UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARíA
CASA CENTRAL, VALPARAISO



"DISEÑO, IMPLEMENTACION Y DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE CARRERA LABORAL EN UNA PLANTA DE BENEFICIO MINERAL, EN LA GRAN MINERIA DEL COBRE."

Pedro Alfonso Fernandino Otondo

Memoria para optar al titulo de
Ingeniero Civil Industrial

UTFSM
Departamento de Industria
2017

Resumen ejecutivo,

Esta tesis tuvo la finalidad de analizar los pasos necesarios para realizar el diseño, desarrollo y finalmente la implementación de un sistema enfocado al desarrollo de una carrera laboral basado en competencias y brechas.

Por lo cual se aplico un método de trabajo de análisis de referentes laborales, de entrevistas realizadas, de referentes formativos y consolidación de resultados.

Con la información adquirida se logro la conformación de módulos de formación y planes de desarrollo formativos y consolidación de los resultados.

Se generaron planes consolidados globales y resultados por módulos en los cuales se describen las áreas de ciencias básicas, metrología mecánica, planos y manuales, lubricación, tecnología mecánica y soldadura

Con ello se pudo la conclusión del estado de resultado de la evaluación y las conclusiones de la tesis.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. OBJETIVOS Y ALCANCE LA TESIS 3
   2.1. OBJETIVO GENERAL 3
   2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
   2.3. ALCANCE DE LA TESIS 3
3. MARCO TEÓRICO 5
   3.1. ANÁLISIS FUNCIONAL 5
      3.1.1. desarrollo del mapa funcional y definición de competencias. 6
      3.1.2. Definición de los atributos de competencias 8
      3.1.3. Elaboración de los perfiles de cargos en base a competencias 10
   3.2. PROGRAMAS DE FORMACIÓN MODULAR 11
   3.3. EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS 16
4. METODOLOGÍA DE TRABAJO 20
   4.1. ANÁLISIS DE REFERENTES LABORALES 21
   4.2. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS REALIZADAS 26
   4.3. ANÁLISIS DE LOS REFERENTES FORMATIVOS 49
   4.4. CONSOLIDACIÓN DE LOS RESULTADOS 54
5. PROGRAMA DE FORMACION 57
   5.1. MÓDULOS DE FORMACIÓN 58
   5.2. RUTAS DE FORMACIÓN: PLANES DE DESARROLLO FORMATIVO 61
6. APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN: EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS 63
   6.1. RESULTADOS GLOBALES 65
   6.2. RESULTADOS POR MÓDULO 67
      6.2.1. Ciencias Básicas 67
      6.2.2. Metrología Mecánica 69
      6.2.3. Planos y Manuales 70
      6.2.4. Lubricación 71
      6.2.5. Tecnología Mecánica 73
      6.2.6. Soldadura 74
   6.3. CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN 76
7. CONCLUSIONES DE LA TESIS 78

BIBLIOGRAFÍA 81
ANEXOS 82
ANEXO A: ANEXO DIGITAL BASE DE DATOS REFERENTES LABORALES 82
ANEXO D: ANEXO DIGITAL BASE DE DATOS CONSOLIDADA 82
ANEXO C: MODULOS DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN MANTENIMIENTO MECANICO 82

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Alcance de la tesis 4
Figura 2 Mapa funcional 7
Figura 3 Elaboración de perfiles de cargo 11
Figura 4 Formación tradicional versus formación por competencias 12
Figura 5 Currículo por competencias 14
Figura 6 Diseño de módulos en base a competencias 15
Figura 7 Metodología de trabajo 21
Figura 8 Análisis de referentes laborales 22
Figura 9 Base de datos de referentes laborales: perfiles, competencias, conocimientos 23
Figura 10 Estructura de Cargos Servicio de Mantenimiento Gerencia Plantas DET 23
Figura 11 Consolidación de actividades que realizan mantenedores base según perfiles 24
Figura 12 Intersección de conocimientos a partir de los referentes laborales 24
Figura 13 Plan formación para la Competencia Mantener Cargadores Frontales, Gerencia Minas, Codelco Norte. 50
Figura 14 Programa de estudios ingeniería en maquinarias, vehículos automotrices y sistemas electrónicos / INACAP (primeros cuatro de ocho semestres) 51
Figura 15 Consolidación de rsultados 54
Figura 16 Base de datos de consolidación de referentes laborales y formativos 55
Figura 17 Plan de formación mantenimiento mecánico de una planta concentradora de cobre 58
Figura 18 Rutas formativas para perfiles de cargos genéricos de servicios de mantenimiento mecánico de una planta concentradora de cobre 62
Figura 19 Proyecto de mejoramiento de las capacidades del servicio de mantenimiento 63
Figura 20 Metodología para la elaboración de pruebas técnicas 64
Figura 21 Resultados generales de la evaluación 66
Figura 22 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo ciencias básicas 67
Figura 23 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo ciencias básicas 68
Figura 24 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo metrología mecánica 69
Figura 25 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo metrología mecánica 70
Figura 26 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo planos y manuales 70
Figura 27 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo planos y manuales 71
Figura 28 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo lubricación 72
Figura 29 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo lubricación 72
Figura 30 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo tecnología mecánica 73
Figura 31 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo tecnología mecánica 74
Figura 32 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo soldadura 75
Figura 33 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo soldadura 75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Unidades y elementos de competencias 16
Tabla 2 Elementos del módulo metrología 53
Tabla 3 Módulos de formación asociados al perfil de cargo Mantenedor Mecánico Base 55
Tabla 4 Competencias y perfiles de cargo asociados a módulos de formación 56

1. INTRODUCCIÓN

En el entorno competitivo actual las organizaciones deben mejorar continuamente su productividad, crear valor en sus mercados y optimizar de sus costos. En el contexto de las organizaciones productivas con uso intensivo de activos y bienes de capital, la función de mantenimiento ha adquirido una relevancia estratégica considerable, debido principalmente a su alto peso dentro del presupuesto (Tsang, 1999)[1]. La agregación de valor de esta función a la organización depende de la conjugación de sus cuatro dimensiones: (a) *organización y estructura de trabajo*, (b) *mix entre personal interno y servicios externos*, (c) *definición y aplicación de métodos de mantenimiento (RCM, TPM)*, (d) y *sistemas de soporte asociados*, como los sistemas de información y monitoreo.

Dentro de la dimensión *organización y estructura de trabajo*, el desarrollo o mejoramiento de las competencias del personal, orientado hacia la formación de mantenedores multifuncionales y autónomos, es uno de los objetivos estratégicos de toda función moderna del mantenimiento. Por esta razón, la formación basada en competencias, entendida como la organización de procesos de enseñanza/ evaluación/ aprendizaje orientados a la generación del saber, saber hacer y saber ser, y a la movilización integrada de éstos para enfrentar nuevas situaciones, constituye una de las herramientas claves para generar nuevas capacidades en la organización o mejorar las ya existentes.

Este tipo de formación establece una relación directa entre las competencias requeridas por la función de mantenimiento (puestos laborales) y el diseño curricular. Esta relación permite a quienes oferten formación tener un referente para adecuar sus programas, métodos y actividades de formación, y a quienes demanden formación, tener la seguridad que ésta se adapta a los requerimientos del puesto de trabajo. Lo anterior, impone a los programas de formación el desafío de generar capacidades ajustadas al

[1] Measuring maintenance performance: a holistic approach, Albert H.C. Tsang, 1999.

contexto laboral, además de desarrollar en el formando, adaptación al cambio y capacidad de reacción frente a situaciones laborales reales.

Dentro de este marco, esta tesis desarrolla un programa de formación modular en base a competencias, orientado a mejorar las capacidades de los servicios de mantenimiento de activos en grandes empresas mineras. El alcance del trabajo corresponde a los servicios de mantenimiento de plantas concentradoras de cobre y dentro de éstos a la especialidad de mantenimiento mecánico.

Esta tesis se estructura como sigue: en el primer capítulo se presentan los objetivos y el alcance de este trabajo. En segundo capítulo se presenta el marco teórico que guía el desarrollo de la tesis, para posteriormente, en el tercer capítulo, presentar la metodología de trabajo, junto con el desarrollo de la misma. En el cuarto capítulo se presentan el programa de formación y los productos obtenidos. En el quinto capítulo se presenta una aplicación del programa de formación y se explica su rol dentro de un proyecto de mejoramiento de las capacidades de la función mantenimiento. Finalmente, en el capítulo sexto se presentan las conclusiones de este trabajo.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE LA TESIS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar programas de formación modular en base a competencias para el cierre de brechas del personal de los servicios de mantenimiento mecánico de plantas concentradoras de cobre.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis de perfiles de cargos del personal de servicios de mantenimiento mecánico del proceso de concentradora de cobre para determinar el campo de acción, las competencias y los conocimientos asociados a cada uno de ellos de acuerdo a referentes laborales actualizados y pertinentes. .
- Diseñar módulos de formación centrados en el aprender haciendo, que permitan un desarrollo formativo y laboral de los perfiles de cargos.
- Generar inputs para la evaluación del personal de mantenimiento mecánico respecto de los conocimientos técnicos asociados a los módulos formativos.

2.3. ALCANCE DE LA TESIS

Este trabajo de tesis se enmarca dentro un proyecto integrado de diseño formativo (fig. 1) que busca el mejoramiento de las capacidades del personal de los servicios de mantenimiento de los procesos mineros de extracción mina, plantas y fundición perteneciente a las diferentes especialidades: mecánica, eléctrica e instrumentista. Este proyecto formativo implica el desarrollo de módulos y rutas de formación, la elaboración de material educativo para los módulos de nivel I y II del programa y, a partir de este material educativo, la elaboración de pruebas de conocimientos técnicos.

