión por el que se consigue continuidad entre dos partes a unir, con o sin calentamiento, con o sin aplicación de fuerzas de junta y con o sin aporte de material. Por lo que podemos decir, el soldeo conduce a obtener una unión soldada.

Soldadura: Es la unión conseguida por diferentes procesos de soldeo.

Según la AWS (Sociedad Americana de Soldadura), las uniones por soldeo se clasifican en tres grandes grupos:

Soldeo por fusión.

Soldeo por estado sólido.

Soldeo fuerte y blando.

Para propósitos de nuestro informe, adoptaremos el soldeo por fusión, por arco eléctrico. Los procesos de soldadura más usados en nuestro medio:

SMAW: Shield metal arc welding. (Electrodo recubierto, manual)

GMAW: Gas metal arc welding. (MIG, MAG, arco metálico protegido por gas)

FCAW: Flux cored arc welding. (Electrodo tubular fundente en núcleo)

GTAW: Gas tungsten arc welding. (Electrodo de tungsteno protegido por gas)

SAW: Submerged arc welding (Soldadura por arco sumergido).

Las herramientas principales de soldadura en nuestro Taller portátil, serán los procesos **SMAW y FCAW**.

3.3.1 SMAW Soldadura por arco eléctrico manual con electrodo metálico revestido

Proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico entre la pieza a soldar (material base) y una varilla metálica revestida llamada electrodo, (puede llegar hasta 4000 °C), produciéndose una zona de fusión que, al solidificarse, forma la unión permanente.

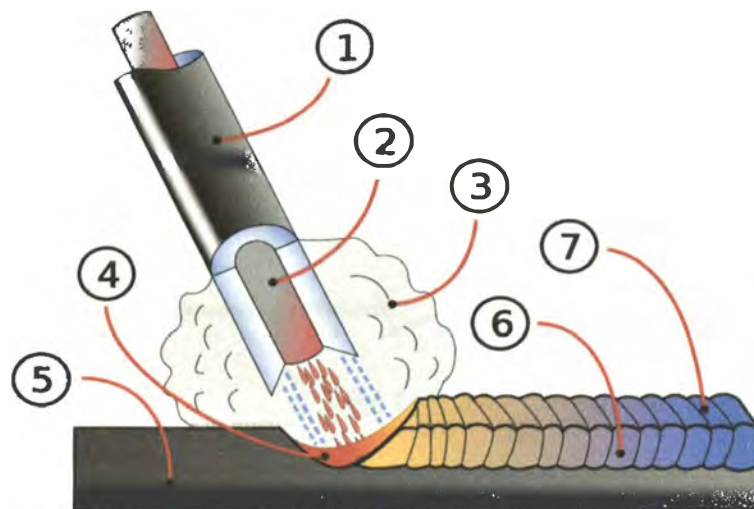


Figura 3.4 Soldadura manual por arco con electrodo metálico revestido.

De la Figura 3.4, El arco se mantiene entre el extremo del electrodo revestido (1 y 2) y la pieza a soldar (5). Cuando el metal se funde, las gotas del electrodo se transfieren a través del arco al baño del metal fundido (4), protegiéndose de la atmosfera con los gases producidos en la descomposición del revestimiento (3). La escoria fundida flota en la parte superior del baño de soldadura, desde donde protege al metal depositado (6) durante el proceso de solidificación. Esta escoria (7) debe eliminarse despues de cada pasada.

Existen en el mercado, cientos de tipos diferentes de electrodos (llamados consumibles) a menudo conteniendo aleaciones que proporcionan resistencia, dureza y ductilidad a la soldadura. Este proceso se utiliza principalmente en aleaciones ferrosas para unir estructuras de acero. A pesar de ser un proceso relativamente lento, debido a los cambios de electrodo y la eliminación de escoria, aún sigue siendo una de las técnicas mas flexibles y ventajosas en lugares de difícil acceso y altas velocidades de viento. El equipo consta de: Ver figura 3.5.

3.3.1.1 Equipo de soldeo

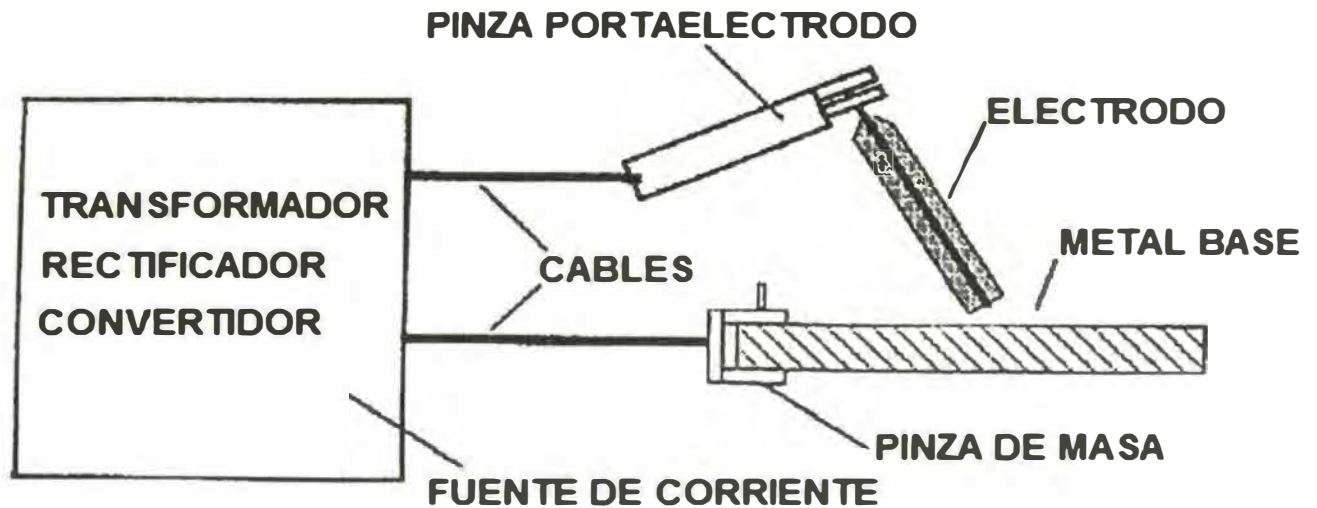


Figura 3.5 Esquema del kit de equipamiento para SMAW

3.3.1.2 Limitaciones del proceso

- . Baja productividad (Bajo aporte en Kg/h)
- . Cuidados especiales con los electrodos (Absorción de humedad)
- . Soldador muy entrenado
- . Bajo rendimiento (65 – 75%)
- . Proceso discontinuo
- . Requiere remoción de escoria
- . Gran volumen de gases y humos generados.

3.3.1.3 Ventajas del proceso

- . Gran versatilidad (Electrodos disponibles para una amplia gama de materiales)
- . Baja inversión inicial y bajo costo de operación
- . Equipamiento simple y transportable
- . Posibilidad de uso en lugares de difícil acceso y/o sujetos a vientos
- . Diversidad de electrodos según requerimiento de las juntas ó recargues duros
- . Pueden ser usados para corte, bicelado y perforación.

3.3.1.4 Clasificación de electrodos según ASME/ AWS

Soldadura Manual con Electrodo Revestidos Clasificación ASME/AWS SFA 5.1 / A5.5



AWS A5.1 –Aceros al Carbono / AWS A5.5 –Aceros de Baja Aleación

3.3.2 FCAW Flux cored arc welding (Soldeo alambre tubular fundente en núcleo)

En este proceso, el calor se consigue del arco establecido entre un alambre tubular consumible continuo y la pieza a soldar. La protección se consigue del fundente contenido dentro de este alambre, pudiéndose utilizar con o sin gas de protección adicional. Este proceso combina las características del soldeo con electrodo revestido, el soldeo por arco sumergido y el soldeo MIG/MAG.

Esta técnica se diferencia del MIG/MAG (alambre sólido), solo en el tipo de electrodo, que en este caso es un alambre hueco en toda su longitud y relleno de fundente (Flux), el cual al fundirse por acción del arco, deposita una fundición protegida por una fina capa de escoria. Es como un electrodo revestido al revés.

- **Nota:** Existen dos variantes de esta técnica de soldeo (ANSI/AWS A3.0): El **FCAW-S** (Self-shielded), autoprotegido, sin protección gaseosa. (Fig.3.6) y el **FCAW-G** (Gas-shielded), con protección gaseosa adicional, puede ser CO₂ o mezcla con argón.

Con ambos métodos, el electrodo forma una escoria que cubre y protege el depósito de soldadura hasta que solidifica y así mismo, esta protección de arco puede soportar vientos y agentes atmosféricos en mayor medida que los procesos MIG/MAG.

3.3.2.1 Aplicaciones, ventajas y limitaciones

Se utiliza para el soldeo de aceros al carbono, aceros de baja aleación, aceros inoxidable, fundiciones y recargues protectores. La elección del proceso (FCAW-S o FCAW-G), depende de las propiedades mecánicas deseadas, del alambre disponible y del tipo de unión. Generalmente, se elige el FCAW-S en aquellas aplicaciones donde se elegiría el SMAW, mientras que el FCAW-G se utiliza en aquellas donde se elegiría el MIG/MAG.

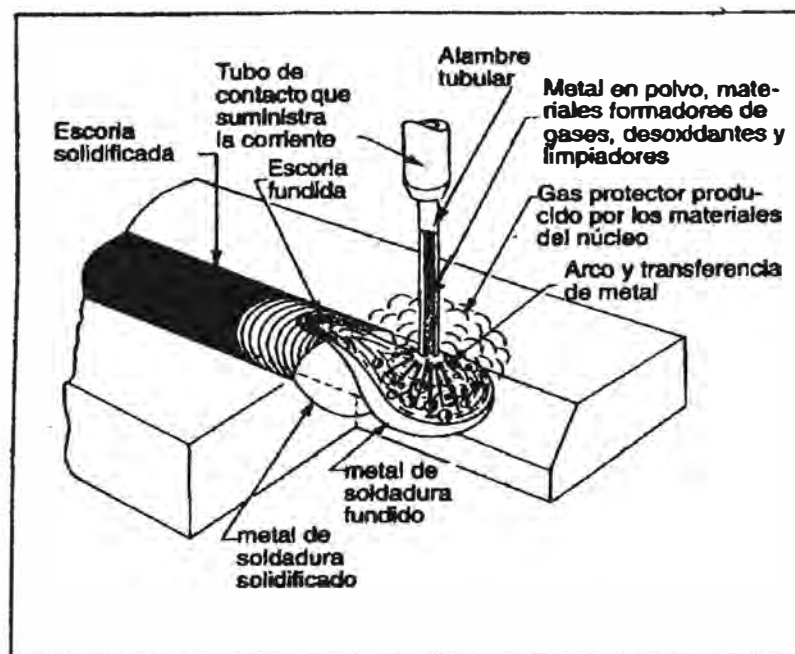


Figura 3.6 FCAW-S Soldeo con alambre tubular autoprotegido

Desventajas frente al MIG/MAG: 1) Mayor tiempo para retirar escoria, 2) Gran cantidad de humo, 3) El consumible es más caro que el masiso. 4) Frente al SMAW, el costo inicial del equipo es mucho mayor.

Ventajas: 1) No requiere mucha limpieza en metal base, 2) Mayor productividad frente al SMAW, 3) Puede soldar en la intemperie con presencia de viento.

3.3.2.2 Equipo de Soldeo

Para la aplicación de este proceso, se puede utilizar el mismo equipo del soldeo MIG/MAG, ambos son muy similares, con algunos cambios como los rodillos del alimentador, pistola y algunos parámetros de operación.

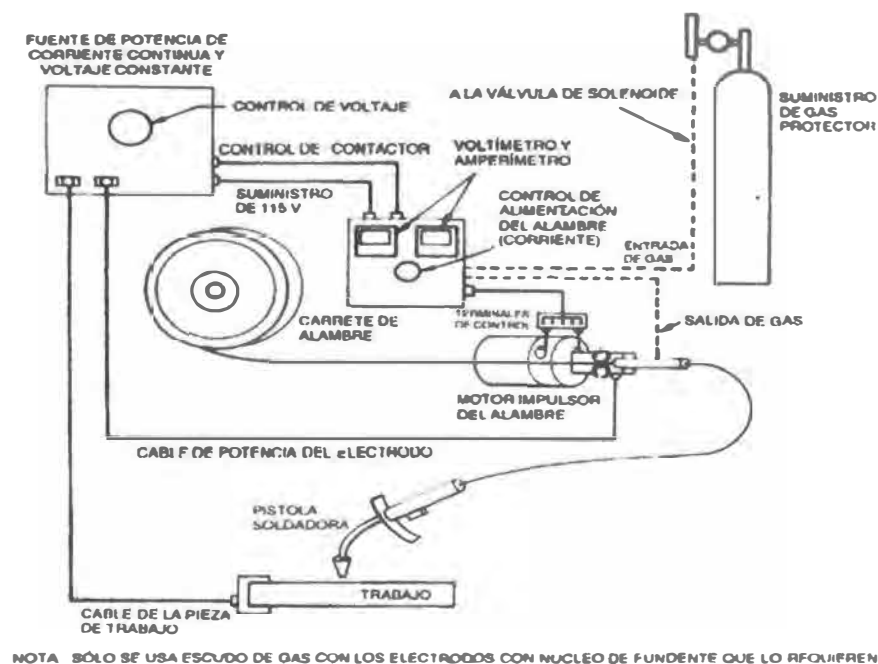


Figura 3.7 Equipo de soldeo con alambre tubular (FCAW)

3.3.2.3 Clasificación de alambres tubulares según AWS

Para nuestros propósitos de reparaciones de maquinaria pesada existen las A5.20 y A5.29.

E X X T – X**1 2 3 4 5****E X X T X – X X****1 2 3 4 5 6 7**

- 1 = Electrodo
- 2 = Mínimo esfuerzo de resistencia x 10,000 psi
- 3 = Posición de soldeo
- 4 = Tubular
- 5 = Modo de uso
- 6 = Composición de depósito
- 7 = Uso de gas protector.

3.4 El Ciclo Térmico

Es bien conocido que las propiedades mecánicas de los metales dependen de su macro y micro estructura, que están en función de su composición y de las transformaciones de fase que se producen durante la solidificación y posterior enfriamiento, hasta llegar a la temperatura ambiente y luego hasta la del trabajo; por lo que considero pertinente un pequeño repaso sobre el ciclo térmico.

Prácticamente, todos los metales y aleaciones sufren cambios o transformaciones micro estructurales en su estado sólido cuando son expuestos a altas temperaturas. Estos cambios provocan a su vez cambios en sus propiedades mecánicas, por lo que, elementos de máquinas hechos de estos materiales pueden verse afectados en su comportamiento mecánico. En los aceros, la permanencia a determinadas temperaturas y luego su posterior enfriamiento, pueden alterar sus microestructuras.

Con el conocimiento de la metalurgia de estas aleaciones, se puede controlar los calentamientos y enfriamientos para así darles propiedades mecánicas deseadas. A esto se conoce como Tratamiento Térmico.

Sin embargo, hay eventos en los que estos calentamientos y enfriamientos no se realizan con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de estos aceros, sino que son consecuencias inevitables de otros procesos involucrados, como son las soldaduras.

En un proceso de soldadura por fusión, necesariamente involucramos el aporte de calor para unir las partes entre sí. Este aporte de calor es extremadamente importante no solo porque a través de él se consigue la unión, sino porque afecta las propiedades mecánicas de las partes como consecuencia de la alteración de sus microestructuras. Es más, puede provocar variaciones dimensionales y tensiones internas residuales que pueden afectar la integridad estructural de la unión soldada.

Por lo tanto; de lo expuesto hasta ahora podemos pre concluir lo siguiente: Cuando se calienta y enfría un metal o aleación para mejorar sus propiedades, estamos efectuando un tratamiento térmico.

En cambio, cuando el metal es sometido a calentamiento y enfriamiento como consecuencia de procesos de soldadura, estamos en el campo del ciclo térmico. Este ciclo térmico es un evento inevitable en un proceso de soldadura por fusión, pero puede ser controlado para optimizar los resultados. Hay tres características básicas que evidencian el ciclo térmico:

- . Distribución de temperatura máxima en zona afectada por el calor (ZAC).
- . Velocidad de enfriamiento en el metal fundido (cráter) y en la ZAC.
- . Velocidad de solidificación del metal fundido.

3.4.1 Distribución de la temperatura

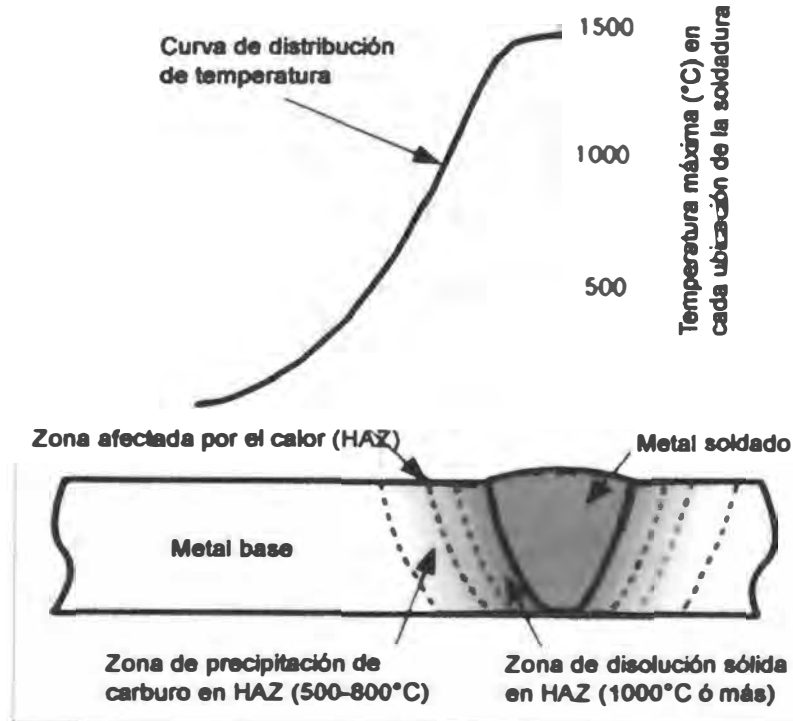


Figura 3.8 Distribución de la temperatura en el proceso de soldeo.

3.5 Procesos de reparación de implementos de corte

Llamados también herramientas de corte (cucharones, lampones, cuchillas, desgarradores). Estas estructuras representan una gran parte de los costos de mantenimiento, pero muchas veces no se tienen en cuenta como gastos de operación.

Las herramientas de corte están diseñadas especialmente para cortar y desgarrar, siguiendo un patrón de desgaste típico para cada una de ellas. Pero solo el usuario puede saber dónde trabajará su máquina o a que aplicación se destinará. Por lo tanto, su decisión es extremadamente importante en la prolongación de la vida útil de ellas.

Hay diferentes clases de reparaciones a las que se enfrenta un soldador de mantenimiento, entre las más significativas podrían ser:

3.5.1 Roturas

División de la pieza en dos o más partes como resultado de aplicaciones de esfuerzos superiores a su resistencia (impactos, etc.). Antes de toda reparación se debe preparar el material (consiste en limpieza total de grasas y óxidos).

Para reparar una rotura debe soldarse todo el espesor de la pieza, haciendo una soldadura de penetración total. Hacer los chaflanes necesarios en función de la geometría de la pieza y de la rotura, así como los cordones necesarios.

3.5.2 Fisuras

Quizás sean las que originan la mayor cantidad de reparaciones, normalmente, antes que se produzcan las roturas, las fisuras avisan del sobreesfuerzo a las que están siendo sometidos los materiales. Lo correcto sería intentar reparar estas fisuras antes que llegue a la rotura. Tienen gran velocidad de crecimiento, especialmente en piezas que están sometidas a tensiones mecánicas altas y a aumentos altos de temperatura. Es de suma importancia eliminarlas completamente antes de empezar con la reparación por soldadura. Esto se puede conseguir mediante amolado, arco, o cualquier otro método.

3.5.3 Refuerzos

Generalmente, un refuerzo es un elemento que se añade a una pieza sometida a esfuerzos superiores a su resistencia, con la finalidad de aumentar esa resistencia y mejorar su performance.

Además de los métodos mecánicos de limpieza y preparación de material, existen en el mercado, electrodos revestidos para estos trabajos mediante arco eléctrico. Electrodo de corte y perforación (super corte, KD 30), electrodos para ranurados, chaflanados, eliminación de fisuras, soldaduras defectuosas, etc. (Chanfercord).

3.5.4 Soldadura de reparación

La preparación del material en un implemento de corte, además de la limpieza total, involucra una inspección visual completa para buscar:

- **Desgastes excesivos, roturas y fisuras:** En planchas laterales, de fondo, esquinas, cantoneras, puntas, cuchillas, uñas, adaptadores, etc.
- **Juntas soldadas:** Están agrietadas o desgastadas, ver si se han vuelto a soldar.
- **Refuerzos:** Están los refuerzos doblados, gastados, o necesitan cambio.
- **Articulaciones:** Excesivo juego en pines y bocinas.
- **Planchas de desgaste:** Señales de desgaste severo, si requieren cambios.



Figura 3.9 Reparación de cucharón de cargador de bajo perfil de 6 yd³ Caterpillar.

Luego de la preparación, con eliminación de partes por corte y apuntalamiento de los reemplazos, seguir el siguiente procedimiento:

3.5.4.1 Cuando se conoce la composición del metal base

1.- Precalear la pieza según su composición y espesor. La temperatura de precalentamiento se calcula con las fórmulas según IIW:

$$C_{eq} = \%C + (\%Mn + \%Si)/6 + (\%Ni + \%Cu)/15 + (\%Mo + \%Cr + \%V)/5 \quad (\text{Ec. 3.1})$$

$$C_e = C_{eq} \times e \times 0.005 \quad (\text{Ec. 3-2})$$

$$C_T = C_{eq} + C_e \quad (\text{Ec. 3.3})$$

$$T_p = 350 / (C_T - 0.25) \quad \text{en } ^\circ\text{C} \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Donde:

C_{eq} : Carbono equivalente en función de composición química de metal base.

C_e : Carbono equivalente en función de espesor de metal base.

e : Espesor de metal base en mm.

C_T : Carbono equivalente total.

T_p : Temperatura de precalentamiento recomendable (Es importante mantener esta T_p durante el soldeo y luego buscar un enfriamiento lento).

- 2.- Seleccionar un consumible de soldadura lo más similar posible al material base.
- 3.- Proceder al soldeo con las pasadas necesarias, en cordones finos, manteniendo las temperaturas entre pasadas, sean lo más parecidas a la de precalentamiento.
- 4.- Luego de finalizar cada cordón, limpiar escrupulosamente la escoria.
- 5.- Después del proceso de soldeo, evitar enfriamiento brusco.

3.5.4.2 Cuando se desconoce la composición del metal base

Se recurre a métodos prácticos y rápidos, de los cuales se obtiene gran información sobre el comportamiento del material. Hay tres pruebas clásicas:

Esmerilado: La forma y cantidad de chispas desprendidas durante el esmerilado nos indica el contenido de carbono. Esta característica influye muy importantemente en la templabilidad y por tanto en su soldabilidad.

Mecanizado: Dificultad de penetración de una lima o sierra en el material indica su dureza y nos da una idea del estado de temple del acero. Esto también nos indica la cantidad de carbono que pueda contener.

Magnetismo: Los aceros como los inoxidables o las fundiciones de acero, no tienen comportamiento magnético, por lo que no son atraídos por un imán. Por lo tanto, sus tratamientos para la soldadura de reparación serán muy diferentes a las de los aceros al carbono.

También existen otras pruebas de campo, como la de depositar puntos de soldadura en el metal base y tratar de sacarlas con un cincel y martillo, esto nos puede indicar el comportamiento de la liga y la compatibilidad entre ambas.

Cuando se desconoce la composición del material base, es casi imposible elegir un consumible con características cercanas, por lo que los fabricantes disponen de una gama de consumibles, llamadas tradicionalmente como consumibles de reparación de uso Universal. Las reparaciones con estos consumibles son tanto mejor cuanto mayor sea la información que se pueda obtener del metal base.

El contenido de carbono observado mediante las pruebas de chispas y dureza, proporciona suficiente información para poder clasificarlos en tres categorías:

3.5.4.3 Aceros dulces (bajo contenido de carbono)

Son los de menor dificultad para su reparación. Generalmente no necesitan precalentamiento, a menos que tengan espesores considerables. Si el espesor es menor de 25 mm, solo calentarlo ligeramente y soldarlo a 25 °C, si el espesor es mayor, calentarlo 25 °C por cada 25 mm de espesor.

Esta regla es bastante útil, más aún cuando se trabaja en climas muy fríos donde hasta los aceros más dulces se fragilizan, dificultando su soldabilidad.

Consumible : AWS: A5.1 : E7018-1 HB ISO2560-A : E46 3B 32 H10.

3.5.4.4 Aceros de medio contenido de carbono

Contenido de carbono equivalente entre 0.23 y 0.50, su templabilidad es mayor a la de los aceros dulces. Para evitar templado en la zona afectada por el calor (ZAC) y el peligro de fisuración que esto representa, es preciso el precalentar a mayores temperaturas que los aceros dulces : De 100 a 150 °C.

Del mismo modo, aumentar a esta temperatura 25°C por cada 25mm de espesor.

Consumible recomendado: AWS: E307-26 Capa intermedia en A. manganeso.

AWS: A5.4-92, E312-16 Rutilico básico.

3.5.4.5 Aceros de alto contenido de carbono

Son los que sobrepasan el 0.50 de carbono equivalente, son de muy rápida templabilidad y su soldadura resulta de gran dificultad (se van fisurando a medida que se va soldando, si es que no se toma las precauciones). Su soldabilidad es casi imposible si sobrepasa el 0.80 % de Ce.

Es preciso el precalentamiento a altas temperaturas; como referencia práctica podemos tener que una pieza de 25 mm de espesor debería precalentarse a un

mínimo de 250 °C, de la misma manera aumentar 25°C por cada 25 mm de espesor, en la práctica es muy difícil seguir esta regla, pero por lo general, precalentar entre 300 a 400°C cuando se sospecha que su contenido de C es elevado.

Recomendables: AWS: E307-26

AWS: A5.4-92 E312-16 rutilicos, básico, austeníticos.

3.5.4.6 Aceros no magnéticos

Generalmente se tratan de aceros austeníticos o aleaciones de níquel. Dentro de estos están los inoxidables, los aceros al manganeso o fundiciones de alta aleación.

Algunas referencias que nos pueden ayudar a identificarlas son:

- Las fundiciones de acero, no tienen soldadura, son piezas de una sola moldura.
- Los aceros al manganeso son muy utilizados en componentes de desgaste de implementos de corte de maquinaria pesada. La oxidación superficial se presenta en forma de puntos salpicados de color marrón.

En estos casos, al contrario de los aceros anteriores, el precalentamiento no es necesario, es preferible el soldeo en frío (nunca debajo de 20°C, ni más de 100°C).

Aún si llegamos a distinguir el tipo de acero, no podremos elegir el consumible que más se le parezca, por esta razón, los recomendables son los más versátiles.

Recomendables: AWS A5.4: E309 LMo-16 ISO 358-A : E23 12 2L R32

3.6 Recargue mediante soldadura (también llamado metalizado duro)

Los costos de reemplazo de componentes desgastados, o averiados durante su utilización, hicieron posible el desarrollo de técnicas de lucha contra el desgaste, conocidas como "recargue duro", haciendo posible que estos componentes sean

reutilizadas nuevamente. Lográndose muchas veces que las piezas reparadas superen las propiedades mecánicas de las originales y resultando en mayor vida útil, traduciéndose en rendimiento y ahorro.

Un factor decisivo para un recargue exitoso, es el conocimiento de los mecanismos de desgaste a los cuales están sometidas las piezas. Estos factores son los que nos dirán que consumibles apropiados debemos usar, los procedimientos y naturaleza de los materiales.

Los requerimientos más importantes de los consumibles son: Dureza, altas temperaturas, resistencias a la abrasión, erosión, impacto, corrosión etc.

3.6.1 Preparación para el recargue

Seguir con las recomendaciones del tema de reparación. Generalmente las superficies desgastadas presentan defectos que deben ser escrupulosamente eliminadas, estos pueden ser fisuras, óxidos, inclusiones, etc., etc.

Todo lo concerniente a la identificación de materiales y sus manipuleos térmicos, también son vigentes para este tipo muy especial de reparación. Por lo tanto, cuanto mejor sea la técnica usada, mejor será el resultado y durabilidad del componente recargado, con lo que se bajan costos y tiempos de mantenimiento, aumentando su productividad.

Una parte importante de la preparación es la reconstrucción, con el material lo más similar posible, con las recomendaciones de identificación y manipuleos térmicos dados en el tema de reparación.

3.6.2 Como elegir el proceso de recargue

Ante una pieza desgastada, se debe identificar el mecanismo de desgaste al que fue sometida y encontrar el material y procedimiento más óptimo y económico para recuperarlo.

El decir económico no significa barato, se refiere a encontrar la solución de mayor durabilidad de la pieza recargada, que dé mayores beneficios que el costo de recargue, incluido la preparación y tratamientos.

De acuerdo a este concepto, se elegirán los procesos más convenientes, según los tamaños de los componentes y los medios que se dispongan. En el mercado existen consumibles de gran rendimiento diseñados para este fin, seleccionar los más convenientes.

Los tipos de desgaste a los cuales están sometidos los implementos de corte son los que vimos en 3.1, por supuesto que casi no existe un desgaste puramente originado por uno de ellos, generalmente es por la combinación de dos o más de estos mecanismos de desgaste.

3.6.3 Recargue resistente a la abrasión

Los materiales que mejor resisten a la abrasión son los de mayor dureza, pero debemos tener presente que la dureza es una propiedad opuesta a la tenacidad, mejor dicho, cuanto más duro, es menos tenaz. Esto es un factor determinante en la elección del consumible. Sabemos que en los implementos de corte no solo está presente la abrasión, también están sometidos a erosión por impacto, por lo que el recargue debe ser lo suficientemente duro y tenaz al mismo tiempo.

Lo descrito, refuerza más el procedimiento de estudiar las causas del desgaste antes de proceder al recargue. Generalmente, las aleaciones resistentes a la abrasión tienen:

- 1.- Muy elevada resistencia a la compresión.
- 2.- Débil resistencia a la tracción.
- 3.- Débil resistencia al cizallamiento.

Si tenemos como base estas propiedades, entonces para un buen recargue resistente a este tipo de desgaste, se debe cumplir con lo siguiente:

- 1.- Realizar el recargue de manera que las fuerzas actúen en compresión.
- 2.- Antes del recargue, depositar una almohadilla (capa intermedia con depósito de elevado límite elástico) que sirva de ayuda para soportar deformaciones y evitar fisuras.

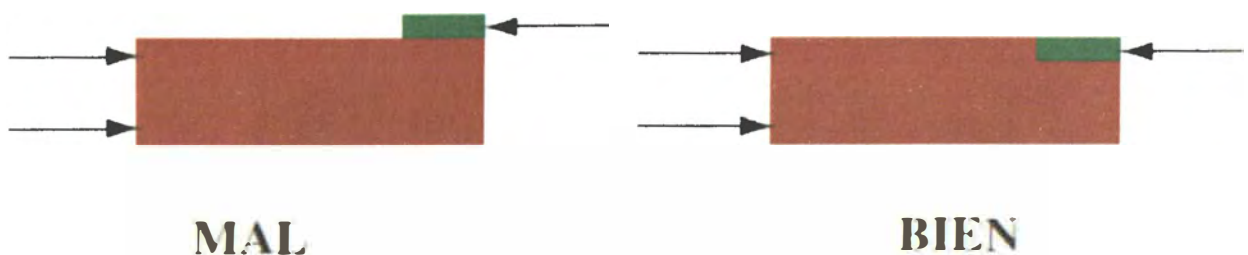


Figura 3.11 Forma de insertar un recargue en una plancha de desgaste.

3.6.4 Protección de superficies (también llamado metalizado duro de superficies)

Buscar la manera más eficaz y económica, efectuando cordones paralelos al flujo de partículas abrasivas o en forma de achurados o botones de tamaños apreciables.

Una forma generalizada de disponer los cordones es en forma de tablero de ajedrez, donde los parámetros importantes son la distancia entre cordones "p" y el ángulo X° respecto de un punto de referencia.

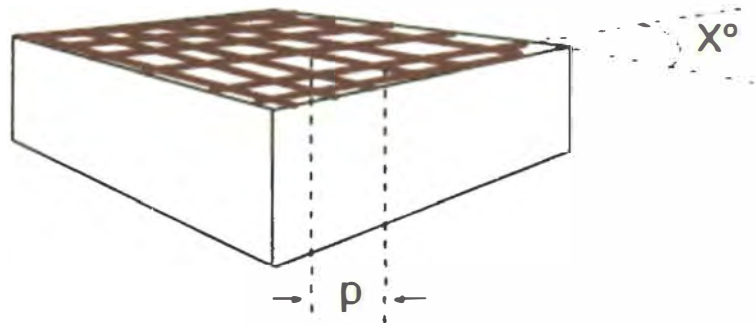


Figura 3.12 Buscar orientación óptima de cordones según desgaste.

Todo mecanismo de protección anti desgaste, depende mucho de las condiciones de trabajo, la práctica define los valores de estos parámetros.

Un ejemplo: Los dientes de un cucharón de excavadora; en esta aplicación, el material abrasivo es de tamaño variable y contiene partículas pequeñas que llenan los espacios entre cordones, esta masa de partículas, protege al material base de las partículas mayores, ver Fig. 3.13.

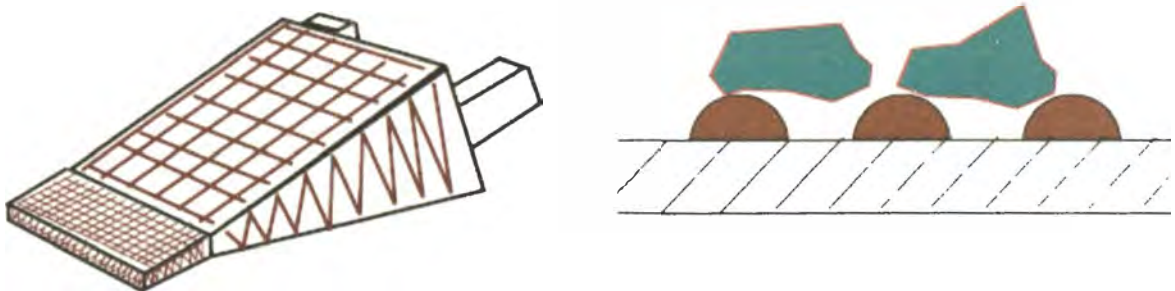


Figura 3.13 Recargue de elemento de desgaste (disposición de cordones)

Los consumibles que se elegirán serán los que depositen material de gran dureza pero estarán supeditados a limitaciones de tenacidad, temperatura, etc.

Todos estos eventos descritos hasta ahora, son realizables por el taller móvil en el mismo sitio del trabajo de los equipos.



Figura 3.14 Protección de pared lateral de cucharón de cargador frontal

CAPITULO 4

PROCESOS DE RECONSTRUCCIÓN DE UNIONES ARTICULADAS IN SITU

4.1 Unión articulada en maquinaria pesada

Mecanismo bisagra pivotante que une dos componentes estructurales. Ejemplos: La articulación central de un cargador frontal de ruedas que une el bastidor delantero con el posterior, la articulación que une la punta de brazo (stick) de una excavadora con su respectivo cucharón, etc. etc.

4.1.1 Partes

Este mecanismo está compuesto de un pin pasador, los alojamientos que soportan a este pin pasador y los respectivos cojinetes (bocinas), los espaciadores, los puertos de engrase, los sellos y los seguros.