La aplicación de estas pruebas al personal de mantenimiento permite identificar las brechas de conocimientos, en cada uno de los módulos de formación y sus temáticas. Las temáticas, hacen referencia a un conjunto determinado de conocimientos (contenidos) del módulo, que se agrupan de acuerdo a su afinidad técnica, formativa o cognitiva. Estos resultados permiten retroalimentar el programa de formación para optimizar su implementación y para enfocarse en el cierre de brechas específicas, con lo que se reducen los tiempos y los costos de la capacitación.

El alcance de la tesis dentro de este proyecto de formación (fig. x) corresponde al desarrollo del programa de formación para la especialidad de mantenimiento mecánico del proceso de plantas concentradoras. Esto implica el desarrollo de los módulos de formación y de las rutas formativas.

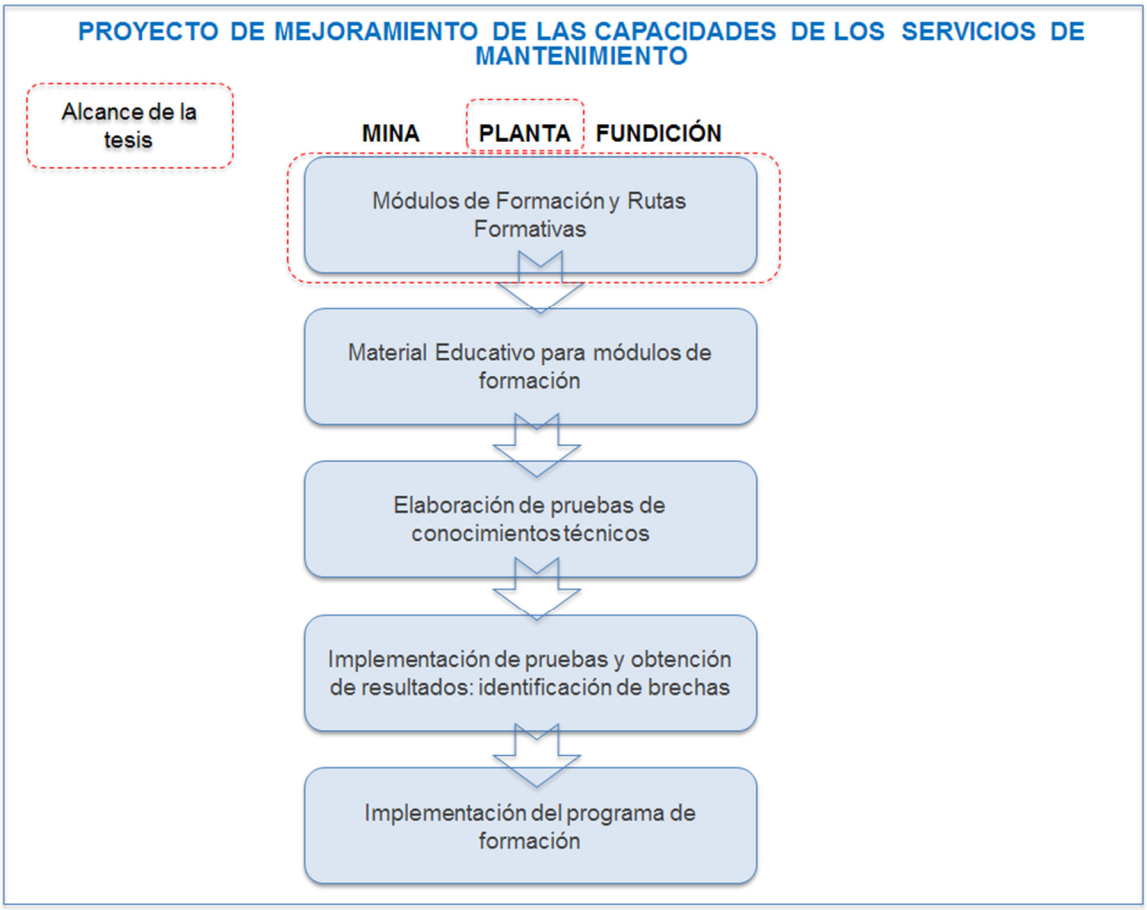


Figura 1 Alcance de la tesis

3. MARCO TEÓRICO

En el último tiempo las grandes empresas mineras han diseñado e implementado sistemas de gestión de las personas tendientes a mejorar las capacidades de la organización y optimizar los procesos dentro de la misma. Uno de los puntos centrales de estos sistemas es el Desarrollo de Carrera Laboral (DCL), subsistema mediante el cual se definen rutas de progreso en una estructura de cargos (perfiles) previamente definida. Estas rutas de progreso están diseñadas de acuerdo a las competencias y conocimientos requeridos por cada perfil de cargo, con lo cual también se define el alcance de cada uno de ellos.

Ya que el DCL es un punto central de la gestión de la personas, éste debe ser homologado y validado en toda la organización. Por esto mismo, se han desarrollado de manera participativa e integrada Plataformas de Competencias, que soporten el DCL y en definitiva la gestión de las personas dentro de la empresa. Las plataformas de competencias definen, a nivel de área u organización, el conjunto de competencias requeridas por la cadena del valor correspondiente, así como su asociación a los perfiles de cargo existentes.

Desde otra perspectiva, pero igualmente relacionada con la gestión de las personas dentro de la organización, las plataformas de competencias son el input esencial y principal para el diseño curricular. Por esto mismo, a continuación se trata el proceso de desarrollo de estas plataformas y cómo, a partir de ellas, se pueden diseñar programas de formación y procesos de evaluación.

3.1. ANÁLISIS FUNCIONAL

El *análisis funcional* es una técnica que se utiliza para identificar las competencias laborales requeridas por uno o más procesos productivos, definidos a partir del análisis de su cadena del valor. Ésta metodología considera que el trabajo de cada uno de los miembros de la organización están en una relación sistémica con el logro del propósito de la misma. Algunas de sus principales características son:

- Los trabajadores (as), junto con los supervisores, participan para estructurar las competencias requeridas en el proceso productivo que se analiza y en general, el proceso es guiado por un facilitador con experiencia en la gestión por competencias.
- Se aplica de lo general a lo particular, iniciándose con la identificación del propósito clave de la organización y concluye con las funciones productivas básicas y elementos de competencia que son las funciones realizables por una persona.
- Identifica conocimientos y actitudes así como también condiciones de calidad, seguridad y comprensión necesarias para tener un desempeño competente en una ocupación laboral.
- Tiene carácter formativo, pues por tratarse de un método de análisis de la situación de trabajo que posibilita la reflexión sobre ella, los trabajadores (as), supervisores y gerentes van adquiriendo un conocimiento acabado de los procesos productivos, sus dificultades y la forma de cómo resolverlos.

El principal producto del análisis funcional es al mapa funcional. A partir de él, se pueden identificar las competencias requeridas por el proceso, las que posteriormente son utilizadas para definir los perfiles de cargo genérico.

3.1.1. Desarrollo del mapa funcional y definición de competencias.

El mapa funcional (fig. 2) se inicia con la identificación del propósito principal de la organización que se está estudiando (misión o razón de ser de la actividad productiva). A

partir del propósito principal se inicia la desagregación de funciones, partiendo desde lo general hacia lo particular. De acuerdo a esto, se obtienen las siguientes funciones:

- Propósito principal.
- Funciones claves.
- Funciones principales.
- Funciones básicas (unidades de competencia).
- Elementos de competencia.

El proceso de desagregación va ocurriendo con el propósito de determinar qué funciones se deben cumplir para lograr que se realice la inmediatamente anterior. Para ello, entre un nivel y otro de desagregación, se debe responder a la pregunta de izquierda a derecha ¿Para cumplir con este propósito o función, que funciones son necesarias realizar?, o al revés a manera de comprobación ¿Para qué se realiza esta función? (fig.2).

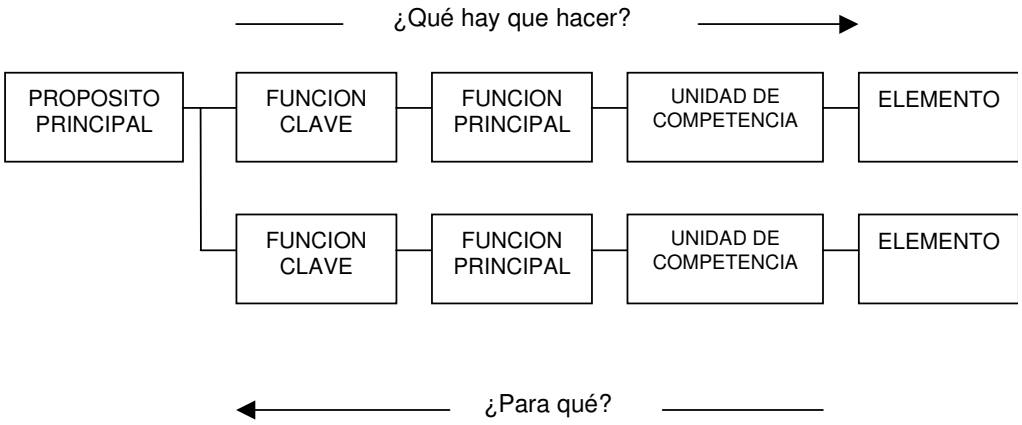


Figura 2 Mapa funcional

El resultado final de este procedimiento es el mapa funcional del proceso productivo que se está estudiando. Desde este mapa funcional se identifican las competencias laborales requeridas para el logro de propósito principal, entendidas como aquellas funciones que son realizables por un perfil laboral (persona). Las unidades de competencia se pueden

adquirir en los ámbitos educativos, pero también mediante programas de formación en la empresa e incluso por medio de la práctica (experiencia laboral).

La aplicación de la metodología de análisis funcional, y por tanto la elaboración del mapa funcional, es un proceso participativo, que involucra a todos los miembros de la organización y debe necesariamente contar con pasos de ajustes y validación.

3.1.2. Definición de los atributos de competencias

Una vez identificadas las competencias se procede a la definición de sus atributos. Esto significa asociar a cada una de ellas los estándares que permiten dilucidar, mediante una evaluación cuantificable, si el trabajador es competente o aún no lo es.

El conjunto de competencias y sus atributos agrupadas como producto final en un *Catálogo de Competencias* que corresponde a la demanda formal de competencias por parte proceso, será el referente para establecer sistema de Gestión de Recursos Humanos basado en competencias. Con el catálogo se pueden desarrollar consientemente procesos de desarrollo de carrera, mejoras en la organización del trabajo (estructura organizacional, descriptores de cargos), procesos de selección de personal, programas de entrenamiento y capacitación, etc..

La definición de atributos de cada una de las unidades de competencia identificadas a partir del mapa funcional, debe incluir la definición de los siguientes componentes:

- *Nombre de la unidad de competencia (establecido desde el mapa funcional)*
- *Los elementos de competencia (establecidos en el mapa funcional),*
- *Los criterios de desempeño, que se refieren a la descripción de las conductas específicas que dan cuenta del dominio de la competencia dentro de un contexto laboral.*
- *El Campo de aplicación, entendido como las condiciones del contexto laboral en el que se aplica la competencia.*
- *Los niveles, los cuales pueden definirse, por ejemplo, en función del grado de autonomía o nivel de conocimientos necesarios para ejercer la competencia.*

- *Los recursos críticos, es decir, los conocimientos de base, habilidades, materiales, equipos y herramientas asociados el ejercicio de la competencia.*
- *La metodología de identificación de la competencia, es decir, el conjunto de evidencias de desempeño y de conocimientos y su forma de evaluación.*

Los ***criterios de desempeño, el campo de aplicación y los recursos*** se identifican mediante el trabajo conjunto organización-consultor, contestando por cada unidad de competencia a un listado de preguntas (cuidando especialmente de integrar en la norma la perspectiva de género), como las siguientes:

(1) ¿Qué desempeños claves se esperan de una persona en una situación normal?
(2) ¿Qué tipo de decisión debe tomar para lograr los desempeños?
(3) ¿Cómo debe hacer frente a imprevistos, a situaciones de emergencia?
(4) ¿Qué actitudes se espera que manifieste?
(5) ¿Qué errores debe evitar?
(6) ¿A quién y cómo tiene que comunicar?
(7) ¿Debe atender aspectos relacionados con la seguridad, salud y el medio ambiente?
(8) ¿Qué conocimientos, habilidades y destrezas se despliegan en el ejercicio de la competencia?

Los criterios de desempeño y el ámbito de aplicación definen el nivel de competencia de un trabajador, por este motivo, es especialmente importante que sean validados por gerentes de la organización y subalternos.

Las ***evidencias de conocimiento y comprensión*** dan cuenta de que la persona posee los conocimientos de base para demostrar su desempeño de acuerdo a lo esperado, especificándose los conocimientos que no se pueden constatar en el desempeño. Las evidencias de conocimiento se pueden corroborar mediante preguntas orales y pruebas escritas (de opción múltiple, de opción simple, etc.), mientras que las *evidencias de desempeño* del trabajador, pueden especificarse y evaluarse, entre otros, mediante:

- La observación en el lugar de trabajo
- Ejercicios simulados semejantes a las situaciones de trabajo
- Pruebas de habilidades
- Informes y registros utilizados en el desempeño
- La realización de un proyecto o tarea

Como último punto de la metodología del análisis funcional, cabe señalar que la conformación sintáctica de las funciones y elementos de competencia serán realizados bajo el esquema de *verbo-objeto-condición* con el propósito de homologar el lenguaje y mejorar la comunicación entre el equipo de trabajo organización-consultor.

3.1.3. Elaboración de los perfiles de cargos en base a competencias

Una vez identificadas y estandarizadas las competencias requeridas por el proceso, se procede a analizar los cargos al interior del mismo con el objetivo de asignar las unidades de competencia que le son pertinentes (fig 3). Este proceso permite la homologación de los cargos actuales de la organización con perfiles de cargos genéricos basados en competencias, facilitando el desarrollo de actividades de formación y la definición de rutas de desarrollo laboral.

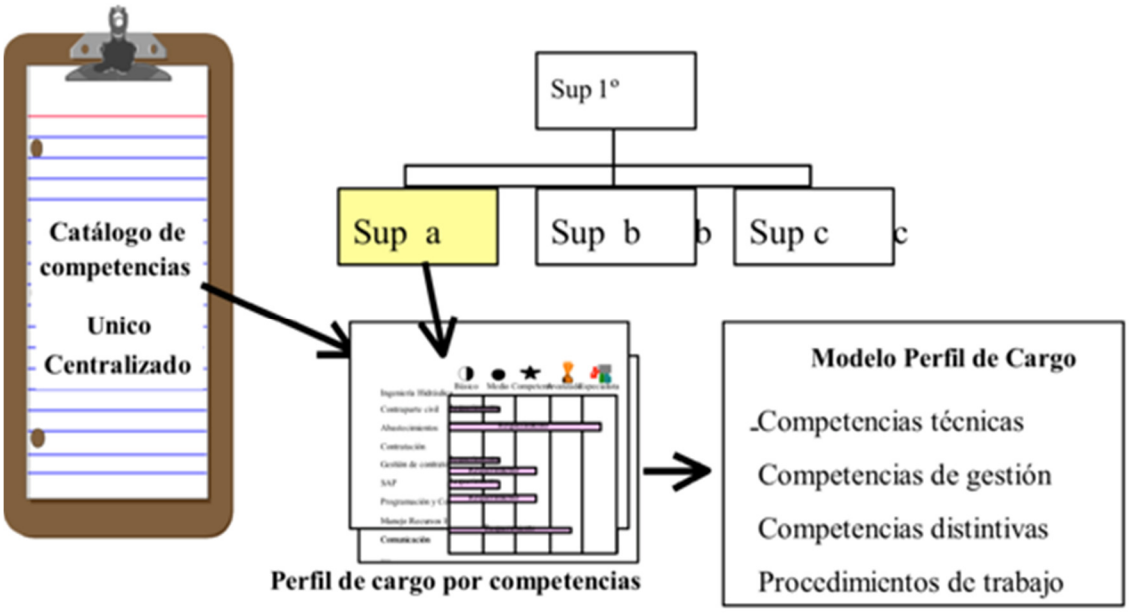


Figura 3 Elaboración de perfiles de cargo

3.2. PROGRAMAS DE FORMACIÓN MODULAR

Cuando la formación se basa en los perfiles de competencias previamente definidos y organiza procesos de enseñanza/aprendizaje orientados a la generación de saber, saber hacer y saber ser, entonces se habla de un proceso de formación basado en competencias.

La introducción del enfoque de competencia laboral, que está conformada por un conjunto de actividades profesionales con valor y significado en el empleo, ha significado para la formación una vía para la actualización y el acercamiento a las necesidades del ambiente empresarial, pues además de facilitar la permanente actualización y la autonomía del trabajador sobre su proceso formativo, reviste un carácter de formación de base amplia, que apoya el desarrollo de competencias genéricas y, por lo tanto, facilita la empleabilidad en un contexto cambiante.

La formación basada en competencias establece una relación directa entre las competencias requeridas y los contenidos de los programas de formación, por lo que quienes ejecuten la formación tendrán un referente para adecuar sus programas y quienes demanden sus servicios tendrán la seguridad que se adaptan a las necesidades. Debido a esta relación la formación basada en competencias presenta varias ventajas en comparación con los métodos de formación tradicionales (fig. 4).



Figura 4 Formación tradicional versus formación por competencias

Para que la competencia sea el núcleo del diseño formativo, se deben tener en cuenta algunos requisitos:

- Cada unidad de competencia requiere una agrupación de conocimientos y saberes afines.
- Las unidades de competencia deben ser reconocibles en el mundo laboral, ya sea como una sub función formativa, un puesto de trabajo o un conjunto de tareas.

- Las unidades de competencia deben estar relacionadas con al menos uno de los puestos de trabajo tipo del área profesional[2], tener vigencia actual y proyección de futuro.
- Es conveniente que, en la medida que sea posible, la competencia se defina de tal manera que posibilite ser transferida a otros campos o áreas ocupacionales.
- De acuerdo a lo expresado anteriormente, se concluye que aquellas actividades profesionales que sean comunes a varias figuras, deberían agruparse en la misma unidad de competencia. De esta manera, sería transversal a varias de ellas o a toda un área. Por ejemplo las competencias: «gestión administrativa», «gestión de recursos humanos», etc.
- Si un grupo de saberes esté presente en varias unidades de competencia, entonces se trata más bien de una formación más general y básica en lugar de una formación específica. Por esto, el módulo estará asociado a varias unidades de competencia.