Figura 4.1 Unión articulada entre vástago de cilindro hidráulico y link

Estos puntos están dentro de los más críticos de toda máquina pesada, por estar expuestos a elementos contaminantes y abrasivos (figura 4.1).



Figura 4.2 Uniones articuladas en excavadoras de orugas.

Si bien es cierto que estos mecanismos de bisagra están provistos de puertos de engrase y sellos de protección, también están sometidos a grandes esfuerzos y mecanismos de desgaste natural y desgaste prematuro incluso a deformaciones.

4.2 Desgaste en una unión articulada

Estos puntos de giro tienen gran tendencia al desgaste por la naturaleza de su función. Cuando estos puntos se van desgastando, el equipo tendrá mayores juegos en sus articulaciones, por lo que esto implicará mayores esfuerzos y tensiones a los cojinetes y al sistema hidráulico y expondrá a mayores riesgos de

falla a otros componentes, al mismo tiempo que dificultará las acciones de recoger, empujar o cavar de los implementos, traduciéndose todo esto en menor rendimiento y aumento de costos de operación y reparación.

Los mecanismos de desgaste clásicos son por: Adherencia, abrasión y fatiga, resultando en la pérdida de la redondez de los diámetros, tanto del pin como de sus alojamientos; esto a su vez origina la pérdida de sus juegos y tolerancias.

La experiencia nos ha enseñado que, también los alojamientos, tanto de los pines como de las bocinas o bujes, pierden redondez por deformación, sin necesidad de que el desgaste de la bocina llegue al material base (puntos sometidos a grandes esfuerzos), por lo tanto es inevitable la recuperación de sus dimensiones originales para alojar las nuevas piezas de recambio.

4.3 Proceso de reconstrucción

El grado de frecuencia que tiene este servicio es tal, que hay empresas mayores que ya han implementado áreas especializadas exclusivamente para reparación de articulaciones, con su respectivo personal y herramientas, así como existen áreas de motores, soldadura, hidráulica, etc.

La reconstrucción consiste en la recuperación de las dimensiones originales estipuladas en las especificaciones de fábrica. En este caso, los diámetros interiores y paredes laterales de los alojamientos, ya sean individuales o múltiples en línea.

Para este proceso se requiere conocimiento, experiencia y pericia en soldadura SMAW, GMAW y el barrenado de diámetros interiores.



Figura 4.3 Barrenadora portátil instalada en brazo de mini cargador.

Generalmente, la reparación de articulaciones también incluye la recuperación de pines mediante soldadura, pero en este caso, nos limita la capacidad del torno (liviano) de nuestro carro de servicio, por lo que esto se realizará en los talleres base, donde se disponen de tornos de gran potencia de desbronce, salvo que se trate de casos especiales de urgencia en el campo.

Nota importante: Una forma extendida de presupuestar este servicio en nuestro medio, es por el área recuperada: $C \times H = A$ (Ec. 4.1)

Donde: C = Longitud de circunferencia del agujero en mm (pulg.)

H = Altura del agujero en mm (pulg.)

A = Área en mm^2 (pulg.²).

En nuestro medio, el precio de la pug.² varía entre 5.00 y 20.00 \$/pulg.²



Figura 4.4 Recuperación de pines mediante soldadura y maquinado

4.3.1 Máquinas herramientas utilizadas

Este proceso involucra soldadura de recarga y maquinado. Las herramientas que utilizaremos son:

- Una máquina soldadora de diámetros interiores (Bore welder) más fuente.
- Un barrenador portátil y accesorios (Portable Boring Machine).
- Una máquina de soldar SMAW (en nuestro caso una motosoldadora diesel).
- Un esmeril angulable (amolador).
- Un rectificador manual de alta velocidad.
- Un vernier, un calíper de interiores, un comparador de dial base magnética.
- Un alesómetro.

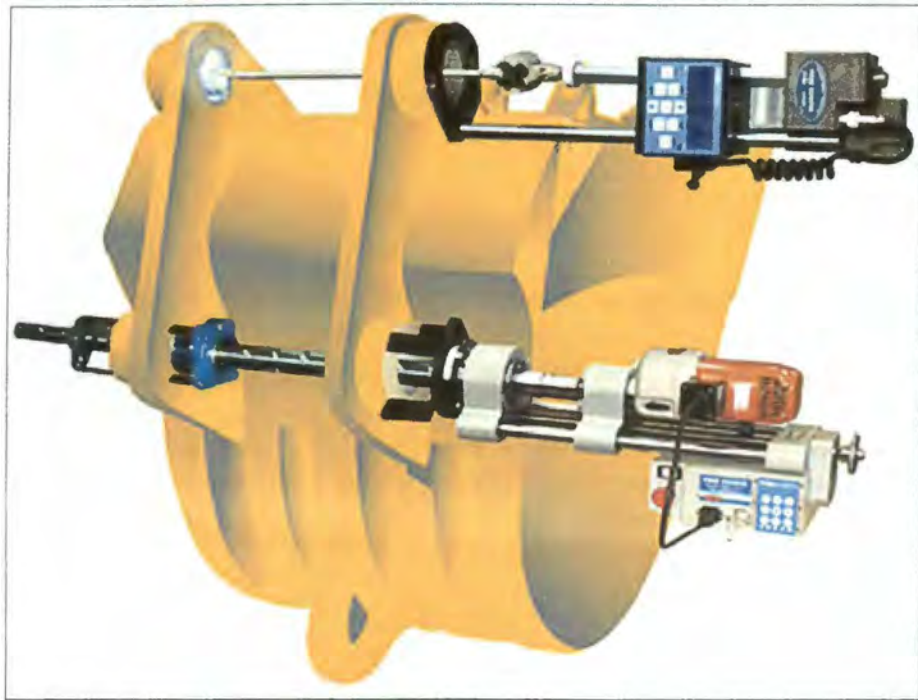


Figura 4.5 Barrenadora y soldadora instaladas en cucharon

4.3.1.1 Maquina soldadora de diámetros interiores (bore welder)

Esta es una máquina automática que consiste en un cabezal con antorcha de soldadura giratoria, alimentada por una fuente de soldadura MIG/MAG. Utiliza alambres de 0.8, 0.9 y 1.2 mm de diámetro. La velocidad de rotación de antorcha es ajustable, como también la de alimentación de alambre. Los cordones quedan en forma de espiral uno junto al anterior con penetración tanto en material base como en el cordón anterior. En aceros se recomienda el uso de argón y CO₂. (este equipo reduce el tiempo de relleno manual, hasta en un 70%). (Figs. 4.5).

Nota: Cuando no se dispone de este equipo, el relleno lo hacemos manualmente con proceso SMAW, con la gran desventaja del tiempo de demora y el concurso de un soldador de gran pericia en relleno de agujeros en todas posiciones evitando toda porosidad.

4.3.1.2 Barrenadora portátil

Es una máquina herramienta cuya función principal es el maquinado del diámetro interno de los agujeros. Consiste en un cabezal-motor con velocidad de corte

regulable, que da movimiento a una barra porta herramienta (cuchilla), esta barra gira en el eje de los agujeros a maquinar. El avance puede ser manual o automático, (Fig. 4.5).

En la Fig. 4.6 se muestra una barrenadora fabricada en nuestros talleres, a muy bajo costo y muy liviano (debe ser operada por un solo hombre). Como se podrá observar, su aplicación es bastante versátil y amplia, no solo se centra en la reparación de maquinaria pesada, también se utiliza en diferentes trabajos y diferentes equipos.

Generalmente, estas herramientas especiales son de importación y tienen precios considerables, por lo que su adquisición es un poco restringida para talleres menores.

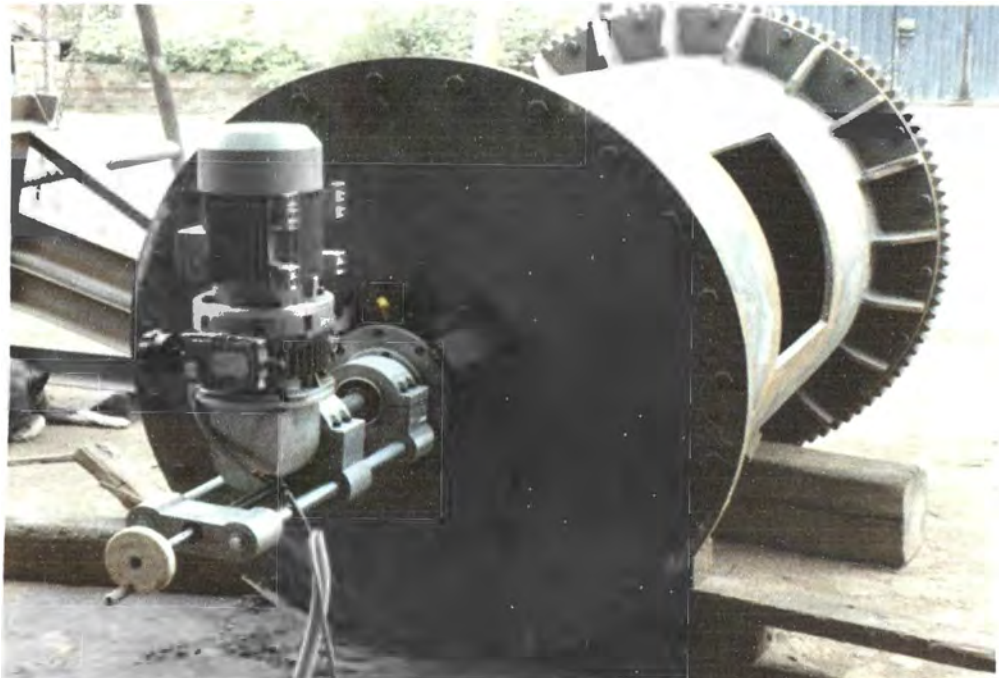


Figura 4.6 Maquinado de alojamientos de chumaceras de molino con barrenadora fabricada en nuestros talleres.

4.3.2 Procedimiento de reparación

Para propósitos de este informe, describiremos los pasos de la reparación de los alojamientos (agujeros) de articulación de un implemento de corte (cucharón) de una excavadora.

1.- Acondicionamiento de los puntos a intervenir desarmado de la articulación: Hay veces que el desarmado se hace con ayuda de la propia máquina y hay otras, donde se requiere la ayuda de dispositivos de izaje o de otras máquinas. Luego extraer los pines y bocinas desgastadas.

2.- Limpieza de toda la junta, utilizar solventes y si es posible aire a presión. Luego, centrar la barra de barrenado en los agujeros en línea e instalar la barrenadora. Luego, realizar el maquinado, lo suficiente para conseguir la redondez de los agujeros desgastados

3.- Retirar la barrenadora e instalar en el mismo centrado, la máquina soldadora de diámetros interiores (bore welder).

4.- Esta es una soldadora MIG automática y está diseñada para depositar cordones en la superficie interior de los agujeros.

Nota Importante: Cuando no se tiene esta máquina, el relleno se hace manualmente con electrodo revestido, para esto el soldador debe ser un experto en recargue de agujeros en todas posiciones. Esta operación manual consume mucho tiempo, sumándose a esto los posibles defectos que conlleva esta acción por su grado de dificultad (porosidades, uniformidad de cordón y control de temperaturas). El depósito del relleno debe ser tal que cubra el diámetro original al cual se desea llegar. Si la superficie lateral al agujero requiere relleno, aprovechar la instalación de la soldadora automática o en caso contrario, rellenarlo manualmente.

5.- Retirar la máquina soldadora e instalar la barrenadora para maquinar el agujero a la medida requerida. Cuando se trata de relleno manual, antes de instalar la barrenadora, desbastar los defectos de uniformidad de cordón del relleno, utilizando una turbineta o rectificador manual de alta velocidad.

6.- Para empezar el maquinado, realizar cortes de desbaste a bajas velocidades (100RPM) para evitar rotura de cuchillas cuando se encuentre con puntos carburizados, más aún cuando fué rellenado manualmente. Cada vez que se realice un corte, medir con precisión el diámetro del agujero, para darle el nuevo corte. Al finalizar el maquinado, comprobar la conicidad con el alesómetro.

7.- Para maquinar la superficie lateral (face) al agujero, instalar en la misma barra el refrentador que es parte del kit del barrenador. Con esta herramienta se da la altura de las caras de los alojamientos y evita el uso de suplementos (suples) entre caras.

8.- Luego de terminado, desmontar el barrenador y los apoyos de barra, limpiar todo vestigio de soldadura, nuevamente comprobar las conicidades con el alesómetro y finalmente lubricarlos para su almacenaje o montaje Fig. 4.11.



Figura 4.7 Barrenado de orejas de cucharón de excavadora Komatsu.



Figura 4.8 Acabado de alojamientos barrenados



Figura 4.9 Reconstrucción total de un cucharón de excavador

CAPITULO 5

DISEÑO DE BANCO DE REPARACIONES DE CILINDROS HIDRÁULICOS Y PLUMA HIDRÁULICA

5.1 Generalidades

Toda articulación siempre está ligada a uno o más cilindros hidráulicos que le dan movimiento. Por lo que este componente crítico es otro, cuya frecuencia de servicio es también elevada, de lo que se puede deducir que los gastos en reparación de estos, tienen alta incidencia en los gastos totales de mantenimiento.

Con bastante frecuencia se afirma que el 25% de las fallas mecánicas de los equipos, están relacionadas con el diseño. Respecto de los cilindros hidráulicos, esto nos sugiere que uno de cada cuatro tiene problemas de diseño con relación a la aplicación en la cual estén operando. Esto no significa que el cilindro no efectuará su trabajo, lo hará pero no con la vida útil esperada.

Puntualmente, si un cilindro requiere de frecuente reparación, se debe investigar las causas incluso llegar al diseño.

5.2 El cilindro hidráulico

También llamados motores hidráulicos lineales, son actuadores mecánicos que se utilizan para conseguir fuerza a través de un recorrido lineal.

Este actuador obtiene la energía de un fluido presurizado, que típicamente es un aceite hidráulico. Consiste básicamente de dos piezas: Un cilindro barril y un émbolo móvil conectado a un vástago. El cilindro está cerrado por ambos extremos, una tapa posterior ciega y otra delantera atravesada por el vástago. El émbolo divide al cilindro en dos cámaras, la cámara de pistón y la de vástago. La presión actúa sobre el émbolo para darle movimiento lineal. La fuerza máxima que puede dar este actuador es función del área máxima del émbolo y la máxima presión admisible aplicada (Principio de Pascal).

$$F = P \times A \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Esta fuerza es constante desde el inicio hasta el fin de carrera, la velocidad depende del caudal de fluido y de la superficie activada del émbolo. Están capacitados para ejercer fuerzas de tracción como de compresión. Generalmente están clasificados en dos grandes grupos:

- De simple efecto.
- De doble efecto.

En cada uno de estos grupos existen un sin número de configuraciones de acuerdo a sus usos y aplicaciones.

5.2.1 Partes: Ver Figura 5.1

- 1.- Vástago
- 2.- Cilindro.
- 3.- Anclaje u oreja- tapa de cilindro.
- 4.- Anclaje u oreja de vástago.
- 5.- Tapa delantera o tapa de vástago
- 6.- Pórticos de conexión hidráulica.
- 7.- Pistón o émbolo.
- 8.- Tuerca de pistón.

Además de estas partes básicas, existen otras que sofistican el funcionamiento, tales como: Amortiguadores, válvulas anti retorno, etc., etc.

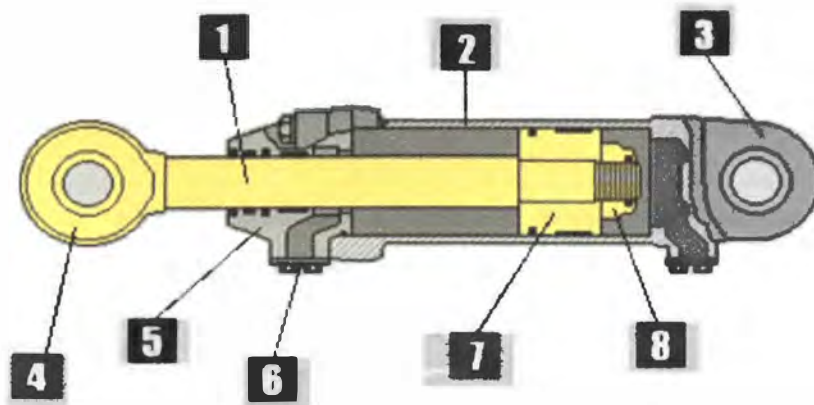


Figura 5.1 Partes de un cilindro hidráulico

Kind	Piston Seal							Rod Seal		Combined Seal	Buffer Seal			Rotary Seal	
Type	KOS	KOD	KUY	KSP	KSPW	KCP	KOP	KIS	KSS	KUS	KSB	KSK	HBTY	HBTZ	LFT
Shape															
Material	Polyurethane		NBR, FKM					Polyurethane			NBR, FKM	NBR, Engineer plastic			
Pressure (Mpa)	35	70	35	35	50	35	35	35	70	35	35	35	35	35	35
Temp. (°C)	95 -30	95 -30	100 -20 150	100 -20 150	100 -20 150	100 -20 150	100 -20	95 -30	95 -30	95 -30	95 -30	100 -20 150			
Speed (m/s)	0.5 0.03	0.5 0.03	0.5 0.03	1.5 0.005	1.5 0.005	1.5 0.005	1.5 0.005	1.0 0.03	1.0 0.03	Rod: 1.0 Piston: 0.5 0.005	1.0 0.03	1.5 0.005	1.5 0.005	1.5 0.005	Rotary Motion

Figura 5.2 Ejemplo de tabla de selección de sellos hidráulicos más utilizados

5.2.2 Fallas en cilindros hidráulicos

Las más comunes son:

- Dobladura de vástagos.
- Expansión o dilatación de diámetro interior de cilindro.

- Averías o daños en superficies de trabajo (vástago, cilindro).
- Acabado de las superficies de trabajo (rugosidad).