El diseño curricular basado en competencias toma como base las actividades y capacidades señaladas en la unidad de competencia para generar los módulos de formación y cada uno de sus elementos componentes (fig. 5). El currículo tiene una excelente referencia en los elementos de competencia:

- No es lo mismo *unidad de competencia* y *módulo formativo*, pues la primera no es un programa de formación, aunque su contenido es la base para elaborarlos. La relación entre el número de unidades de competencias y el número de módulos suele ser 1:1. Si la competencia integra un conjunto relevante de elementos o con actividades de gran complejidad, pueden entonces desarrollarse dos módulos formativos. El módulo es un conjunto de saberes (técnicos, sociales y actitudinales) ordenado por afinidad formativa, que cumple ciertas condiciones de profesorado y medios.
- Los elementos de competencia son el input relevante para definir los resultados de aprendizaje del módulo. Por su parte, los conocimientos y criterios de desempeño de

[2] Conjunto de funciones productivas cuyos propósitos son similares o están relacionados entre sí para producir bienes y servicios.

la competencia están directamente relacionados con los contenidos y las actividades de evaluación del módulo.

- Así también, los elementos de la unidad de competencia permiten establecer pautas de requisitos respecto al personal docente, espacios, medios didácticos, metodologías y medios tecnológicos (sistemas, instalaciones, equipos, máquinas, dispositivos de verificación y control, instrumentación, útiles y herramientas).

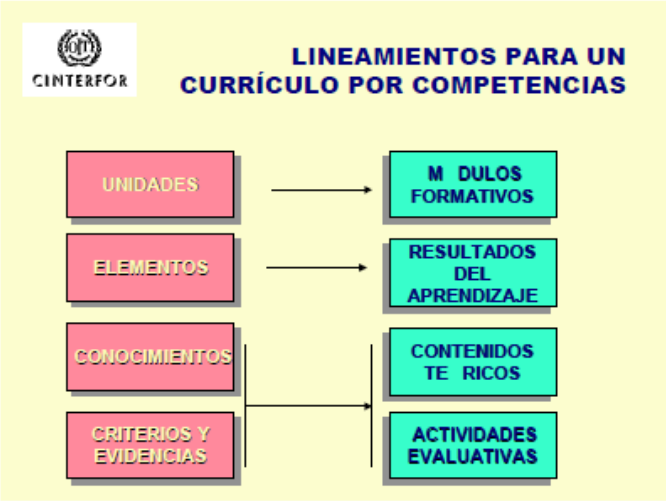


Figura 5 Currículo por competencias

Considerando esta base, el proceso de desarrollo de módulos formativos se resume en los dos siguientes pasos:

a) Partir de las unidades de competencia establecidas en el análisis funcional, que junto con sus elementos, dan cuenta de los resultados que el trabajador o trabajadora debe lograr.
b) Asociar módulos profesionales a las unidades de competencia, en los que se establecen los medios profesionales, saberes, actitudes y medios tecnológicos necesarios.

En cada cruce entre módulos y unidades, se ubicarán las actividades o elementos de competencia que son objeto de enseñanza/aprendizaje. Un cuadro de estas características permitirá analizar el grado de afinidad formativa de las actividades profesionales. En el ejemplo (fig. 6), se ilustra el resultado de seguir los pasos enunciados

anteriormente: para las competencias UCL 1 y UCL 2 se definen dos módulos, cuyos contenidos se asocian a la vez a uno o varios elemento de competencias (A1···A7). Las competencias y sus elementos se muestran en la tabla XX.

Unidades de Competencia / MÓDULOS	UC1 GESTIONAR EL ALMACÉN Y LAS COMPRAS	UC2 GESTIONAR LAS VENTAS
M1 **GESTIÓN DE COMPRAS Y ALMACÉN**		
. ORGANIZACIÓN OPERATIVA DE LA EMPRESA: SERVICIO DE COMPRAS Y ALMACÉN	A2, A5	
. POLÍTICA DE COMPRAS		
. GESTIÓN DE ALMACÉN	A1	
. COSTES DE APROVISIONAMIENTO Y ALMACÉN	A4, A5, A6	
. CONTRATOS MERCANTILES DE COMPRAVENTA, TRANS-PORTES Y SEGUROS	A7 A3	
. IMPORTACIONES		
. APLICACIONES INFORMÁTICAS	A1, A3 A1, A2, A3, ..., A7	
M2 **GESTIÓN COMERCIAL**		
. ORGANIZACIÓN OPERATIVA DE LA EMPRESA: SERVICIO DE VENTAS		A2
. ORGANIZACIÓN Y POLÍTICA COMERCIAL		
. COSTES DE DISTRIBUCIÓN		A1, A3, A4, A6
. CONTRATOS MERCANTILES Y ADMINISTRATIVOS		A5
. EXPORTACIONES		A4
. APLICACIONES INFORMÁTICAS		A3, A4 A1,..., A6

Figura 6 Diseño de módulos en base a competencias

Unidad de competencia 1: Gestionar las compras y el almacén	Unidad de competencia 2: Gestionar las ventas
A1. Elaborar un plan de adquisiciones que cubra las previsiones de ventas y el stock adecuado.	A1. Definir un plan de comercialización y elaborar previsiones de ventas de acuerdo con la política de la empresa.
A2. Elaborar y actualizar ficheros de productores y proveedores para poder realizar las operaciones comerciales.	A2. Elaborar y actualizar ficheros de clientes para realizar operaciones comerciales.
A3. Establecer contratos de compra, y elaborar la documentación complementaria, para realizar los pedidos correspondientes en los respectivos plazos.	A3. Supervisar administrativamente las acciones de agentes vendedores para el control de las operaciones.
A4. Realizar/verificar inventarios de existencias que informen de las existencias reales.	A4. Gestionar la documentación correspondiente de las operaciones de venta y de la expedición de las mercancías para tramitar los pedidos.
A5. Recepcionar y efectuar la distribución interna de las mercancías para informar de la política de compras, confirmar la idoneidad de	A5. Calcular los costes de distribución para imputarlos a los diferentes productos.

los materiales y productos, y organizar el almacén	
A6. Controlar y valorar las existencias para conocer su valor contable	A6. Atender y gestionar reclamaciones para solventar errores y conseguir la satisfacción del cliente en su ámbito de actuación, según la política establecida.
A7. Calcular los costes de almacén para imputarlos en los diferentes productos.	

Tabla 1 Unidades y elementos de competencias

3.3. EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

La evaluación por competencias es un proceso que permite apreciar el grado de adquisición, por parte de una persona, de las habilidades, aptitudes y conocimientos que la componen, durante el desempeño de actividades asociadas a un perfil de cargo dentro de un contexto laboral definido.

- La evaluación por competencias es un proceso transparente y confiable, tanto para la organización como para el trabajador. Antes de iniciar el proceso de evaluación, el trabajador y el evaluador acuerdan en conjunto los objetivos, métodos y evidencias a recopilar durante el proceso de evaluación, por lo que el evaluado tiene una participación activa dentro de su proceso. De esta menera, el trabajador o trabajadora conoce perfectamente qué resultados debe lograr.
- En el proceso de evaluación por competencias, se compara el desempeño del trabajador o trabajadora con la norma, no con el desempeño de sus pares o grupos, como ocurre en los sistemas de evaluación tradicionales. No se pondera el conocimiento con una nota o un porcentaje, sino que el juicio será: es competente o aún no lo es, lo cual abre las puertas a procesos de aprendizaje continuos, que implican nuevos desarrollos y evaluaciones. Por esto mismo, la evaluación por competencias tiene un carácter formativo, ya que permite establecer el grado en el cual el trabajador posee las competencias requeridas, e identifica aquellas

competencias que aún deben ser desarrolladas a facilitando procesos de capacitación y autoaprendizaje.

Otra característica importante del proceso de evaluación por competencias, es que se lleva a cabo en el trabajo, durante el desempeño normal de las actividades, no en un período corto y fijo, sino que respectando el ritmo individual de cada persona.

Para que el proceso de evaluación sea consistente, es conveniente que la norma técnica de la competencia incluya las guías de evaluación, con el propósito de de evitar el uso de diferentes métodos para una misma norma, reduciendo la influencia del criterio de quienes evalúan.

Existen diversos métodos para la evalución o valoración de compentecias, usándose en general un conjunto integrado de ellas. Algunos de los las herramientas de evaluación por competencias son:

- Observaciones del desempeño del trabajador o trabajadora en el puesto de trabajo
- Simulaciones
- Pruebas de habilidades y aplicación de destrezas
- Pruebas ocupacionales escritas (de múltiple opción u otras) y orales (exámenes)
- Testimonios históricos de las actividades de formación
- Productos de trabajo relacionados con el ejercicio de la norma de competencia
- Pautas de evaluación aplicadas por el supervisor directo
- Pautas de evaluación aplicadas por subalternos
- Pautas de autoevaluación

Existen además otras evidencias pertinentes a los procesos de evaluación, que no necesariamente se manifiestan durante la observación in situ, como por ejemplo el hecho de solucionar imprevistos. En estos casos, se debe acudir a otro tipo de evidencias

(estudios y análisis de casos, observaciones-entrevistas, entrevistas de incidentes críticos, etc.) con el fin de poder establecer y valorar los conocimientos, las actitudes y habilidades de la persona respecto de la norma de competencia.

Los procesos de evaluación formal experta para la evaluación de las competencias constan normalmente de tres etapas:

a) Definición del conjunto de pruebas, productos y testimonios y determinación las guías de evidencia pertinentes a cada una de las competencias.

La metodología para evaluar competencias es independiente del tipo de competencia (técnica, de gestión o distintiva). Por lo tanto, la definición de las evidencias a recolectar es el factor clave, que permite adaptar un mismo modelo de evaluación, a los distintos tipos de competencias que se pretende evaluar. Metodologícamente, los conocimientos, criterios de desmpeño y evidencias de la norma de competencia, son una excelente fuente para el diseño de actividades de evaluación.

b) Diseño y elaboración de instrumentos de evaluación y de sus procedimientos de aplicación.

En función de las pruebas, productos y testimonios establecidos para las competencias definidas, se procede a elaborar los instrumentos de evaluación, pudiendo ser: pautas de evaluación en terreno, pautas de entrevistas semi estructuradas, pautas de entrevistas de incidentes críticos, diseño de casos y su aplicación, pautas de evaluación de supervisores, pautas de autoevaluación, etc. Además se definen los procedimientos que norman la aplicación de los instrumentos diseñados, guardando especial cuidado que éstos permitan evaluar las competencias en los distintos campos de aplicación, en los cuales deben ser demostradas.

c) Ejecución del proceso de evaluación experta.

La evaluación se organiza y estructura sobre la base de lo establecido en la norma técnica de competencia. En la evaluación, se realiza un proceso de recolección de evidencias de

los productos y de los conocimientos prácticos aplicados, las cuales favorecen la objetividad del proceso.

El proceso de evaluación de competencias permite un diagnóstico de las competencias poseídas por los trabajadores y también determina aquellas que ameritan un proceso de capacitación o nivelación. Así, se establecen necesidades de formación para cubrir las brechas identificadas. Con normalidad, y en caso de resultados positivos, se entrega un certificado, que corresponde a un acto de reconocimiento de las competencias demostradas durante la evaluación, para un período de vigencia determinando, en consideración de que éste debe ser renovado, bajo el supuesto de que las competencias son dinámicas, es decir, cambian y requieren por lo tanto actualización.

4. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El desarrollo de un programa de formación para servicios de mantenimiento mecánico de activos en procesos de concentración de cobre, contempla una metodología que se compone tres análisis fundamentales (fig. 7):

1. El análisis de los referentes laborales, que tiene como principal objetivo realizar un benchmarking de la estructura de cargos genérica presente en estos servicios de mantenimiento y definir el campo de acción de cada uno de éstos, es decir, las competencias y conocimientos asociadas.
2. La realización de entrevistas a personal de mantenimiento, principalmente a jefaturas, que tiene el propósito de identificar y definir los requerimientos de la organización para con los perfiles de cargo, respecto de las competencias y conocimientos que éstos deben cubrir.

La comparación de los resultados obtenidos de estos dos primeros análisis, permite por un lado, validar los campos de acción y la estructura de los perfiles de cargo; y por otro, una complementariedad respecto a las competencias y conocimientos que debieran estar asociados a cada uno de éstos.

3. El análisis de los referentes formativos, que tiene como fin identificar el alcance de programas y módulos de formación, aprendizajes esperados y metodologías de enseñanza, entre otros, respecto de la estructura de cargos, y de las competencias y conocimientos identificados en el primer análisis.

La yuxtaposición de los resultados del primer y segundo análisis, con los de este último, permite relacionar elementos formativos (módulos y aprendizajes esperados) con elementos laborales (competencias y conocimientos aplicados) para los diferentes perfiles de cargos del servicio de mantenimiento.

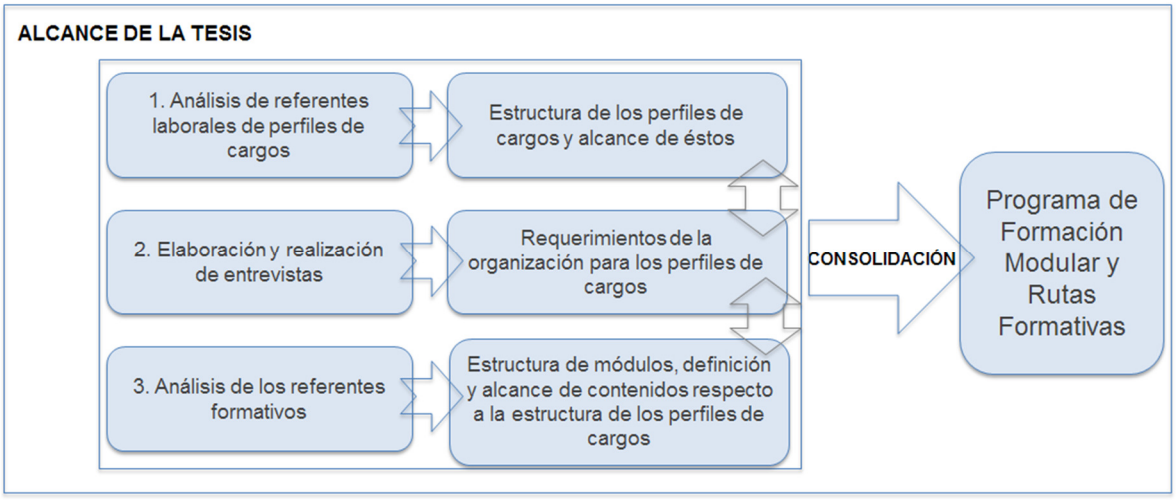


Figura 7 Metodología de trabajo

Los resultados de los tres análisis y su integración, entregan lineamientos para que el diseño formativo esté enfocado en los requerimientos de la organización y esté también alineado con los referentes productivos y formativos de la industria minera. Esto conlleva a que, durante la implementación de la metodología, el programa de formación modular y las rutas formativas a diseñar, tengan implícita una validación. El desarrollo y los resultados de estos tres análisis que componen la metodología, se presentan a continuación.

4.1. ANÁLISIS DE REFERENTES LABORALES

Para el análisis de los perfiles de cargos y con el propósito de comparar la estructura de cargos del servicio de mantenimiento y definir el campo de acción de cada uno de ellos, se han analizado tres referentes laborales (fig. 8):

a) Marco Nacional de Cualificaciones para la Minería (MCM) del Consejo de Competencias Mineras (CCM). Este marco Considera perfiles catalogados sobre la base de niveles de aprendizaje: desde el nivel 1 (apresto) al nivel 5 (técnicos especializados).

b) Perfiles y Unidades de Competencias Laboral de los procesos de Mantenimiento de División Codelco Norte, División El Teniente y División Andina de CODELCO

c) Perfiles y Unidades de Competencias Laboral de los procesos de Mantenimiento de la empresa Komatsu.

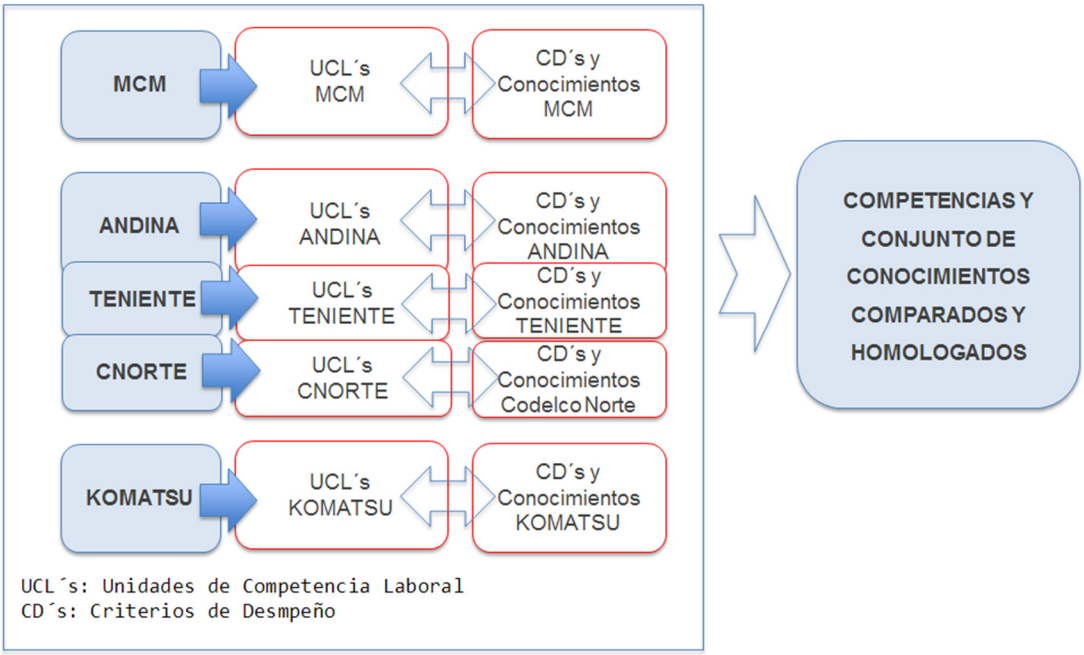


Figura 8 Análisis de referentes laborales

Para realizar el benchmarking se ha elaborado una base de datos (Anexo A), que facilita el cruce y análisis de la información de cargos, competencias, criterios de desempeño y conocimientos de estos referentes laborales (fig. 9).