5.2.2.1 Dobladura de vástago

Pueden ser causados por diámetro insuficiente, resistencia de material, montaje defectuoso, o una combinación de ellas.

Un vástago doblado, genera cargas excesivas sobre los sellos de la tapa de vástago, lo que se traduce en falla prematura de estos.

Siempre que se repare un cilindro, verificar la rectitud del vástago. Para hacerlo, colocar el vástago sobre dos apoyos formados por dos pares de rodajes (Fig.5.3) de tal manera que la distancia entre estos apoyos sea lo más larga posible (L), luego medir la desviación en el punto medio (L/2) con un comparador de dial.

Para calcular la desviación máxima permisible medida en L/2, utilizar la siguiente fórmula práctica (Brendan Casey, Secretos de la Hidráulica):

$$\text{Desviación Máxima (mm)} = 0.5 \times L / 1000$$

Donde L = Distancia entre los apoyos en mm.

Se considera aceptable una desviación de 0.5 mm por metro lineal. Si un vástago está doblado, evaluar la carga actual sobre este, contra la carga permisible, basándose en la configuración de montaje y la resistencia a la tracción del material del vástago. Si la carga actual excede a la permisible, fabricar uno nuevo con mejor resistencia a la tracción o aumentar el diámetro.

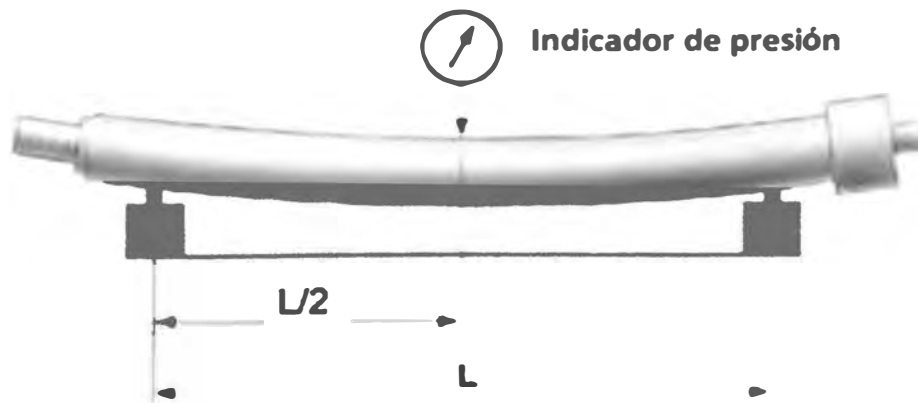


Figura 5.3 Medida de dobladura de vástago

5.2.2.2 Expansión del diámetro de cilindro

Generalmente esta expansión es consecuencia de una insuficiencia en el espesor de pared del cilindro y/o una baja resistencia del material a los esfuerzos sometidos debido a la presión. Una vez que el tubo se expande, se pierde las tolerancias entre la pared del cilindro, el pistón y el sello, lo que origina que el fluido presurizado pase a través del sello. En este contexto, el fluido a alta velocidad y el calentamiento localizado que se produce por caída de presión, erosionan los sellos.

5.2.2.3 Averías en las superficies de trabajo

Tanto en el vástago como en la pared interna del cilindro, las ralladuras y los efectos de golpes son determinantes en la durabilidad de los sellos. Las ralladuras en el cilindro se pueden corregir con el bruñido, pero esta práctica está limitada por la profundidad de las ralladuras. Así mismo el rectificado de las superficies de los vástagos, también están limitados por la severidad de las averías.

5.2.2.4 Acabado de las superficies de trabajo

Tanto en el vástago como en el cilindro, tienen efecto dramático en la vida de los sellos. Si la rugosidad es demasiado baja (superficie especular), la vida del sello se

F_p = Fuerza en lado de pistón

F_v = Fuerza lado vástago

P_p = Presión lado pistón

P_v = presión lado vástago

A_p = área pistón

A_v = área lado vástago (anular)

La fuerza que genera el lado pistón es $F_p = P_p \times A_p$ Para que haya equilibrio, esta debe ser compensada por la fuerza en el lado vástago : $F_v = P_v \times A_v$

Por lo tanto: $F_p = F_v$ $P_p \times A_p = P_v \times A_v$ de donde: $P_v = P_p \times \frac{A_p}{A_v}$

Como $A_p > A_v$ siempre, entonces: $\frac{A_p}{A_v} > 1$ siempre:

Por lo tanto: $P_v > P_p$ siempre.

Por lo que podemos deducir: Para que la fuerza en el lado vástago pueda resistir a la generada en el lado pistón, con solamente un área que es menor que la del pistón, se necesita una presión mayor que la del lado pistón. Esto explica el fenómeno de intensificación en cilindro de doble acción.

Si por alguna razón se presuriza el lado de pistón en un cilindro de doble efecto y al mismo tiempo se impide la salida del fluido del lado de vástago, la presión se incrementará en este lado hasta que las fuerzas se equilibren o el cilindro fallará catastróficamente.

Este es un fenómeno peligroso y el concepto debe ser completamente comprendido cuando se evalúan cilindros hidráulicos mediante este procedimiento.

5.4 Construcción del banco de pruebas y reparaciones

Para efectos de este informe, mostraré las fotos de un banco que construí para la empresa IMPROMEC S.R.L. (contratista en Minera Milpo, Atacocha, Volcan), en Cerro de Pasco.

reduce por falta de lubricación. Si la rugosidad es alta, es origen de fugas e ingreso de contaminantes. Si un cilindro está sujeto a fallas recurrentes, es muy posible que se tenga que rediseñar modificaciones a fin de romper el círculo de fallas y reparaciones.

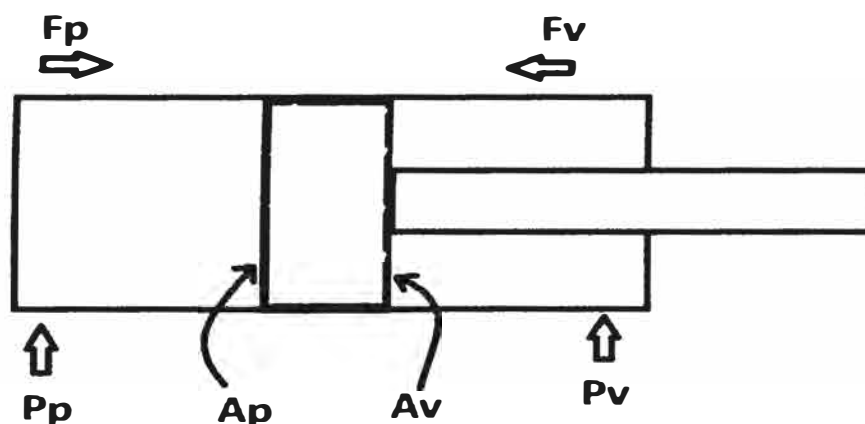
5.3 Pruebas y evaluación de un cilindro

Tradicionalmente, esta prueba se hace presurizando el cilindro en el final de su carrera y luego midiendo fugas a través del sello de tapa de vástago. La mayor limitación de esta prueba es que no revela la expansión (bombeo) del cilindro causado por la formación del aro de presión, como consecuencia de deficiencia en el espesor de pared o falta de resistencia de material.

La forma ideal de realizar la prueba de fuga a través de los sellos de pistón, es hacerla a mitad de carrera. Una desventaja de este procedimiento es, que la fuerza producida por el cilindro debe ser mecánicamente compensada o resistida, lo cual no es práctico cuando se trata de cilindros de gran diámetro.

5.3.1 El fenómeno de la intensificación de la presión

En el esquema de un cilindro hidráulico que se muestra:



La variante es que, el banco que se instalará en el camión, consiste solo de la viga bastidor sin las patas de soporte y solo de 4 metros de longitud, esta viga irá anclada directamente en el piso de la plataforma del camión y utilizará la unidad de potencia hidráulica de la grúa-camión a través de la toma de fuerza conectada en la transmisión y una válvula conmutadora de flujo VC. Ver fig. 5.4.

En este banco se realizarán los siguientes trabajos: Desarmado, armado y pruebas de integridad de cilindros hidráulicos.

5.4.1 Sistema hidráulico del banco

Compuesto de tres circuitos, ver diagrama Fig. 5.4 (Diagrama hidráulico).

- I.- Circuito de pruebas de integridad de cilindros.
- II.- Circuito de mesa deslizante (herramienta de extensión y retracción).
- III.- Circuito opcional para herramientas hidráulicas diversas.

5.4.1.1 Funcionamiento

Haciendo lectura de cada uno de los circuitos en el diagrama hidráulico (Fig. 5.4).

I.- Circuito de prueba de integridad de cilindros:

- 1.- Asegurar el cilindro en evaluación, en el banco (mediante mordazas que veremos más adelante), luego conectar las mangueras del circuito I a sus puertos AI y BI.
- 2.- Con las válvulas de aislamiento (1) y (2) abiertas, manipulando la válvula direccional (6), extender y retraer el vástago varias veces para purgar el aire.
- 3.- Posicionar el vástago a mitad de carrera y cerrar (2).
- 4.- Con la reguladora de presión (5) en cero, direccionar el flujo hacia el lado de vástago.

5.- Incrementar el ajuste de presión en la reguladora (5) hasta que la presión nominal del cilindro se vea en el manómetro (3).

6.- Cerrar la (1) y centrar la válvula direccional (6) (soltar manubrio).

7.- Registrar las lecturas de los manómetros (3) y (4), definitivamente habrá siempre diferencia de presiones. Monitorear los cambios de presión en el tiempo. Si la diferencia de presiones no se mantiene, es indicativo que hay deficiencia en los sellos de pistón o en la superficie interior del cilindro.

8.- Todos los datos técnicos de especificaciones y lecturas definitivas de las pruebas, se registrarán en documentos llamados Protocolos de Prueba, que prácticamente serán los certificados de prueba.

Nota importante: Nunca se debe dirigir el fluido hacia el lado del pistón con la válvula (1) cerrada, el fenómeno de la intensificación puede hacer que falle el cilindro con consecuencias catastróficas. En estas pruebas usar siempre elementos de protección personal.

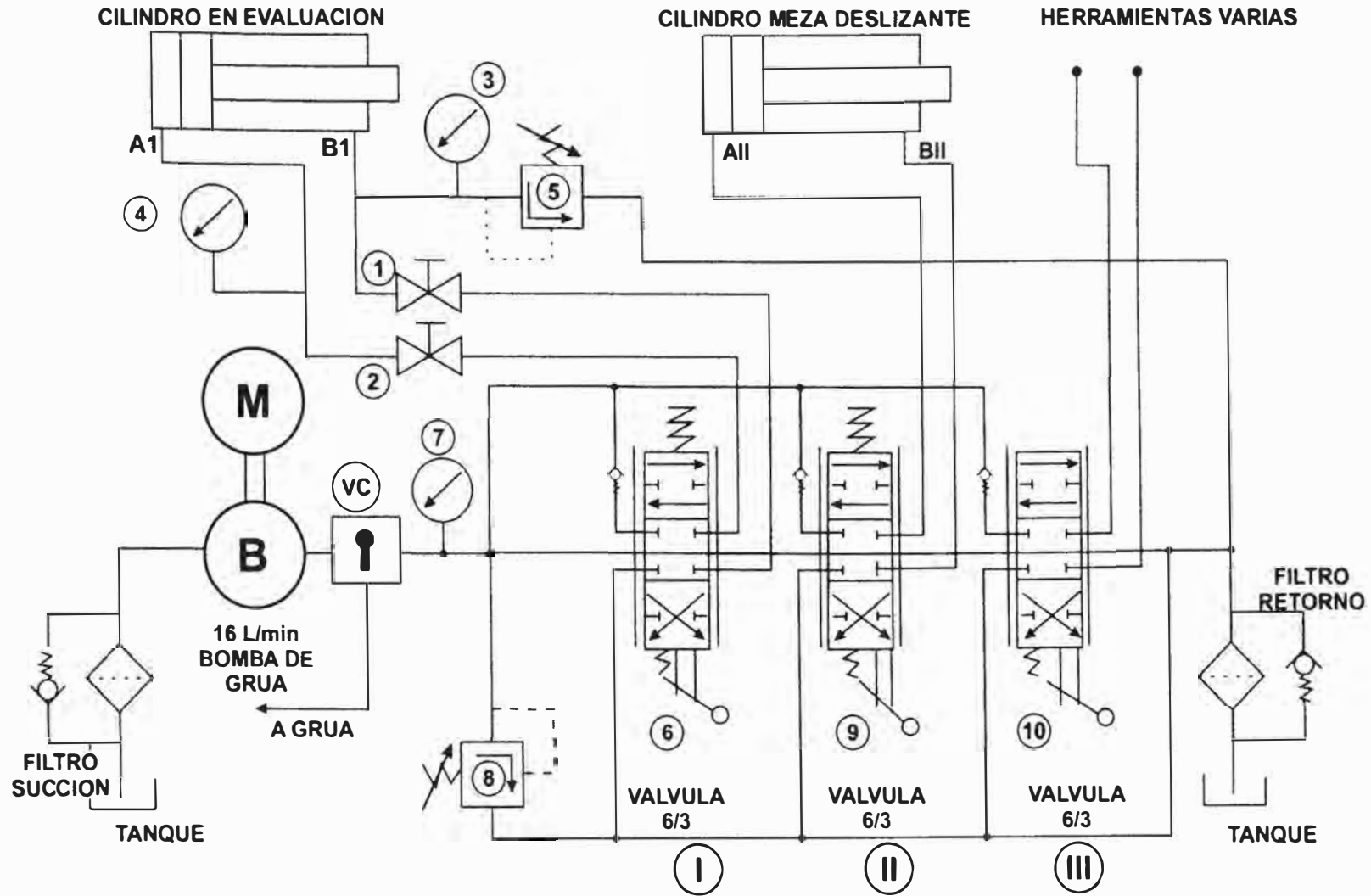
II.- Circuito de la mesa deslizante: La válvula direccional (8) acciona al cilindro de la mesa que se desliza a lo largo de toda la viga, jalando (en caso de desarmado) y empujando (en caso de armado). Las mesas se fijarán al bastidor mediante pasadores removibles uno a cada lado, en los agujeros perforados a lo largo del bastidor.

III.- Circuito opcional: Siempre es práctico tener disponible un circuito para herramientas hidráulicas diversas, como gatas, bruñidoras, prensas, extractores, etc.

Figura 5.4

Diagrama de circuito hidráulico del banco de reparaciones de cilindros

CIRCUITO HIDRÁULICO DEL BANCO DE REPARACIONES DE CILINDROS



5.4.2 Componentes principales

- 1.- Bastidor principal.
- 2.- Unidad de potencia hidráulica (será la misma de la grúa FASSI).
- 3.- Módulo de control hidráulico.
- 4.- Mesa deslizante con accionamiento hidráulico y torreta de fijación ajustable.
- 5.- Reservorio de fluido hidráulico.
- 6.- Mangueras y conectores hidráulicos.
- 7.- Una mordaza principal de sujeción fija.

5.4.2.1 Bastidor principal

Viga horizontal formada por dos perfiles C 8x4.75 de acero ASTM A36, soldadas paralelamente con una separación de 304.8 mm (12") mediante 5 cartelas de 9.52 mm (3/8") Figuras 5.5, 5.6 y 5.7 En un extremo va fijada la mordaza principal donde se sujetará el cilindro en reparación o evaluación.

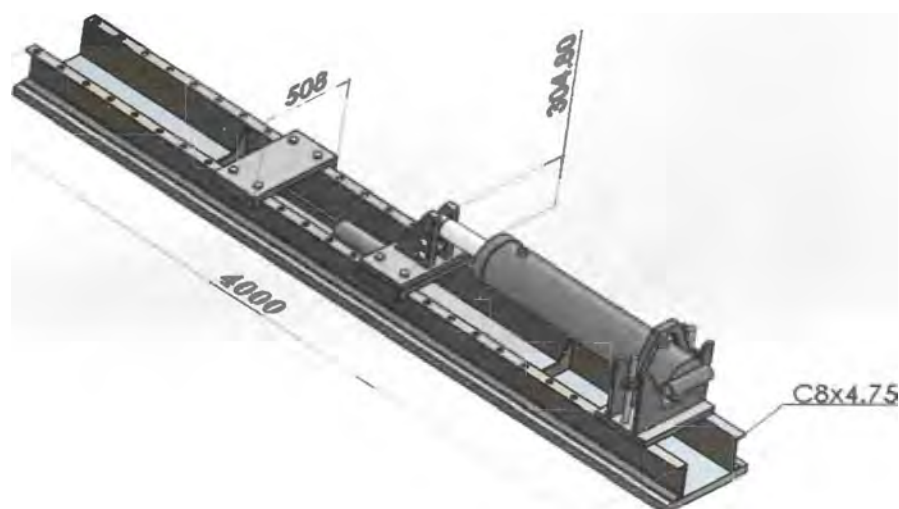


Figura 5.5 Esquema 3D dimensionado del banco hidráulico. Donde se observa la viga compuesta por dos perfiles C8x4.75 de acero ASTM A36, también la mordaza principal y la mesa deslizante con torreta de fijación de vástagos.

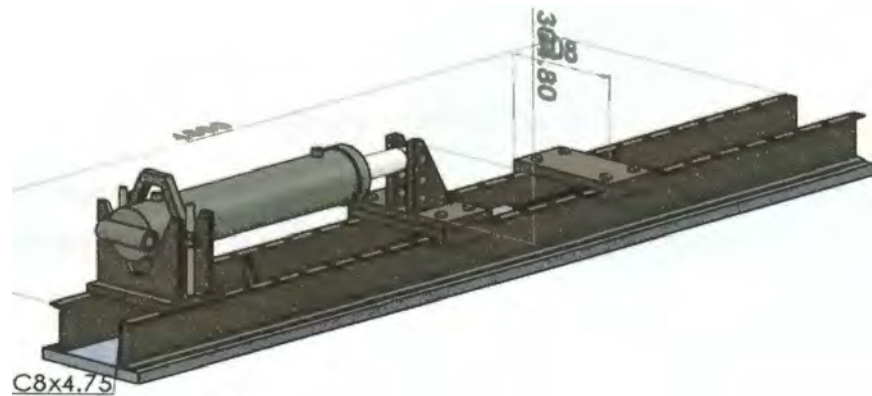


Figura 5.6 Banco hidráulico en 3D visto desde el lado derecho.



Fig. 5.7 Banco en taller de Empresa INPROMEC SRL

5.4.2.2 Unidad de Potencia Hidráulica

Se utilizará la unidad de potencia de la grúa marca FASSI que viene montada en la toma de fuerza de la transmisión del camión.

Presión máx. = 25.5 Mpa. (255 BAR).

Caudal : Q = 16 l/min.

5.4.2.3 Módulo de control hidráulico (Fig.5.8): Consta de :

- . Una válvula de commutación de tres vias (VC). Separa circuitos de grua y banco.
- . Una válvula principal de alivio (relief) (8). Rango: 0 – 255 Bar.
- . Una válvula reguladora de presión (5). Rango : 0 – 210 Bar.
- . Un manómetro principal del sistema (7). Rango : 0 – 350 Bar.
- . Dos manómetros de prueba (3) y (4). Rango : 0 – 210 Bar.
- . Dos válvulas de aislamiento de bola (1) y (2).
- . Tres válvula direccional 6/3 centro abierto, palancas autocentrantes (6), (9) y (10).



Fig. 5.8 Módulo de control del banco de IMPROMEC SRL.

5.4.2.4 Mesa deslizante

Con este componente se tira o se empuja el conjunto vástago pistón desde o hacia el interior del cilindro que esté sujetado por la mordaza fija, cuando se está desarmando o armando (Fig. 5.6 y 5.7).

Consiste en dos planchas de acero ASTM A36 de dimensiones: 508 x 355.6 x 19.05mm (20"x14"x3/4") acoplados en tandem mediante un cilindro hidráulico actuador, este conjunto se deslizará sobre el bastidor principal cuyo accionamiento hace que todo el conjunto se deslice en toda la longitud del bastidor. La fijación alternada de estas planchas en el bastidor, es mediante 2 pasadores por cada una, que se insertarán en los agujeros perforados en las planchas y a lo largo del bastidor (Fig. 5.6 y 5.7).

Sobre estas planchas vá montada dos torretas ajustables que tienen forma trapesoidal con agujeros perforados en columna, cuya función es fijar los vástagos de los cilindros en reparación. Estas torretas son de planchas de acero de 13 mm (1/2") de espesor.



Fig. 5.9 Mesa deslizante con horquilla ajustable

Cáculo del cilindro actuador de mesa deslizante: Se utilizará la unidad de potencia de la grua FASSI que va montada en la toma de fuerza de la transmisión del camión.

- Presión max. = 25.5 Mpa (255 Bar) Bomba de pistones.
- Caudal Q = 16 l/min.

Por experiencia podemos decir que: Para la extracción e instalación del conjunto piston-vástago dentro de los cilindros de mayor dimensión que caen dentro de nuestro nicho (diámetro hasta 266.7mm = 11" y carrera hasta 2.5 mt.), es más que suficiente una fuerza de empuje de 29,420 N (3 Tnf) (excavadoras CAT 345 y cargadores CAT 980), pero por factor de seguridad, asumiremos una fuerza de 98,070 N (10 Tnf), para el cual seleccionaremos nuestro cilindro hidráulico.

Utilizaremos el catálogo HERION y seleccionaremos un cilindro de doble efecto del tipo LHZ para presiones máximas de 240 bar. (24 N/mm²), el cual será nuestra presión límite en este caso.

Fuerza máxima de empuje del cilindro: $F_c = 98,070 \text{ N}$ (10 Tn), Con este dato, calcularemos el diámetro del émbolo d_e mediante la siguiente fórmula:

$$P_{max} = \frac{F_c}{A_e} \quad (\text{Ec. 5.1})$$

P_{max} : Presión máxima de catálogo HERION (24N/mm², 240Bar).

F_c : Fuerza max. de empuje de cilindro (98070 N).

A_e : Area del émbolo (mm²).

Haciendo reemplazos : $A_e = 4,086.25 \text{ mm}^2$

Calculando el diámetro del émbolo d_e : $A_e = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4}$ de donde: $d_e = 72.13 \text{ mm}$

Del catálogo HERION escojemos: $d_e = 80 \text{ mm}$ y $d_v = 45 \text{ mm}$ (diametro vástago).

Para nuestra necesidad fijamos longitud de vástago: $L_v = 400$ mm y carrera de 300 mm. articulado en ambos extremos y calculamos la fuerza de pandeo (F_p). Debe cumplirse lo siguiente: $F_{pandeo} \geq F_c$

$$F_{pandeo} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_p^2 \cdot S} \quad \text{Fuerza de EULER} \quad (\text{Ec. 5.2})$$

Donde: E Módulo de elasticidad del acero = 2.1×10^5 N/mm²

$$I : \text{Momento de inercia del vástago} = \frac{\pi d_v^4}{64} = \frac{\pi \cdot 45^4}{64} = 2.013 \times 10^5 \text{ mm}^4$$

S : Factor de seguridad = 5

$$L_p : \text{Longitud de pandeo} = 2 \times 400 = 800 \text{ mm}$$

Reemplazando en (Ec.5.2) : $F_{pandeo} = 130,000$ N

De donde se comprueba: $F_{pandeo} > F_c$ lo que nos dice que el cilindro hidráulico no fallará por pandeo.

Ahora calculamos la presión de pandeo:

$$P_{pandeo} = \frac{F_{pandeo}}{A_e} = \frac{1.3 \times 10^5}{\pi \frac{80^2}{4}} = 25.8 \text{ N/mm}^2$$

La presión de pandeo es mayor que la presión máxima del pistón (24 N/mm^2), en un principio no sería necesario colocar una válvula limitadora de presión, pero como el cilindro trabajará con la fuerza de empuje máxima de $F_c = 98,070$ N, con ella calcularemos la presión real máxima de trabajo:

$$P_{real\ maxima} = \frac{F_c(\text{empuje máximo})}{A_e} = \frac{98,070}{\pi 80^2/4} = 19.51 \text{ N/mm}^2 \quad (195 \text{ Bar})$$

$$P_{real\ max.} < P_{pandeo}$$

Por lo que debemos instalar una válvula limitadora de presión seteada a 195 Bar.

Nuestro cilindro de la mesa deslizante tendrá las siguientes características:

Diámetro de énbolo: $d_e = 80 \text{ mm}$

Diámetro de vástago: $d_v = 45 \text{ mm}$

Longitud de vástago: $L_v = 400 \text{ mm}$

Carrera: $L_c = 300 \text{ mm}$

Area del énbolo: $A_e = 5026.56 \text{ mm}^2$

Area anular del cilindro (diámetro exterior = 90 mm) $A_a = 1,335.18 \text{ mm}^2$ de acero E355, DIN 2391, Bruñido ISO H8.

El material del vástago será de un acero endurecido SAE 1045 y cromado duro de espesor 0.02 mm y espesor de dureza superficial de 1.7225 mm.

5.4.2.5 Reservorio de fluido hidráulico

Tenemos el caudal de la bomba de fábrica de la grúa FASSI, $Q_{\text{bomba}} = 16 \text{ Lt./min.}$

Una regla práctica para el dimensionamiento de un tanque es:

$$V_{\text{tanque}} = K \times Q_{\text{bomba}}$$

Donde: $K =$ Tiempo de espera del aceite : 3 – 5 min.

$Q_{\text{bomba}} =$ Caudal de la bomba: 16 Lt /min.

$V_{\text{tanque}} =$ Volumen de reservorio. Lt.

$V_{\text{tanque}} = 5 \times 16 = 80 \text{ Lt.}$

Los catálogos de selección recomiendan un mínimo de 125 Lt., pero en nuestro caso instalaremos un tanque de 151 litros (40 galones), porque este tanque servirá para tres propósitos:

- 1.- Accionamiento de la grúa FASSI.
- 2.- Accionamiento del banco de reparaciones de cilindros (mesa deslizante),
- 3.- Pruebas de integridad de cilindros.

Cuando la grúa está en operación, el banco estará bloqueado y viserversa. Para este propósito, se ha previsto la instalación de una válvula conmutadora (VC) que aislará estos circuitos.

Accesorios del tanque hidráulico:

- **Filtro de succión:** Grado de filtración de 60 – 100 μm (permite paso de partículas de 0.06 a 0.1 mm) para protección de bomba.
- **Filtro de retorno:** Grado de filtración de 10 – 25 μm y Δp =hasta 70 Bar.

Este tanque estará provisto de sus respectivas rompeolas, respiradero, visor de nivel, tubo de llenado, drenaje y conectores de salida y retorno.

5.4.2.6 Mangueras y conectores hidráulicos

Se van a requerir:

- **Lineas de presión:** ISO 11237-SAE 100R16S EN 857 2SC
 - 04 mt. Manguera de Φ 5/8"(16mm)
 - 20 mt. de manguera de Φ 1/2"(13mm)
 - 03 mt. de manguera de Φ 1/4"(6.35mm)
- **Lineas de retorno:** SAE 100R6 – EN 854 R6
 - 04 mt. de manguera de Φ 3/4"(19mm)
- **Terminales:** SAE J514 (ORB), SAE J514 37° (JIC) y NPTF
 - 5/8" (16mm): 03 de 90° (JIC), 03 recto (JIC)
 - 1/2" (13mm): 06 de 90° (JIC), 20 recto (JIC).
 - 1/4" (6.35mm): 03 hembras, 03 machos NPT.
 - 3/4" (19mm): 01 de 90°, 01 recto (JIC).
- **Adaptadores:** ISO 37° ADAPTER (ISO 8434-2, SAE J514)

Tee: $\frac{3}{4}$ " (ORB) x $\frac{3}{4}$ " (JIC) x $\frac{1}{4}$ " (JIC) Cant.=01.

Recto: $\frac{5}{8}$ "(ORB) x $\frac{5}{8}$ "(JIC), cant.=03.

Recto: $\frac{1}{2}$ " (ORB) x $\frac{1}{2}$ " (JIC), Cant.=19.

Tee: $\frac{5}{8}$ " (JIC) x $\frac{5}{8}$ " (JIC) x $\frac{1}{4}$ " (JIC), Cant.=01.

Tee: $\frac{1}{2}$ " (JIC) x $\frac{1}{2}$ " (JIC) x $\frac{1}{4}$ " (JIC), cant.=02.

5.4.2.7 Mordaza principal de sujeción fija

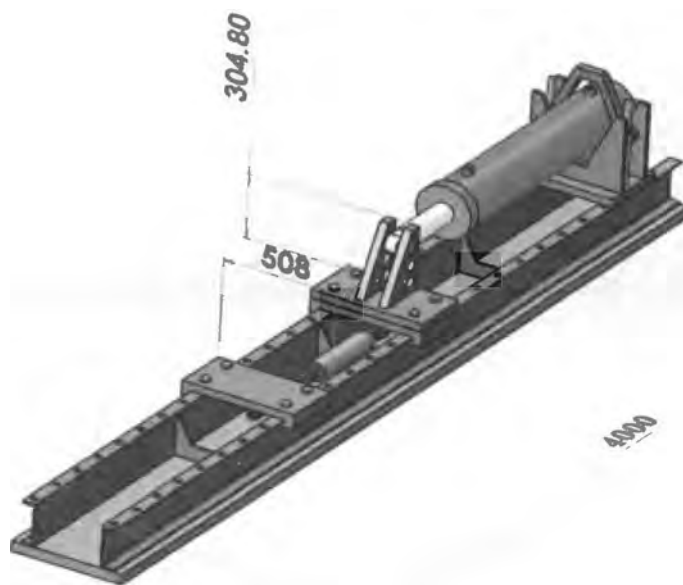


Figura 5.10 Mordaza fijada en el extremo de la viga principal

La mordaza principal es la que sujeta y fija en el bastidor principal, al cilindro que va a ser objeto de evaluación o reparación.

Consiste de dos planchas de acero ASTM A36 de $\frac{3}{4}$ " de espesor, cortadas en forma de "V" y van fijadas en un extremo del bastidor y complementadas por una plancha en forma de montura sujeta por dos pernos de grado de 1" de diámetro por 20" de longitud (ver Fig.5.10).

5.5 Selección de una pluma hidráulica (Grúa)

Una de las limitaciones del tamaño de nuestro camión de servicios es el máximo peso que debe manipular. En los alcances (capítulo 2) habíamos definido que este será de 3 Tn. para lo cual seleccionamos entre otras marcas, una Grúa Hidráulica articulada marca FASSI, modelo F50A.23 de procedencia italiana, cuya capacidad máxima de levante es de 4.38 Tn. a un metro, 2.165 Tn. a dos metros y el alcance hidráulico máximo horizontal de 7.75 m. que utilizaremos para manipular cilindros de diferentes pesos para posicionarlos en el banco de reparaciones.

El peso de esta grúa es de 715 Kg. (incluido los dos estabilizadores y el depósito de aceite hidráulico) es compatible con el chasis de nuestro camión y cumple con las certificaciones que las compañías mineras exigen para el manipuleo de cargas, ver apéndice B (Especificaciones y características técnicas).

Una ventaja puntual en nuestro caso es que esta marca incluye en su kit estandar, la toma de fuerza que acopla la bomba hidráulica a la transmisión del camión. Así mismo, la instalación de toda la unidad está incluido en el precio de la grúa.

CAPITULO 6

DIMENSIONAMIENTO DE CAMIÓN PLATAFORMA Y SELECCIÓN DE EQUIPAMIENTO

6.1 Equipamiento del camion taller: El camión-taller estará provisto de los siguientes equipos y herramientas:

6.1.1.- Camión tipo furgon de fabricación China:

- Marca: DONGFENG.
- Modelo: E33 – 107.
- Año: 2014.
- Version: DF – 712E.
- Cabina simple.
- Capacidad de carga util = 4,191 Kg. Sobre baranda.
- Dimensiones: 6,915 x 2,090 x 2,260 mm. (largo x ancho x altura).
- Dimensiones de furgon: 4,500 x 2090 x 1,800 mm.
- Características técnicas ver en Apéndice A (cotización DONGFENG).

6.1.2.- Grua que irá montada en el chasis, entre la cabina y el furgón. (Fig 6.1)

- Marca: FASSI
- Modelo: F50A.23
- Capacidad máxima: 4.38 Ton.
- Peso: 715 Kg.
- Características técnicas ver en Apéndice B (Cotización FASSI PERU).

En el furgon se instalarán los siguientes equipos:

6.1.3.- Una motosoldadora Multipropósito SMAW, GMAW, FCAW.

- Marca: LINCOLN ELECTRIC – USA.
- Modelo: VANTAGE 500
- Capacidad: 500A/40V/100%
- Procesos: SMAW, FCAW, TIG.
- Motor: PERKINS TURBO 404D-22T, 43HP @ 1800 RPM.
- Peso/Dimensiones (H x W x D): 586 Kg. / 1290 x 831 x 1603 mm.
- Detalles de especificaciones, ver Apéndice C.

6.1.4.- Un torno Paralelo Universal 2.0 HP de servicio liviano.

- Marca/Longitud y volteo: REXON / 1000 x 330 x 476 mm.
- Peso/Dimensiones: 650 Kg. / L=1670 x A=760 x A=1485 mm.
- Especificaciones técnicas, ver Apéndice D.

6.1.5.- Banco de Pruebas y reparaciones de cilindros hidráulicos.

- Dimensiones: L = 4000 mm. A = 588 mm. H = 584 mm.
- Peso: 350 Kg.
- Detalles, ver capítulo V.

6.1.6.- Barrenadora Portátil (barrenadora):

- Marca: MANDRINO (Apéndice E).
- Peso: 100 Kg con accesorios.
- Diámetro máximo de barrenado: 12" (305 mm).
- Carrera máxima: 14" (355 mm). Avance manual.
- Potencia: 2.4 HP 220 V. Trifásico
- RPM: 100 a 500. (variador mecánico)

6.1.7.- Soldadora MIG de diámetros interiores (Bore Welder):

- Marca: BORE REPAIR SYSTEMS INC. (Apéndice F).
- Modelo: BOA – M1
- ID Welder range: 32mm - 203mm. (1.8" – 8").
- Carrera (stroke): 260mm (10.25").

- Peso: 30 Kg.

6.1.8.- Taladro de base magnética.

- Marca: BOSCH 4 veloc. 1-1/4" chuck : 3/4" cono MK – 3
- Modelo: GBM32-4 (Apéndice D).
- Peso total: 34 Kg.
- Potencia: 1500 W – 220 V (monofásico).

6.1.9.- Equipo oxicorte:

- Marca: VICTOR (Apéndice D).
- Modelo: 0384-2041 JOURNEYMAN II
- 02 botellas O₂, una botella de gas GLP, una botella de CO₂
- 15 mt. manguera melliza con conectores y válvulas de seguridad.
- Peso: 200 Kg.

6.1.10.- Tornillo de banco # 8 : Anclado en la plataforma del furgón.

- Peso: 35 Kg. (Apéndice D).

6.1.11.- Esmeril angular de 7":

- Marca: BOSCH, 2400 W, 8500 RPM (Apéndice D).
- Modelo: GWS24-180
- Peso: 5.2 Kg.

6.1.12.- Esmeril angular de 4.5":

- Marca: BOSCH, 850 W, 11000 RPM (Apéndice D).
- Modelo: GWS8-115
- Peso: 1.7 Kg.

6.1.13.- Esmeril de banco 8"

- Marca: BOSCH, 600W, 2900 RPM (Apéndice D).
- Modelo: GBG8
- Peso: 16 Kg.

6.1.14.- Esmeril recto (rectificadora eléctrica):

- Marca: BOSCH, 650 W, 28000 RPM (Apéndice D).
- Modelo: GGS28LCE
- Peso: 1.6 Kg.