PERFIL	Descripción de Conocimientos	NOMBRE DE LA COMPETENCIA	PROCESO	Fuente Perfil
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Conocimiento medio de electricidad.	MANTENER SISTEMAS DE ARRANQUE DE EQUIPOS MINA	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Electromecánica básica.	MANTENER MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS DE E	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Equipos de protección personal.	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Instrumentos de medición eléctrica.	MANTENER MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS DE E	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Lugar (es) de almacenamiento de los proce	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Manejo computacional nivel usuario.	MANTENER SISTEMAS DE ARRANQUE DE EQUIPOS MINA	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Principios de funcionamiento de los interru	MANTENER INTERRUPTORES Y DESCONECTADORES	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Procesos Mineros.	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Sistemas y programas propios de la empres	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Uso de instrumentos de medición (Megger y	MANTENER SISTEMAS DE ARRANQUE DE EQUIPOS MINA	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Uso de instrumentos de prueba.	MANTENER INTERRUPTORES Y DESCONECTADORES	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO EQUIPOS	Uso de los elementos eléctricos asociados	MANTENER SISTEMAS DE ARRANQUE DE EQUIPOS MINA	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Conocimiento medio de electricidad.	MANTENER TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FUERZA Y CON	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Control eléctrico.	MANTENER SISTEMAS CELDAS DE BAJA, MEDIA Y ALTA TE	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Electricidad nivel medio (alta tensión).	MANTENER SISTEMAS CELDAS DE BAJA, MEDIA Y ALTA TE	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Electromecánica básica.	MANTENER MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Equipos de protección personal.	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Instrumentos de medición eléctrica.	MANTENER MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Lugar (es) de almacenamiento de los proce	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Principios de funcionamiento de los interru	MANTENER INTERRUPTORES Y DESCONECTADORES	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Procesos Mineros.	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Sistemas y programas propios de la empres	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Uso de instrumentos de medición (Megger y	MANTENER TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FUERZA Y CON	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Uso de instrumentos de prueba.	MANTENER INTERRUPTORES Y DESCONECTADORES	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR ELÉCTRICO AVANZADO PLANTA	Uso de los elementos eléctricos asociados	MANTENER TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN, FUERZA Y CON	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3
MANTENEDOR LÍNEAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓ	Computación a nivel usuario.	CANALIZAR Y CABLEAR LÍNEAS DE MEDIA TENSIÓN	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUMENTISTA	MNC 3

Figura 9 Base de datos de referentes laborales: perfiles, competencias, conocimientos

Desde este análisis se obtienen dos resultados relevantes para el diseño formativo:

a. Se identifica una estructura genérica de cargos del servicio de mantenimiento(fig. 10)

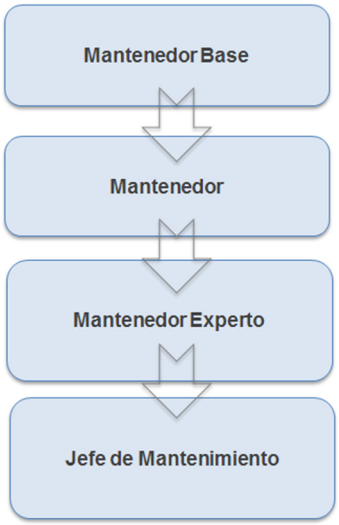


Figura 10 Estructura de Cargos Servicio de Mantenimiento Gerencia Plantas DET

b. Se define el ámbito de acción de los perfiles de la estructura de cargos identificada, es decir, se identifica el conjunto Actividades (fig. 11) y Áreas de Conocimientos (fig. 12) requeridas para cada perfil.

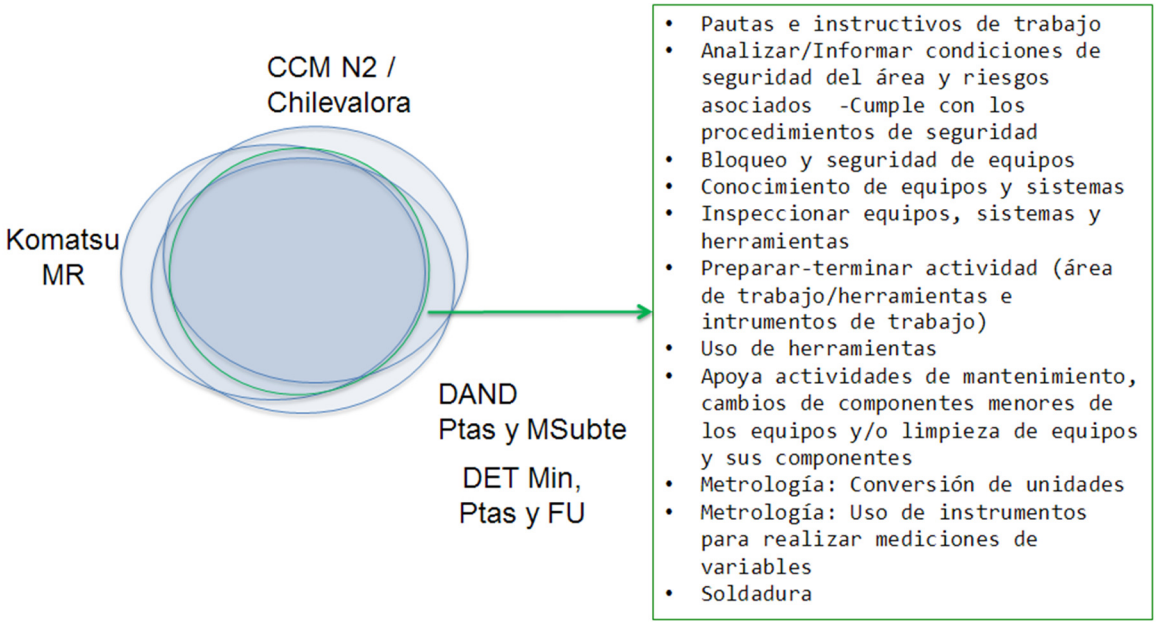


Figura 10 Consolidación de actividades que realizan mantenedores base según perfiles

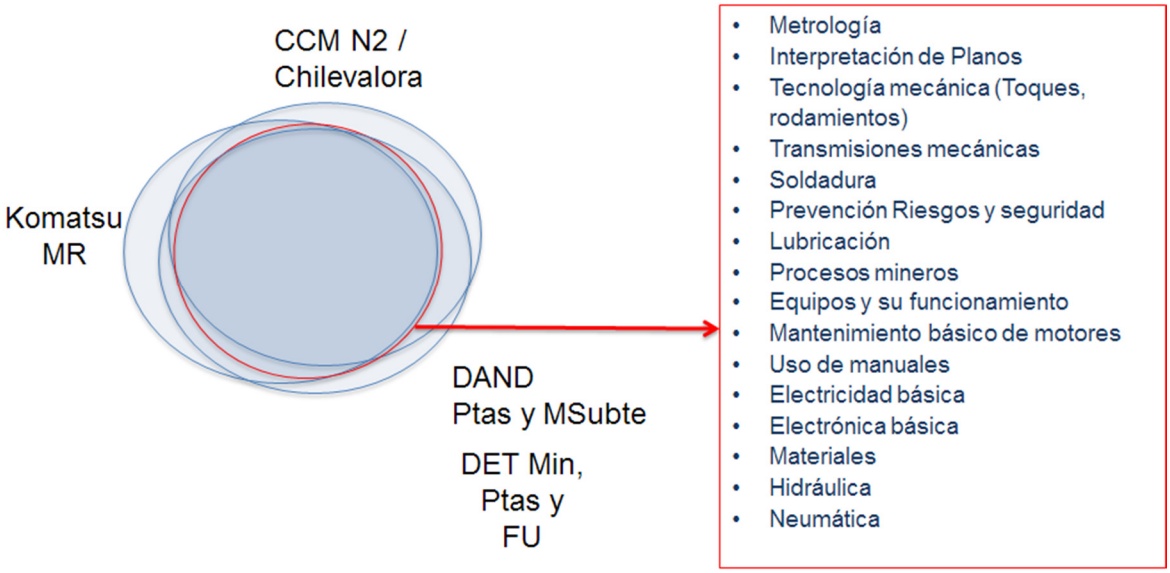


Figura 11 Intersección de conocimientos a partir de los referentes laborales

4.2. ANÁLISIS DE ENTREVISTAS REALIZADAS

PRIMER BLOQUE

- **5% de disponibilidad de dotación para asistir a capacitación.**

Uno podría hablar, más menos, como entre el 5% y el 10% de la dotación general podría estar en capacitación, pero más de eso es súper difícil. Digo entre el 5% y el 10% porque muchas veces nosotros también tenemos que asistir a otro tipo de cosas: la medicina preventiva, procesos de vacaciones, que son súper fuertes entre diciembre y marzo, y nos vemos casi con la mitad de la dotación ⋯ entonces al final uno dice que puede ser el 5%, que es bastante conservador, y optimista el 10%, pero más que eso es difícil. Si en una unidad tengo 30, 3 personas en capacitación puede ser⋯(Sptcia-SAG)

- **Falta de tiempo para actividades de capacitación**

Que siempre les falta tiempo, como recurso. (mantenedores de terreno, ejecutor) (Molienda convv.)

Este es un tema de nuestra sociedad actual

- **Dotaciones bajas y repartidas en distintos procesos unitarios**

FILTROS-ESPESADORES: Son ocho personas ⋯ Andan dos de vacaciones y uno está con licencia, que posiblemente llegue mañana o va a estar un tiempo en rehabilitación. En promedio, entre vacaciones, permisos, idas al médicos, licencias, tenemos entre cinco a seis personas por día.