6.1.15.- Gatas de 40 TM. Y 20 TM:

- Peso: 45 Kg.

6.1.16.- Extractor hidráulico de pines y bocinas:

- Peso: 15 Kg. (bomba y actuador).

6.1.17.- Kit de herramientas de mano:

- Peso: 35 Kg

6.1.18.- Instrumentos de medición:

- Alesómetro
- Vernier
- Micrómetro
- Peso: 10 Kg.

6.1.19.- Compresora de aire:

- Presión máxima: 10.342 BAR (150 PSI).
- Capacidad : 12 CFM.
- Esta compresora es parte del equipo estandar del sistema de freno del camión, solo se necesitará una manguera de ¼" x 15 mt. y su respectivo conector rápido.

6.2 Disposición de equipos en camión-taller:

La disposición de planta es como se vé en la Fig. 6.1, donde los equipos irán empernados directamente a la plataforma.

En el caso del torno, este será instalado sin su mesa inferior, solamente la bancada y su unidad motriz irán fijadas a la plataforma, de tal manera que el operador lo manipulará con los pies en el suelo (la plataforma hace las veces de mesa).

T = Tornillo de banco, 1, 2, y 3 son los balones de gas, oxígeno y gas carbónico.

Nota: Las gabetas laterales ubicadas debajo de la plataforma en ambos lados, son para las herramientas portátiles y utensilios sueltos, tal como se muestran en las figuras siguientes (Fig. 6.2, 6.3, 6.4, 6.5).

El peso total de los equipos y herramientas es: 2,829.5 Kg. (esta será una carga permanente). El camión tiene una carga útil de: 4,191 Kg. Hay un alivio de carga de 1,361.5 Kg. para cualquier eventualidad.

6.3 Circuito eléctrico de fuerza y distribución

La motosoldadora seleccionada (LINCOLN VANTAGE 500), está capacitada para generar corriente alterna monofásica (12 Kw.) y trifásica (20 Kw.) en 240V. lo que lo capacita para mover el torno y otras herramientas además de la iluminación (ver características en apéndice C).

Se instalará un tablero de distribución en una gabeta al costado derecho del camión, esta caja contendrá los interruptores térmicos con sus respectivos contactores, reles y protectores para la alimentación del torno, tomacorrientes para herramientas eléctricas e iluminación. Los detalles se muestran en el plano de circuito de fuerza y distribución eléctrica del camión-taller adjunto al informe.

Este tablero es parte del kit del furgón (está incluido en el precio del camión).

DISPOSICIÓN DE PLANTA DEL CAMIÓN - TALLER

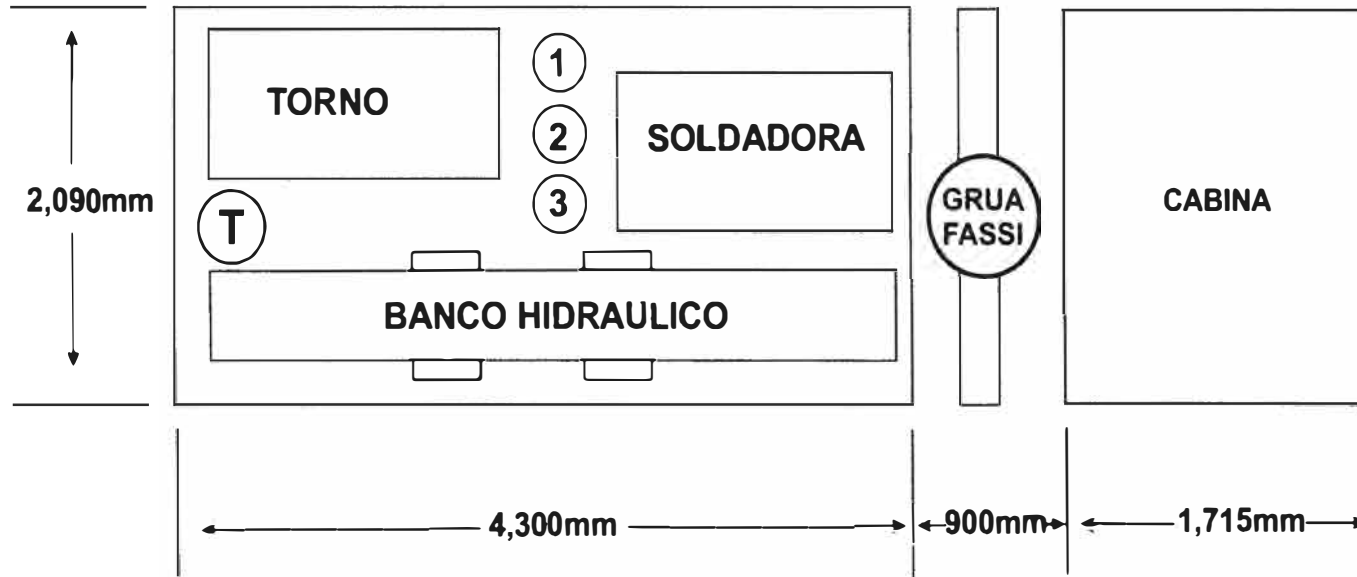


Fig. 6.1 Disposición de planta del camión taller

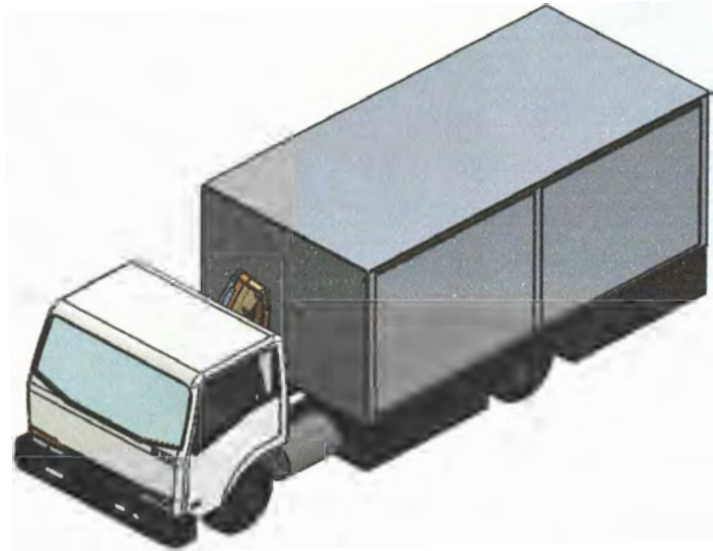


Figura 6.2 Vista en 3D del camión taller (furgón)



Figura 6.3 Vista de perfil

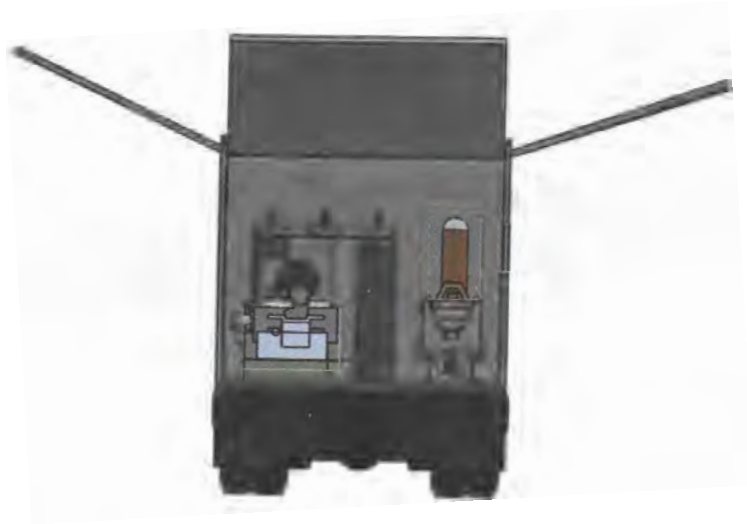


Figura 6.4 Vista posteriór



Figura 6.5 Vista del interior del furgón en 3D

CAPITULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA

7.1 Generalidades

Es evidente que el objetivo de toda empresa con fines de lucro, es hacer ganar más a sus accionistas, para este propósito, esta debe generar valor. Esto se dá cuando estos accionistas reciben más de lo mínimo que esperaban ganar por invertir su dinero en esta empresa.

Tambien es evidente que evaluar un proyecto implica determinar si genera valor. Responder esta interrogante se sostiene en tres pilares que en conjunto, conforman las técnicas modernas de evaluación de proyectos (Paul Lira, Gestión).

El primero; proyectar un flujo de caja del proyecto, **el segundo;** incluir el riesgo en la evaluación y **el tercero;** determinar la tasa de rentabilidad que se aplicará para descontar los flujos futuros.

El flujo de caja (FC) es la suma algebraica de tres flujos: El de inversión, el de operación y el de liquidación (ver Fig. 7.1).

7.2 Flujo de caja

FC de inversión: Dinero gastado en activos fijos (edificios, vehiculos, maquinarias, etc.), Intangibles (permisos, patentes, etc.) y capital de trabajo.

FC de operación: Ingresos y egresos en efectivo durante la vida útil del proyecto.

FC de liquidación: Recoge entradas en efectivo que puedan generarse cuando el proyecto se termina (rescate, ventas residuales, capital de trabajo).

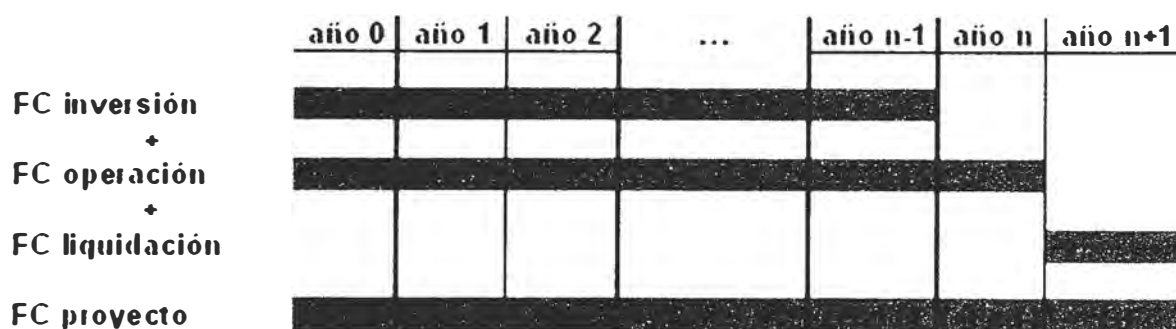


Figura 7.1 Flujo de caja de un proyecto

El año 0 es el momento actual en el cual se decidirá la inversión. Del 1 al año n, es la vida útil del proyecto (generación de bienes y servicios). El año n+1 sería el de liquidación, (pero en la práctica es el año n donde se liquida).

Hay dos clases de flujo de caja; Flujo de Caja Libre (FCL) y Flujo de Caja del Accionista (FCA).

7.2.1 El FCL Es lo que entrega el proyecto en efectivo a los que lo financiaron, no importando como estos se lo repartan. No considera el servicio de deuda.

7.2.2 El FCA Es lo que deja el proyecto al accionista luego de cubrir sus costos, impuestos, inversiones y pagar a sus acreedores. Cuando hay deuda, hay intereses que pagar, aquí interviene un término conocido como Escudo Fiscal de Intereses (EFI).

$$EFI_t = \text{INTERES PAGADO}_t \times \text{TASA DE IMPUESTO A LA RENTA}_t \quad (\text{Ec. 7.1})$$

$$FCA_t = FCL_t - \text{SERVICIO DE LA DEUDA}_t + EFI_t \quad (\text{Ec. 7.2})$$

La inclusión del EFI hace que se devuelva al proyecto, lo que se pagó en exceso de impuesto a la renta en el FCL.

Para invertir en un proyecto solo se tiene acceso a dos fuentes de financiamiento, dinero propio (aporte de accionistas) y dinero de terceros (deuda). Por fines prácticos supondremos que solo es deuda a bancos.

El costo de la deuda es la tasa de interés después de impuesto $i \times (1 - \text{Tax})$, recordemos que contraer deuda trae consigo escudos fiscales.

En cambio, el costo del aporte de los accionista (dinero propio), es el costo de oportunidad de capital (COK), que es la rentabilidad que los accionistas dejaron de ganar en una alternativa de similar riesgo. La estructura de financiamiento sería:

$$\text{INVERSIÓN} = \text{CAPITAL PROPIO} + \text{DEUDA} \quad (\text{Ec. 7.3})$$

El costo de esta estructura es como sigue: La ecuación (Ec. 7.4)

$$(\% \text{ de capital propio}) \times \text{COK} + (\% \text{ de deuda}) \times (\text{interés de banco}) \times (1 - 30\%) = \text{WACC}$$

WACC = Costo promedio ponderado de capital. Esta es la tasa que el proyecto tiene que rendir, para que los accionistas y acreedores vean cumplidas sus expectativas de rentabilidad (Weighted Average Cost of Capital).

7.3 Indicadores de rentabilidad

Tener presente que, con el flujo de caja (FC) se proyecta la cantidad de efectivo que dejará la inversión, mientras que, con la tasa de descuento, se determina la valla que el proyecto debe superar para crear valor. Relacionar estos parámetros

para determinar el valor que entrega la inversión es tarea de los indicadores de rentabilidad.

Los mas conocidos son: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La aplicación de estos parámetros es bajo la condición clave de las finanzas de, **el valor del dinero en el tiempo** (no es igual ganar 1\$ en el año 0 que ganar 1\$ en el año 5).

7.3.1 Valor Actual Neto VAN

$$VAN = -I_0 + \frac{FC_1}{(1+d)^1} + \frac{FC_2}{(1+d)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+d)^n} \quad (\text{Ec. 7.5})$$

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+d)^t} \quad (\text{Ec. 7.6})$$

Donde: I_0 = Inversión en el año 0

FC_1 = Efectivo que se genera en el año 1.

FC_n = Efectivo que se genera en el año n.

d = Tasa de descuento o TIR.

t = el año.

Se ha traído al presente los flujos futuros y, se les ha neteado restandole la inversión.

Si el VAN es positivo, se acepta el proyecto (dio más de lo que pidió), de lo contrario, se rechaza (pidió más de lo que dió).

7.3.2 Tasa Interna de Retorno TIR

Matemáticamente, es la tasa de descuento que hace que el VAN = 0, traduciendo financieramente: Es la tasa de rentabilidad promedio anual que el proyecto paga al

inversionista. Esta tasa se debe comparar contra lo que se esperaba ganar como mínimo: El WACC si utilizamos el FCL, o el COK si es el FCA.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0 \quad (\text{Ec. 7.7})$$

Cuando la TIR resulta mayor ó igual a la tasa de descuento utilizada: Aceptar el proyecto, de lo contrario, rechazar.

7.4 Análisis económico financiero de la inversión en nuestro taller móvil

Empezaremos con la elaboración de nuestro flujo de caja (FC), en este caso, para dos posibles escenarios: 1) Uso de recursos propios y 2) Préstamo bancario del 80% de la inversión.

El cuadro siguiente (Tabla 7.1), es el listado valorizado de los equipos y herramientas que comprende el Taller Móvil. De estas dos columnas, usaremos la columna de P. Unitario por que no está afectada por el IGV. Por lo tanto, la inversión en activo fijo (AF) es: US \$ 86,213.55.

Tabla 7.1 Valorización de equipos y herramientas

LISTA VALORIZADA DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.			
ITEM	DESCRIPCION	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Camión tipo furgón E33-107 DONGFENG	22,796.61	26,900.00
2	Grúa Hidráulica Articulada F50A.23 FASSI	22,500.00	26,550.00
3	Moto soldadora LINCOLN VANTAGE 500	19,000.00	22,420.00
4	Torno Paralelo REXON TBL-330 TOP	3,419.49	4,035.00
5	Banco Hidráulico 4MT	3,051.00	3,600.00
6	Barrenadora portátil MANDRINO	3,000.00	3,540.00
7	Soldadora BORE WELDER BOA M-1	4,794.00	5,657.00
8	Taladro magnético BOSCH GBM 32-4	2,555.00	3,015.00
9	Equipo Oxicorte VICTOR 0384-2041	415.25	490.00
10	Tornillo de banco # 8	169.49	200.00
11	Esmeril angular 7" BOSCH	197.45	233.00
12	Esmeril angular 4.5" BOSCH	83.00	98.00
13	Esmeril de banco GBG 8 BOSCH	176.27	208.00
14	Esmeril recto GGS28LCE BOSCH	242.37	286.00
15	Gatas de 40 y 20 Tn.	423.72	500.00
16	Extractor hidráulico 20Tn.	1,271.18	1,500.00
17	Kit de herramientas de mano	424.00	500.00
18	Instrumentos de medición y calibración	1,695.00	2,000.00
	TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS US \$	86,213.55	101,732.00

Para nuestros propósitos, tomaremos datos y valores del mercado real y actual de nuestro entorno (Lima).

Uno de los implementos de corte que demanda alta frecuencia de servicio de mantenimiento y reparación, por estar sujeto a grandes esfuerzos y mecanismos severos de desgaste, es el cucharón de una excavadora y sus elementos de máquina conexos.

Para nuestro caso, tomaremos como muestra el cucharón de una excavadora CAT Mod. 329 DL que es de gran utilización en nuestro país, sea en construcción y mantenimiento de carreteras como también en minería.

En nuestro mercado hay dos tipos de tarifas para estos servicios: La primera es por la ejecución del trabajo en el taller base o de terceros, y la segunda es por la ejecución del trabajo in-situ. Este último conlleva gastos adicionales sobre la tarifa anterior.

Para nuestro propósito de evaluación de rentabilidad, elegiremos la segunda, **Para lo cual asumiré que en un mes, solo se reparará un cucharón y sus agujeros de sujeción en el brazo (stick) de una excavadora CAT 329 DL**, que considero como una cantidad de trabajo relativamente pequeña en este negocio, en un lapso de un mes.

Es más, tomaré como referencia una cotización promedio de pequeñas empresas prestadoras de este servicio, cuyos precios colindan casi con la informalidad, lo cual implica bajísimos costos (ver cotización adjunta, donde está incluida mano de obra, materiales y gastos administrativos, etc.).

Tabla 7.2 Cotización promedio



Mandrino S.A.C.
 LAS ESTRUCTURAS PRODUCTIVAS

COTIZACION POR REPARACION DE CUCHARON Y CONEXOS

Marca: CATERPILLAR

Señores:

Modelo: 329DL

Dirección:

Capacidad: 1.3 metros cúbicos

Fecha:

25/10/2013

ITEM	DESCRIPCION	P. U.	P. TOTAL
1	Por reparación total de cucharón que consiste en: . Cambio de espaldar rolado PL T1 400 HB de 1/2" . Cambio de las dos paredes laterales PL T1 400 HB de 1/2" . Cambio de labio principal PL CHRONOS K 700 de 1.5" . Cambio de las dos cantoneras PL T1 500 HB . Cambio de 5 adaptadores y puntas . Relleno y barrenado 04 agujeros 115x120 mm de orejas	8,000.00	9,440.00
2	Relleno y barrenado de: 02 agujeros de 115x130 mm del stick principal 04 agujeros de 100x100 mm Link de volteo 04 agujeros de 100x100 mm varillaje de link 02 agujeros de 100x100 mm anclaje de varillaje. Suma total áreas de agujeros = 665.08 pul2 (645.16 mm2) Tarifa: 8.00 \$/pul2	5,321.00	6,279.00
TOTAL US \$		13,321.00	15,719.00

Tiempo de entrega: 10 días

Forma de pago: Contado ~~contra entrega~~

Asumiré que esta es la única factura de todo un mes; se vé que US \$ 13,231.00 es el ingreso bruto (sin IGV).

Para efectos de nuestro cálculo, asumiremos una utilidad operativa del 20% de esta facturación y el resto sería el capital de trabajo (por única ves). Por lo tanto:

- $13,321 \times 0.2 = 2,664.20$ \$/mes

- $2,664.20 \times 12 = 31,970.00$ \$ anual (utilidad operativa en un año).
- Activo fijo (AF) = 86,213.55
- La depreciación según leyes vigentes: es del 20% anual.
- Vida económica del proyecto es de: 5 años.
- El impuesto a la renta según ley vigente: 30%
- La rentabilidad que el inversionista espera es del 18% (COK).
- El valor en libro del activo en el 5° año es cero, pero se vende en el 10% del precio.
- El capital de trabajo (CT) para atender este servicio es US \$ 9,324.70 (por única vez) y será recuperado en el año 5.

7.4.1 Fujo de caja y cálculo del VAN y el TIR para 1° escenario (recursos propios)

En este caso, el VAN resulta negativo, indica que no es rentable. Es suficiente indicador para rechazar esta forma de financiamiento.

Tabla 7.3 Flujo de caja y cálculo de VAN y TIR (recursos propios)

ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO DEL PROYECTO: USO DE RECURSOS PROPIOS									
AÑO	FLUJO U. OPERATIVA	DEPRECIACION 20% ANUAL	CAPITAL DE TRABAJO	VALOR RESIDUAL	INVERSION A. FIJO	RENTA TRIBUTABLE	IMPUESTO RENTA	FLUJO DE CAJA US \$	
	A	B	C	D	E	F	G	H	VA
0			-9,324.70		-86,213.55			-95,538.25	-95,538.25
1	31,970.00	17,242.71				14,727.29	4,418.19	27,551.81	\$23,348.99
2	31,970.00	17,242.71				14,727.29	4,418.19	27,551.81	\$19,787.28
3	31,970.00	17,242.71				14,727.29	4,418.19	27,551.81	\$16,768.88
4	31,970.00	17,242.71				14,727.29	4,418.19	27,551.81	\$14,210.92
5	31,970.00	17,242.71	9,324.70	8,621.36		23,348.65	7,004.60	42,911.46	\$18,756.99
						A-B	FX0.3	A-G	
						VAN	18.0000%	-2,665.1836	-\$2,665.18

7.4.2 Flujo de caja y cálculo del VAN y el TIR para 2° escenario (préstamo de 80%)

Elaboramos nuestra estructura de financiamiento:

Inversión total: $(IT) = AF + CT = 95,538.25$

$$\text{Servicio de la deuda} = \frac{(D)(i)(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (\text{Ec. 7.8})$$

donde: D =deuda, i =interés, n =años (Fórmula Francesa)

IT = Capital propio + Déuda

IT = 19,107.65 + 76,430.60

En este caso, el banco presta a un interés del 15%, la rentabilidad que el accionista espera es del 18% (COK), el impuesto a la renta es del 30%. Calculamos el Costo promedio ponderado de capital (WACC), que es la tasa que el proyecto tiene que rendir para que el accionista y el acreedor cumplan con sus expectativas de rentabilidad.

Servicio de deuda = 22,804.44 aplicando (Ec 7.8).

Aplicando la ecuación Ec. 7.4, se tiene:

$$0.2 \times 0.18 + 0.8 \times 0.15 \times (1 - 0.3) = 0.12$$

Por lo tanto: WACC = 12% (con esta tasa calculamos el VAN y el TIR en Excel).

Tabla 7.4 Flujo de caja y cálculo de VAN y TIR (préstamo de 80%)

ANÁLISIS ECONOMICO FINANCIERO DE LA INVERSION: PRESTAMO DEL 80% US \$										
AÑO	FLUJO U. OPERATIVA	DEPRECIACION 20% ANUAL	AMORTIZACION	INTERES BANCO 15%	servicio de deuda	POR AMORTIZAR	RENTA TRIBUTABLE	IMPUESTO	FLUJO DE CAJA	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
0						76,430.60			-19,107.65	
1	31,970.00	17,242.71	11,339.85	11,464.59	22,804.44	65,090.75	3,262.70	978.81	8,186.75	
2	31,970.00	17,242.71	13,040.83	9,763.61	22,804.44	52,049.92	4,963.68	1,481.00	7,684.56	
3	31,970.00	17,242.71	14,996.95	7,807.49	22,804.44	37,052.97	6,919.80	2,075.94	7,089.62	
4	31,970.00	17,242.71	17,246.49	5,557.94	22,804.44	19,806.47	9,169.35	2,750.80	6,414.76	
5	31,970.00	17,242.71	19,806.47	2,970.97	22,804.44	-	20,377.68	6,113.30	20,998.32	
5*	8,621.36									
5**	9,324.70									
		86,213.55	76,430.60		FORMULA		A*-(B+D)	Gx30%	A***-(E+H)	
NOTA: 5* Valor residual del activo y se vende en el año 5.								VAN	12.00%	15,365.99
5** Capital de trabajo que entró dentro de la inversión inicial y se recuperó en el año 5								TIR		36.7123%
								PRUEBA	VAN	0.0000

El VAN es = \$ 15,365.99. Mejor dicho, el proyecto ganó los 12% que requería como mínimo y entregó \$ 15,365.99 más. (el proyecto creó valor para los accionistas por \$ 15,365.99). Por lo tanto, se acepta el proyecto.

CONCLUSIONES

- 1.- Este proyecto es aplicable en empresas que venden servicios de reparación en el rubro de metal mecánica, como también a empresas usuarias de maquinaria pesada cuyo objetivo es optimizar sus costos, tiempos y calidad de sus reparaciones en el campo (Empresas y contratistas de construcción, de minería etc.).
- 2.- Atender con efectividad la demanda del mercado vigente que cada vez más, exige excelencia y alto grado de competitividad de productos y servicios.
- 3.- Este proyecto de servicio apunta entre otras cosas, a generar beneficios en su más inmediato cliente, el área de Operaciones, ofreciéndole: Confiabilidad, disponibilidad y economía, para lograr productividad y alta rentabilidad, que son los objetivos mayores de toda empresa.
- 4.- La utilización de esta herramienta incrementa el cumplimiento de los procedimientos y estándares que las normas exigen, tanto en lo tecnológico como en la seguridad y el cuidado del medio ambiente.

- 5.- Del análisis económico financiero podemos deducir que el primer escenario no es rentable a pesar que se dispone de capital propio y no se adquiere deuda alguna.
- En cambio cuando se adquiere deuda (80%), el proyecto se torna rentable.

La explicación se basa en lo siguiente:

a.- Una empresa apalancada (responsablemente), puede crecer más que la generación de fondos de los recursos propios de los accionistas e incrementar el ROE (retorno sobre el capital) de estos accionistas.

b.- Los gastos financieros (intereses), funcionan como escudo fiscal (el EFI, es todo gasto que se registra en el estado de resultados y que ayuda a disminuir el monto imponible o tributable).

c.- Menos impuestos, quiere decir que la tasa de interés que la empresa paga después de impuestos, es menor.

- 6.- Otra de las variables que hace que este proyecto sea muy realizable, es que puede ser construido con equipamiento de segundo uso repotenciado (camión, grúa, soldadora, torno, etc.), lo cual abarataría hasta en un 50% de la inversión inicial.
- 7.- El personal técnico a cargo de este taller portátil debe estar conformado por dos personas:
 - ❖ Un técnico calificado y experimentado en soldadura, maquinado y reparación de cilindros hidráulicos.
 - ❖ Un ayudante en proceso de capacitación (ambos con licencia de conducir).

BIBLIOGRAFIA

1. FOSCA, Carlos. **Metalurgia de la soldadura**, 4ta edición PUCP Lima, 2004.
2. SAMPEN A, Luis. **Pautas para el diseño de partes metálicas resistentes al desgaste**, Docente FII UNMSM Lima Perú 2003.
3. DIAZ del CASTILLO, Felipe. **Tribología: Fricción, desgaste y lubricación** UNAM Cuautitlán México 2007.
4. DE VEDIA, SVOBODA, H,G. **Introducción a la metalurgia de la soldadura** 2004.
5. SOLDEXA-OERLIKON. **Manual de soldadura-Catálogo productos** 7° Edición.
6. ESAB. **Soldadura manual con electrodos revestidos, SMAW.**
7. LINCOLN ELECTRIC. **Soldeo con alambre tubular**, Departamento de Formación Lincoln-KD S.A.
8. LINCOLN ELECTRIC. **Recargue duro**
9. CATERPILLAR. **Performance Handbook**, Edition 37.
10. LARBURU, Nicolás. **Máquinas Prontuario**, 9° Edición, Paraninfo España 1997.
11. AMERICAN INSTITUTE OF CONSTRUCTION. **Manual of steel Construction**, Sixth Edition N.Y. 1963.
12. MENDOZA-CARRIÓN. **Introducción a los aceros**, Aceros Bohler del Perú S.A.
13. BARRIGA, Benjamín. **Hidráulica nivel 2, Diseño de circuitos hidráulicos Selección de componentes**, PUCP Lima 1993.
14. J. P. GROOTE. **Tecnología de los circuitos hidráulicos**, Ediciones CEAC SA 3° edición, 1986.

15. ALFAGOMMA. **Hydraulic Hose, Fitting & Adapters**. 2010.
16. CASEY, Brendan. **Insider Secrets to Hydraulics**, 2° edition- USA.
17. LIRA BRICEÑO, Paul. **De regreso a lo básico**, Blogs Gestión 2009-2014

Páginas web consultadas

18. www.borerepair.com Bore Repair Systems, Inc.
19. www.utp.edu.co Desgaste.
20. www.yorkmachine.com Barrenadoras portátiles.
21. www.herion-systemtechnik.de Cilindros hidráulicos.

APÉNDICE

Apéndice A: Cotización y especificaciones técnicas del camión DONGFENG.

Apéndice B: Cotización y especificaciones técnicas de la grúa FASSI.

Apéndice C: Cotización y datos técnicos de la moto soldadora LINCOLN.

Apéndice D: Cotización y datos técnicos del torno REXON y herramientas.

Apéndice E: Cotización y especificaciones técnicas de barrenadora MANDRINO.

Apéndice F: Cotización y datos técnicos de soldadora de interiores BOA M1.



Fecha	04/09/14
Asesor	CARLOS CAYCHO GUERRERO
Cliente	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Atención	SR. RUBEN HUAMAN MENDIETA

VEHICULO	CAMIÓN	MODELO	E33-107
MARCA	DONGFENG	AÑO	2014
VERSION	DF-712 E	CARRO	SIMPLE
CARROTERIA	FURGÓN METÁLICO		

Estimados Señores:

San Bartolomé S.A. como Importadores - Distribuidores Exclusivos de camiones DONGFENG para todo el Perú, nos es grato dirigimos a ustedes, para cotizarles y detallar las características técnicas del siguiente vehículo, importado directamente de fábrica, con especificaciones especiales para el mercado peruano.

PESOS	Peso Neto
	2,809kg.

Peso Bruto	Carga Útil
7.000 kg.	4,191 Kg. Sobre baranda

1. MOTOR

Marca - Modelo	YUCHAI YC4F1 5-30
Cilindrada	2,982 cc
N° Cilindros	4
Combustible	D2
Potencia	85 Kw (115HP) @ 3,200RPM
Torque	285 Nm @ 2,200 rpm
Norma de Emisiones	Euro III
Inyección	Common rail

3. EMBRAGUE

Marca	YUCHAI
Diámetro	300 mm.
Tipo	Mono disco seco de material organico

4. EJES

Eje delantero	
Marca	DFAC
Modelo	
Tipo	Viga en I en acero forjado
Capacidad	2,650 kg.

2. TRASMISIÓN

Marca	YANG
Modelo	5S100-2532
Tipo	Mecánica con palanca al piso
N° de velocidades	5 velocidades hacia delante + 1 reversa.
Relación de transmisión	1a 5,057: 1 2a 2,609: 1 3a 1,565: 1 4a 1,000: 1 5a 0,764: 1 Reversa 4,57: 1
Máxima velocidad	100km/h

Eje posterior	
Marca	DF - DANA
Tipo	Eje rígido de acero estampado.
Relación	6,143: 1
Capacidad	4,350 kg.

5. Chasis

Tipo:	Tipo plano con largueros rectos doble, remachado y atornillado. Alta resistencia a la torsión y flexión.
-------	---

6. DIRECCIÓN

Marca	NORTH STAR
Modelo	3401BA28-010
Tipo	Hidráulico integral con bolas recirculares

7. SUSPENSIÓN DELANTERA

Marca	DFAC
Tipo	Muelles semi - elípticos Amortiguadores Hidráulicos de doble acción

8. SUSPENSIÓN POSTERIOR

Marca	DFAC
Tipo	Muelles principales semi - elípticos Muelles auxiliares semi - elípticos Amortiguadores hidráulicos de doble acción.

9. FRENOS DE SERVICIO

Marca	DFAC
Tipo	Neumáticos (aire) de tambor, doble circuito independiente, S-came, reservorio doble aire

10. FRENOS DE ESTACIONAMIENTO

Marca	DFAC
Tipo	Freno de mano de cables

11. AROS - NEUMÁTICOS

Aros	6. 0 x 16"
Neumáticos	7.00 R x 16

DIMENSIONES DEL FURGÓN

LARGO	5.20 m
ANCHO	2.00 m.
ALTURA	1.80 m.

14. Cabina

Tipo	Cabina avanzada de acero, abatible
------	------------------------------------

15. ASIENTOS

Un asiento tipo butaca para el conductor, de posición variable
Dos asientos para acompañantes rebatibles

16. INSTRUMENTOS Y ACCESORIOS

Calefacción y equipo de sonido

Aro y neumático de respaldo

Gata Hidráulica con palanca

Manómetros de presión de aceite, presión de aire, agua y combustible

Velocímetro, tacómetro y odómetro

17. VOLUMENES DE ABASTECIMIENTO

Tanque de combustible	98 Lts. (25 galones) - Metálico
Cárter y filtro de aceite	13 Lts.
Caja de cambios	4 Lts.
Eje trasero (corona)	4 Lts.
Sistema de refrigeración	10 Lts.
Dirección	1 Lts.

18. DIMENSIONES

Largo	6,915 mm
Ancho	2,090 mm
Alto	2,260 mm
Largo Carrozable máx.	5,200 mm
DEE	3,800mm

Precio de Venta

VALOR DE VENTA	\$22,796.81
18% IGV	\$4,103.39
Precio Especial	\$26,900.00
Incluye	furgón metálico



AV. ANQUECES 790, SANTA ANITA, LIMA - PERU

TEL: +51 1 382 7050

CONDICIONES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS

Item	Cant	Un	Descripcion	Valor (US\$)	IGV (18%)	Precio (US\$) Inc. Igv
01	1	un	Grua FASSI modelo F50A.23	22,500.00	4,050.00	26,550.00
Total:				22,500.00	4,050.00	26,550.00

100% grúa sobre camión en taller de Lima. Suministro e instalación de bomba hidráulica. Sobrechasis para montaje grúa sobre camión. Suministro de mangueras y aceite. Instrucción del manejo de la grúa a operarios en taller de Lima. Pruebas de carga. La grúa se entrega 100% operativa. Certificaciones de construcción de la grúa, del gancho y del montaje de la grúa.