CHANCADO: Hay 17 internos y 46 externos. Tenemos un grupo de jóvenes, que son seis, y después viene el grupo de gente que es un poco más grande. No hay un intermedio, te pasas de 26-27 años a sobre 45 años, casi 50. (…) La permanencia promedio en planta es de 20 años (chancado)

MOLIBDENO, REACTIVOS, HIDRO: La unidad consta de 20 personas, incluyendo dos jefes de mantención y yo. Las otras personas están distribuidas entre mantenedores base,

mantenedores planta y mantenedores expertos. Están distribuidos en tres sectores, yo tengo que ver con la planta de moli, donde hay siete personas; en la planta de cal y reactivos hay cuatro personas, y la planta de hidrometalurgia, donde hay seis persona.

- **Dos generaciones distintas conviviendo en mantención**

***Sptcia - SAG**:*

tenemos gente joven, sobre 25 hasta 35, que entró con una formación distinta, muchachos con estudios técnicos de instituto, algunos son ingenieros (llegaron acá y estaban terminando de estudiar). Tenemos otro grupo de más o menos 40 años para arriba, que son viejos que quizás salieron de una escuela industrial, pero que su formación ha sido en función de la experiencia, que están acostumbrados a hacer lo mismo.

(···) ante una eventualidad se inmoviliza porque no tiene las herramientas o no se ha involucrado al nivel de hacer una medición con micrómetro o interpretar un dato de presión o de temperatura como para poder decir "por acá está la falla". Normalmente es más por la experiencia, "cuando me ocurre esto, hago esto". Entonces, si no le achunta a la primera los equipos empiezan a alargar el mantenimiento y empezamos a bajar disponibilidad y la confiabilidad la empezamos a perder.

Yo diría que hoy estamos en un 40% los jóvenes y 60% los viejos, quizás en una transición a 50 y 50

Moli React Hidro:

Hay dos jefes de mantención, uno es profesional y el otro no, es un colega que viene de la mina con muchos años de experiencia. El otro es ingeniero de ejecución. Y las otras personas tienen un nivel de educación bajo. Los mayores, sobre 50, son criados acá con la experiencia solamente; recién ahora están llegando personas con estudios de técnico a nivel industrial. Los demás son formados en la empresa, con muchos años de experiencia en distintas áreas y han ido escalando

Filtros-espesadores. *Dentro de mi área tengo gente con bastante experiencia, dos o tres viejos que son los maestros expertos, con más de 15 años en la planta, se manejan sin problemas; lo que sí tengo dos personas que son relativamente nuevas y ellos sí necesitan un poco más de capacitación, aparte que los más antiguos ya están pensando en ir a fines de este año o principios del próximo.*

Chancado *Hay 17 internos y 46 externos. Tenemos un grupo de jóvenes, que son seis, y después viene el grupo de gente que es un poco más grande. No hay un intermedio, te pasas de 26-27 años a sobre 45 años, casi 50. (…) La permanencia promedio en planta es de 20 años···por eso, como compañía, como superintendencia, capacitar la gente de chancado en chancadores no sé si agrega tanto valor como que los capacitara en sistema de lubricación, sistemas neumáticos, sistemas de metrología, interpretación de planos. Esos conceptos básicos les van a servir en todas partes.*

<u>Fuga de gente con expertise</u>

T: Cuando yo llegué a la planta, ese sector pertenecía a la fundición. Se hizo el traspaso mucho antes de que llegara yo, pero cuando yo llegué me encontré con cero información de los equipos que estaban instalados. Lo que he estado haciendo en la parte de mantenibilidad, es recurrir a la expertise que tenían los viejos que estaban mucho antes que llegara yo.

Y se han hecho modificaciones, todos los días se hacen modificaciones, y no aparecen en ninguna parte. (…) Cuando yo llegué había ocho viejos con expertise, se han ido yendo y no se han ido reponiendo, y esos dos viejos que quedan, son cuatro viejos más o menos con experiencia. De esos, dos se van el próximo año, otro se van ahora en marzo y me va a quedar un puro viejo con expertise

Miguel, que es jefe de unidad, también se va en marzo, y entraron con Sergio al mismo tiempo a la unidad, entonces esa expertise también se pierde. Miguel va a dejar preparado a otro colega que lo va a reemplazar, pero se pierden esos años y tiene impacto de todas formas. La unidad de mantención va a quedar escuálida, y por la parte operativa también

hay una pérdida de personal con muchos años de experiencia. Se van tres viejitos que son jefes de turno de operaciones que tienen más de 30 años de experiencia en la planta.
⋯Hay planos, pero los manuales de operación no están, y creo que esa es la parte medular para tener una buena operación de los equipos

Eli Elo: *Está pasando que en cualquier momento nos quedamos sin gente, y los que van entrando la idea es la reposición de las bases, entonces cuando lleguen los bases tienen que tener todo su material. La rotación se está tornando más real que lo que se acostumbra en Teniente (⋯) cuando entré yo (2011) el promedio de edad era de 50 años, entonces se hicieron unos famosos planes de egreso y varias personas se han ido adhiriendo a ese tema. Antiguamente uno entraba a Codelco y decían que los beneficios era espectaculares, (⋯) te convenía quedarte, ahora las empresas privadas tienen beneficios inclusive mejores, solo pierdes es un poco de estabilidad, entonces miran para el lado. Yo tengo bajo mi cargo dos personas, un jefe de mantenimiento y un experto, que me han hecho el comentario de que están medio aburridos con la dinámico, que el crecimiento sea medio lento en Teniente, y están mirando hacia afuera y están teniendo ofertas interesantes de afuera.*

Molienda convencional: *Por ejemplo: montaje de un contraeje molino, tema de alineamiento, yo diría que hay un sólo viejo que lo tiras solo y no tengo para qué ir a terreno. El resto lo empieza a hacer, pero necesitas que uno diga "las milésimas están o no dentro de rango". Así te vas encontrando con brechas que tiene la gente y es necesario mejorar.*

Eli Elo: *Tengo un caso de viejitos en las plantas, que cuando tienen que hacer inspecciones semanales, la medición de vibraciones de un molino SAG, , y hay un solo viejo que tengo en el turno que sabe usar el instrumento, y a ese viejito nunca lo mandamos a un curso de medición de vibraciones, él mismo se motivó a aprender, pero este viejo se me va, se enferma o está con vacaciones y me aparece un incumplimiento en el plan matriz.*

- **Enfrentar una baja percepción de calidad de la capacitación**

(…) teníamos cursos que programaba la gente de RRHH, que por la experiencia que han tenido todas las personas, la satisfacción es bastante baja. Los contenidos de estos cursos dejaban harto que desear, por lo menos las críticas que llegaban decían que los viejitos que iban sabían más que el expositor. (…) Tú escuchas los comentarios cuando les decías "tienes que ir a un curso el lunes", "pero jefe, para que me castiga", porque no le encontraban ningún provecho, pensaban que era más pérdida de tiempo.

(…) Normas: Ese curso fue bastante bueno, lo dictó los representantes de Sudamérica de la NFPA, que es la organización que revisa las normativas eléctricas. El curso es bastante completo, una empresa argentina, tengo entendido, o el expositor por lo menos era argentino, que era certificado. Ahí te entregaban la normativa completa, la revisabas en slice, te explicaban los temas críticos, obviamente no leyendo página por página el instructivo (electricidad y control).

En estos últimos meses hemos hecho hartos cursos casi a full de capacitación de tres o cuatro días, no me queda tan claro el nivel de aprendizaje que se tenga en eso. En algunos les pasan hasta algunas matemáticas básicas, pero en cuatro días es difícil, y gente que no ha tomado un cuaderno en 20 o 30 años y además no tiene formación básica. Por ahí yo creo que se han perdido algunos recursos de capacitación, que no a todos les sirve o no todos la pueden captar (moli Reac hidro)

Eli Elo: T: Los viejos dicen que no sirven para nada, que no me da ningún provecho. Te lloran harto. Nosotros, como eléctricos, tenemos un grupo de especialistas mecánicos que ven el turno transversal; pero por el lado de los mecánicos, son los que más han criticado los cursos. Fueron a un curso de sistemas de lubricación con la esperanza de que les mostraran los sistemas de lubricación del molino, que era lo que más les complica, y dicen que llegaron y les contaron la historia de cómo se fabrica el aceite, cero a las funciones que desempeñan estos viejos, entonces llegaron pelando. Para ese tipo de cursos sería buena decir cuáles son los

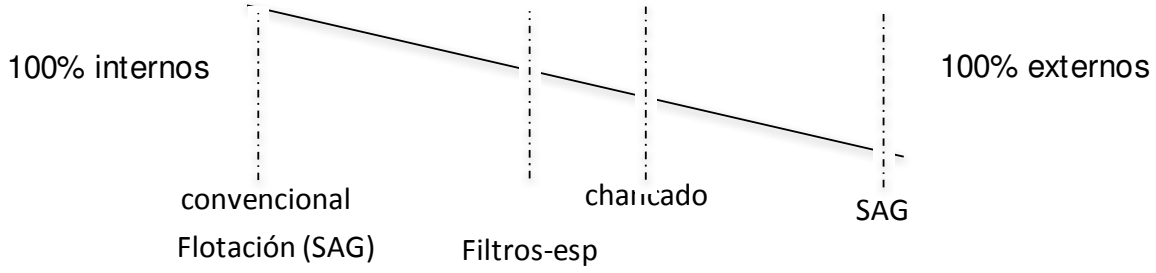
sistemas más críticos de lubricación que hay dentro de la planta y darle una pincelada a cada uno de ellos.