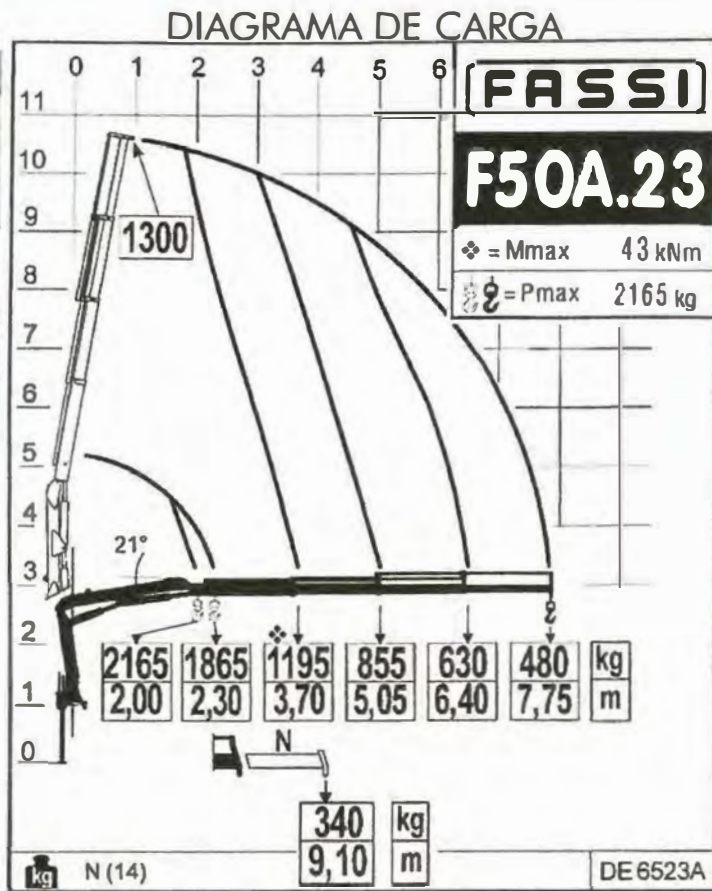
- Forma de pago : contado o leasing
- Plazo de entrega : 30 días instalados.
- Garantía : 3 años estructural y 1 año en componentes.
- Validez cotización : 15 días

Atte.-
Carlos Gonzales
Dto. Comercial
FASSIPERU SAC
981060055



DETALLES DEL EQUIPO

- Marca : FASSI
- Procedencia : Italia
- Modelo : F50A.23
- Capacidad de levante a 1 mt : 4,38 tón
- Capacidad de levante a 2 mt : 2,165 ton
- Alcance hidráulico horizontal (máximo) : 7,75 mts
- Alcance hidráulico vertical (máximo) : 10,70 mts
- Extensiones hidráulicas : 3
- Angulo de giro : 370°
- Potencia de rotación : 7,6 kNm
- Capacidad de la bomba : 16 L/min
- Capacidad de depósito de aceite : 33 Lt.
- Peso de la grúa : 715 kg.



CARACTERÍSTICAS:

1. Fabricación italiana
2. Base y parte inferior de la columna de **FUNDICIÓN DE HIERRO COLADO** para una distribución ideal de los esfuerzos de carga y resistencia superior. La ausencia de soldaduras confiere a la grúa características excepcionales de resistencia a la fatiga.
3. Disponibles: estabilizadores a extensión mecánica.
4. Depósito plástico especialmente resistente a los golpes y a la acción corrosiva de cualquier elemento externo.
5. Sistema original "MPES" (Multi-Power Extension System: Sistema Multipotencia de Extensión) para dar a los brazos telescópicos una velocidad excepcional de salida y retroceso, consiste en una serie de cilindro independientes de igual potencia, conectados entre sí en paralelo y accionados por un mando único.
6. Gancho de grúa certificado.

ACCESORIOS: Estabilizador posterior opcional / Canastilla para trabajo en altura 1 ó 2 personas

m/ Kg												
	tm	m	m	°	kNm	MPa	l/min	l	Kg	mm	mm	mm
F50A.23	4,38	7,85	4,05	370	7,6	25,5	16	33	715	2100	570	1765



una empresa Ferretcorp

24 de Julio de 2014

Cotización 2014-060-00458 - LINCOLN ELECTRIC

Señor(es)
RUBEN HUAMAN
Presente

Atención : RUBEN HUAMAN
Cargo : INGENIERO
Teléfono/Email : rubenhuaman4910@hotmail.com
Referencia : VANTAGE 500

Estimado señores:

De acuerdo a lo solicitado por su representada, nos es grato ofrecerles lo siguiente:

Item	Cant.	Descripción	P. Unitario US\$	Precio Total US\$
1	1.00	<p>EQUIPO MOTO SOLDADORA. MULTIPROPOSITO CON MOTOR PERKINS MODELO: VANTAGE 500 (PERKINS 404D-22T) Marca: LINCOLN ELECTRIC-USA K2686-1</p> <p>Procesos SMAW, DC GTAW, GMAW, FCAW, GAUGING (Ø 3/8") DATOS TECNICOS Rango de Amperaje: 30-575 Amp DC, 40-300 Amp DC Pipe 20-250 Amp DC GTAW, 14-40 Volt CV Potencia Auxiliar: 12 KW-1Fase; 20KW-3Fases; Continuos. Ciclo Trabajo: 500A/40v/100%; 525A/38v/100% Dimensiones: 1290x831x1603 Peso: 585 Kgs MOTOR: PERKINS TURBO Modelo: 404D-22T, EPA Tier 4i Potencia: 43 HP @ 1850 RPM, 2.2 Lts. 4 Cilindros, 4 Ciclos, Water-Cooled Desplazamiento: 3.3 lts Capacidad: 20 Gals Combustible, 8.0 Lts Aceite, 10.9 Lts Refrigerante Consumo Combustible: 2.2 Gal/Hr a 500 Amp. Incluye</p> <ul style="list-style-type: none"> - VANTAGE 500 PERKINS (K2686-1) - Porta Electrode con Cable 2/0, 10 mts. Longitud - Grapa Tierra con Cable 2/0, 10 mts. Longitud - CARETA DE SOLDAR 	19,000.00	19,000.00
2	1.00	<p>MOTOSOLDADORA VANTAGE® 500-I. MOTOR PERKINS 404D-22 DIESEL Modelo: VANTAGE 500-I PERKINS Marca: LINCOLN ELECTRIC-USA K2805-1</p> <p>Procesos SMAW, DC GTAW, GMAW, FCAW, GAUGING (Ø 5/16") DATOS TECNICOS Rango de Amperaje: 30-500 Amp DC, 40-300 Amp DC Pipe 20-250 Amp DC GTAW, 14-36 Volt. CV Potencia Auxiliar: 11 KW-1Fase; 17KW-3Fases; Continuos. Potencia Auxiliar: 12 KW-1Fase; 19KW-3Fases; Pico. Ciclo Trabajo: 400A/36v/100%; 450A/32v/100% Dimensiones: 913x642x1524 Peso: 559 Kgs MOTOR: PERKINS Modelo: 404D-22, EPA Tier 4i Potencia: 32.7 HP @ 1800 RPM, 2.2 Lts. 4 Cilindros, 4 Ciclos, Water-Cooled Desplazamiento: 2.2 lts Capacidad: 20 Gals Combustible, 10.6 Lts Aceite, 7.6 Lts Refrigerante Consumo Combustible: 2.2 Gal/Hr a 400 Amp., 1800rpm. Incluye</p> <ul style="list-style-type: none"> - VANTAGE 500-I - Porta Electrode con Cable 2/0, 10 mts. Longitud - Grapa Tierra con Cable 2/0, 10 mts. Longitud 	17,500.00	17,500.00

Vantage[®] 500 (Compact Case)

Processes

Stick, TIG, MIG, Flux-Cored,
Gouging

Product Number

K2686-2 - U.S. and Canada
K2686-1 - Export

See back for complete specs

Output Range

See Back Page

Rated Output Current/Voltage/Duty Cycle

500A/40V/100%
525A/38V/60%

Number of Cylinders

4

HP @ Speed (RPM)

45 HP @ 1850 RPM

Weight/Dimensions (H x W x D)

1290 lbs. (586 kg)

35.9 x 25.3 x 60.0 in.

(913 x 642 x 1524 mm)

46.6 in. (1184 mm) To Top of
Exhaust Tube

Compact Design!

Get a 500 amp welder in a compact case! The same size as the Vantage[®] 300 and 400! A turbo-charged diesel engine with Lincoln Electric  Chopper Technology[®] makes this a reality! Also, less weight than traditional 500 amp welders makes the Vantage[®] 500 compact design a great choice for installation on truck beds where available space and weight capacity are limited.

FEATURES

- ▶ **Compact Case with Stainless Steel Enclosure**
 - One of the most compact 500 amp machines available. Suitable for many pickup and service trucks (subject to vehicle capacity limits).
 - Standard stainless steel roof, side panels and engine-access door deliver added protection and durability.
- ▶ **Multi-Process Welding - Separate Arc Gouge Mode**
 - Select one of five process modes, including CC-stick, downhill pipe (for stick), DC Touch Start TIG[®], CV-wire or new arc gouging mode which maximizes output with up to 3/8 in. (9.5 mm) carbon rods.
- ▶ **Plenty of AC Generator Power**
 - 22 kW peak (20 kW continuous) 3-phase 240V AC generator power. Will power industrial equipment such as a plasma cutter, pump or inverter welder.
 - 13 kW peak (12 kW continuous) 1-phase AC generator power for common construction tools.

APPLICATIONS

- ▶ Construction
- ▶ Maintenance and Repair
- ▶ Rental Fleet



▶ Engine: 4 Cylinder 1800 RPM Turbo-Charged Perkins[®]

- 4 cylinder 1800 RPM Perkins[®] turbo-charged diesel engine runs smooth and quiet. Standard engine gauges allow you to monitor performance at a glance.
- More HP for output at high altitude than a naturally-aspirated engine.

▶ Innovative Service Access

- Lockable, removable sliding engine access door provides ample space for engine and oil filter work without requiring a large clearance space on your truck.
- Battery drawer on front of machine and top-mounted radiator cover provide convenient access to these systems.
- Patented tilt down control panel for easy servicing of internal components.
- Patented radiator cap cover is latched for easy access and is lockable.

INPUT



OUTPUT



 Perkins



Two Year Extended
Warranty Available in
the U.S.A. and Canada.





EXIMPORT DISTRIBUIDORES DEL PERU S.A. - RUC: 20100041520
Av. Argentina N° 1710 - Lima - Perú

PROFORMA

Señores
DNI: 21251143
Atención: SR. RUBÉN HUAMAN

Fecha:
16 Julio 2014

Estimado Cliente:
En atención a su solicitud de compra ponemos a su consideración:

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	V. VENTA UNIT. S/.	V. VENTA TOTAL S/.
01	01	BMM1100136 - TORNO PARALELO 2.0HP 1000X330X476MM 1F - 8VEL. C/BOMBA D/REFRIGERA. CONTACTOR SIEMENS INCLUYE ACCESORIOS MARCA: REXON MODELO: TBL-330 TOP GARANTIA: 1 AÑO	\$ 4,035.00	\$ 4,035.00
02	01	BHE1010158 - AMOLADORA 7" 2400W - 8500RPM - INDUSTRIAL MARCA: BOSCH - BRASIL MODELO: GWS24-180 1 AÑO DE GARANTIA	\$ 233.00	\$ 233.00
03	01	BHE1010738 - AMOLADORA 4.5" 850W - 11000RPM MARCA: BOSCH MODELO: GWS8-115+OF2 1 AÑO DE GARANTIA	\$ 98.00	\$ 98.00
04	01	BHE1080116 - TALADRO DE BASE MAGNETICA 1-1/4" 1500w 4VELOC. + BASE MAGNETICA 80W 25KN 65MM + CHUCK 3/4" CONO MK-3 MARCA: BOSCH MODELO: GBM32-4/GBM32-4 GARANTIA: 12 MESES	\$ 3,015.00	\$ 3,015.00
05	01	BTS1140473 - ESMERIL DE BANCO 8" 600W 2900RPM - INDUSTRIAL MARCA: BOSCH MODELO: GBG8 GARANTIA 1 AÑO	\$ 208.00	\$ 208.00
06	01	BOX1020026 - EQ. DE OXICORTE JOURNEYMAN II (SUELDA 1/8" MAX 3") (CORTA 3/4" MAX 8") C/REGULADORES EDGE MARCA: VICTOR MODELO: 0384-2041 1 AÑO DE GARANTIA	\$ 490.00	\$ 490.00



HONDA

SULLAIR

hidrostat

KOHLER

BARNES

CHANGLIN MASALTA

REXTON

HOLLO A7

BOSCH

GEHL

EXIMPORT DISTRIBUIDORES DEL PERU S.A. - RUC: 20100041520
Av. Argentina N° 1710 - Lima - Perú

07	01	BHE1010176 - RECTIFICADORA ELECTRICA 650W 50MM VELOCIDAD VARIABLE 10000-28000RPM MARCA: BOSCH - SUIZA MODELO: GGS28LCE 1 AÑO DE GARANTIA	\$ 286.00	\$ 286.00
----	----	---	-----------	-----------

Proforma valida por 06 días.
Forma de pago: contado - depósito bancario
Entrega inmediata

BANCO	CTA. CIB. S/	CTA. CTE. \$
DE COMERCIO	110-01-0420735	110-02-0255084
FINANCIERO	000310364280	000310364299
BIF	00-10000 92200	00-10000 92219
SCOTIABANK	000-2873 93	000-125 7160
CONTINENTAL	0011-0910-73-0100010582	0011-0910-72-0100016947
BCP	193-131 3001-0-36	193-134 2940-1-59
INTERBANK	100-000-821748-5	100-000-821748-4
HSBC	001-220003-001	001-220003-301
DE LA NACION	0000-331376	
CITIBANK	005795-001	005795-109
RUC: 20100041520 - EXIMPORT DISTRIBUIDORES DEL PERU S.A. ó Edipesa (abreviado) - Av. Argentina # 1710 - Lima		

TODOS LOS PRECIOS INCLUYEN I.G.V.

TIPO DE CAMBIO: S/. 2.80

Atentamente,

JUAN RUBEN ARCONDO L.

Representante de Ventas

Cel.: 981306589 (Next) - RPM :#956848805

Nextel: 51*130*6589

jarcondo@edipesa.com.pe

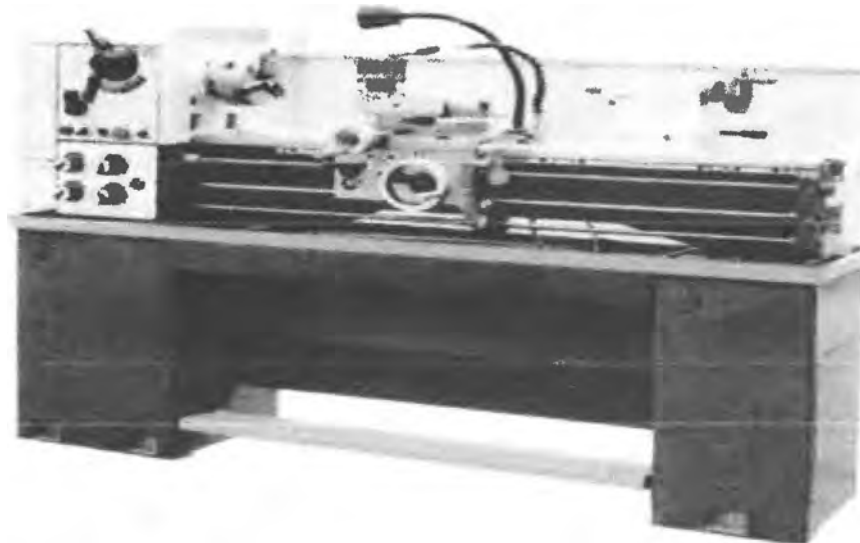




IMPORTACIONES A&V MOTOR S.A.C.

Reconstrucción de Motores Petroleros y Gasoleros
Maquinaria para metal mecánica, Tornos, Fresas, Taladros.

TORNO PARALELO UNIVERSAL MODELO A&V1000L



VOLTEO CON ESCOTE	360mm
VOLTEO CRUZADO	179mm
VOLTEO SIN ESCOTE	502mm
LARGO DEL CABEZAL	223mm
ALTURA DEL CENTRO	166mm
DIST. ENTRE PUNTAS	1000mm
ANCHO DE LA BANCADA	187mm
LARGO DE LA BANCADA	1655mm
ALTO DE LA BANCADA	290mm
DIAMETRO DEL HUISLLO	38mm
CONO MORSE 5	No. 3 morse
NUMERO DE VELOCIDADES	8 or 16 (pole changeable motor) (optional)
RANGO DE VELOCIDADES	70-2000rpm or 35-2000rpm (2 speed motor)
ANCHO DEL CARRO TRANSVERSAL	118mm
RECORRIDO DEL CARRO TRANSVERSAL	160mm
ANCHO DE LA TORRETA	76mm
RECORRIDO DE LA TORRETA	68mm
DIAMETRO DEL TORNILLO	22mm
ROSCA DEL TORNILLO	8 TPI or 3 mm pitch
DIAMETRO DE LA BARRA DE AVANCE	19mm
MOTOR	2 HP TRIFASICO
PESO	650KGS
DIMENSIONES	1670*760*1485

C.C. ACOPROM.
AV. ARGENTINA 501. STAND F-8. Telf. 727-2698
CORREO: importacionesayvmotorsac@hotmail.com

TORNO PARALELO TBL-330

BMM 1100049

REXON

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Diámetro de giro con escote	330 mm
Giro sobre bancada sin escote	476 mm
Distancia entre puntas	1000 mm
Cono Morse	Nº 5
Diámetro de broca	1-1/2" (38mm)
Número de velocidades	8
Rango de velocidades	70 - 2000 RPM
Roscado pulgadas	4 - 66 TPI
Rosca métrica	0.4 - 7.0 mm
Avance de contrapunta	95 mm
Peso aprox.	500 Kg.

 **edipesa**
Lider en Maquinarias

SOPORTE TECNICO



Mandrino S.A.C.

SERVICIOS INTEGRALES PARA TODOS LOS SECTORES PRODUCTIVOS

COTIZACION				
Señores: Rubén Huamán Mendieta		RUC: 10212511434	15/10/2013	
		Dirección: Av. Brasil 669 Lima		
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	P.UNIT.	P. TOTAL
1	Una barrenadora portátil de fabricación peruana, Marca: MANDRINO . Peso : 100 Kg. con accesorios. Ptencia de 2.4HP 220 V. Trifásico. RPM: 100 - 500. Carrera máxima: 14" Avance manual. Diámetro máximo de barrenado = 12" Accesorios: Dos lunetas de centrado, dos arañas de centrado Una barra de 4 pies y una de 7 pies de Ø 1.5", Un kit de 4 cuchillas. Material: Aluminio.	1	3,000.00	IGV 3,540.00
TOTAL:		US \$	3,000.00	3,540.00