- **Mix internos versus externos; se dan todas las combinaciones, (implica separar actividades de ejecución y de coordinación)**

En la mantención completa de la superintendencia de mantenimiento tenemos 200 personas propias, y de las externas un número de alrededor de 250. Esto es preferentemente en turno A, que va de 8:00 a 16:50. (ING MTTO)

"tengo un mantenimiento externalizado y uno internalizado. Nosotros trabajamos con los internos. Yo tengo a cargo las dos plantas de molienda SAG, dos plantas de pebbles y una planta de flotación. Sólo en la planta de flotación tengo mantenedores mecánicos internos y el resto lo ve una empresa. La parte eléctrica es más transversal. En el proceso convencional todo lo ven los internos. Tengo plantas totalmente internalizadas, mix y podría decir externalizadas" (SAG)

"Tenemos servicios de terceros para cambios de revestimientos, chute de traspaso. Todo lo que es chute es terceros, todo lo que es desgaste, pajones guiadores, tolvas. Las actividades que realiza el personal propio son revestimiento de chancadores y transmisión: reductores, excitadores de arneros, poleas. Básicamente eso. Chancadores usan un sistema de lubricación, reductores, excitadores, cambio de poleas. Esa es la pega de la gente de chancado (···) Tenemos un par de viejos que ven correas, cintas transportadoras. Son dos viejos que coordinan un servicio de terceros de cambio de a cinta, y otro servicio para ejecución de las XX (2:51) de la bandas. Polines es tercero. (CHANCADO)



SEGUNDO BLOQUE

4.2.1. LOGROS ESPERADOS DEL PROGRAMA

La expectativa como Superintendencia es que nuestros mantenedores cuenten con competencias técnicas que les permitan:

1) ejecutar un buen mantenimiento (y a la primera);
2) poder realizar diagnósticos acertados;
3) poder tener la capacidad para generar los cierres de los ciclos, en el sistema SAP que usamos, de buena manera, de tal forma de contar con la información en caso de, en un futuro, requerir hacer análisis.

Nuestra expectativa es contar con mantenedores que sean capaces de ir a terreno, tomar medidas, interpretar indicaciones de procesos (presiones, temperaturas, diferenciales); poder manejar instrumentos sintomáticos; poder clasificar los soldadores, que entiendan de soldadura y no sean meros chicharrones lo que vayan haciendo, que entiendan de lubricación, de bombas, de compresores, etc.

La idea es crecar una base formativa que nos ayude a mejorar la confiabilidad de los equipos; entiéndase por confiabilidad que, obviamente, los mantenimientos se realicen cuando corresponda, la pega se haga bien y a la primera, que lleguemos a tiempo con los repuestos y que podamos, también, tener capacidad de cuestionar lo que tenemos para hacer innovaciones.

- **Evaluación de los cursos**

"Para mí es re importante el tema de la evaluación. Yo puedo ir a un curso, puedo permanecer los cinco días ahí, ¿pero realmente aprendió? La evaluación es muy importante, la evaluación inicial y la final. Uno podría decir que no aprendió, pero a lo mejor el viejo sacó un 20% en el diagnóstico y salió con un 60%, es un 40% que ganamos. Pero la evaluación tiene que ser rigurosa, tienen que ser cursos de verdad. Generalmente en los cursos que se hacen acá se evalúa asistencia (.. corte por contestación de teléfono)".

- **Definir bien la duración de los cursos y sus etapas**

"Es re importante saber qué vamos a hacer en la mañana, en la tarde, cuándo dura esto, ¿dura efectivamente una semana o eso es de guata? O en la mañana vamos a ver esto, en la tarde esto, esto, esto y esto y aquí hay una prueba, un control de diagnóstico, acá una prueba final y se van a abordar todos estos conceptos y este es el temario de la prueba, estudie en la casa y venga a darla, y si no tiene 60, reprueba. Yo creo que eso no se da …"

- **Brechas mantenedores y estructura general del programa**

Chancado: *Y mi sensación de guata es que nos falta mucho en lo que es conceptos básicos de metrología, lubricación, hidráulica, interpretación de planos, estándares (normas) (…) Fallan los chancadores, normalmente queman los bujes. Hay un porcentaje que es inchancable, que podría ser un 30%, y el resto es desconocimiento del personal. Problemas de metrología de lo que te está diciendo, de controlar las dimensiones adecuadas, armar y desarmar, básicamente porque como no es para todos trivial medir, no se mide. Y cuando se mide se encuentran sorpresas, que no todos miden igual, entonces hay errores ahí, y hay errores conceptuales.*

lo importante es que la gente tiene que saber medir, y después eso tiene que contrastarlo con algo. ¿Es bueno o malo lo que midió? Depende. Hay que medir, ir al plano, la tolerancia. Ese loop es de poquitos, y debiese ser de muchos

I: ¿Y en el desarme y arme de equipos, aplicar los torques correspondientes?
T: No, eso es fácil. Es que nosotros tenemos chancadores Sandvik. La práctica hace al maestro, si usted desarma 44 veces por año un chancador, son 11 chancadores, terminas haciéndolo bien.

A lo mejor deberíamos hacerles clases de física a los viejos. Prueba de diagnóstico: conceptos básicos de física. (...) Quizás aquí estamos partiendo al revés, y lo que debiésemos hacer es una prueba de diagnóstico, definir conceptualmente qué saben. A lo mejor saben más de lo que uno cree.

Moli React Hidro (H. Bustos):
Hay brecha, falta un conocimiento técnico de la gente, del porqué se hacen las cosas; o cuando hay un problema, el poder de análisis falta mucho. Sobre todo cuando hay un problema falta conocimiento de cómo funcionan las cosas para poder analizar de mejor manera y darles solución. O cuando pasan cosas reiterativas, analizar ese tipo de situaciones y tener el conocimiento de darle otra mirada a las cosas, sobre todo en los niveles de maestro planta, maestro experto. De ahí para arriba se debería exigir ese nivel de competencia.
Metrología yo lo veo como algo básico y transversal. Alguien que sepa medir, partiendo por la huincha, orden de magnitud milímetro o pulgada, y después profundizar en un pie de metro, un micrómetro, hasta por ahí. Y no es tan complejo enseñar a que conozcan estos elementos, más allá no.

Uso de herramientas: aquí tenemos un montón de herramientas de diferentes tipos, también es necesario. Eso se va aprendiendo, cada uno lo aprendió con la práctica, pero de repente usan una llave francesa para apretar; saber lo que es darle torque a una llave, saber que existe una llave de torque y asociarla con el perno; poder leer una tabla. Ahí no sé si entra el básico y el mantenedor, pero desde abajo uno puede empezar a meterle la idea y él después.

En las soldaduras hay sistemas para irlos calificando en tipos de soldadores, pero eso se va renovando, entonces tengo por ahí un soldador que es calificado y después se pierde. Interpretación de planos: sí, si estamos hablando de leer catálogos, un equipo en corte con todas las piezas sería re bueno, de menor a mayor, a medida que vamos pasando del base al jefe de mantenimiento, que se vaya acostumbrando a ver esa información. Los tipo de materiales: que sepan que porque uno ve un pedazo de fierro son todos iguales, las aplicaciones son diferentes para un eje o un acero estructural, para que no le pongan cualquier cosa a un equipo. Los sistemas hidráulicos yo los separaría de lo que es la lubricación, porque los sistemas hidráulicos es un mecanismo que trabaja con aceite en vez de aire, y la lubricación tiene que ver con el mantenimiento de los equipos, de echarles lubricación. La lubricación es genérica, todos los equipos necesitan. Eso es importante: muchas veces uno los manda a hacer la pauta de lubricación y los puntos más complicados no los hacen y no saben el efecto que causan. Empezar a inculcarles desde la base a la gente de estos temas es relevante. Eso es transversal, acá hay varias cosas que son súper transversales: la lubricación, los pernos, los torques, materiales, interpretación de planos, soldadura.

Filtros espesadores:

T2: El viejo sabe lo que tiene que hacer, pero el porqué no. Hay una gran mayoría que no lo domina. Portarle ese conocimiento al viejo y empoderarlo con el porqué, él, primero que nada, va a ganar desde el punto de vista técnico; y segundo, va a decir "¿esto que estoy haciendo tiene un impacto?". Eso es súper importante y nos aportaría bastante.

I: Hay dos etapas de porqué: un porqué inicial, que es básico y a veces no está, y hay un porqué de entender y seguir el funcionamiento del sistema y detectar la falla. ¿la referencia es a ambas partes?

T2: A ambas partes. Por ponerte un ejemplo: cuando tomamos un espesador está el porqué había fallado la rastra, pero también está el porqué teníamos que hacerlo rápido: porque hay un impacto de arriba, porque estábamos perdiendo lucas, porque iba a generar otras fallas.

Esas cosas las explicamos y nos juntamos con el equipo, hubo una coordinación (⋯) por eso también fue eficiente la pega que hicimos en el sentido de timing y de calidad de pega.
El base tiene que ser experto en todas estas cosas (metrología, tecnología mecánica, hidráulica, bombas, soldadura), excepto en los tres puntos que te dije porque no me corresponden (sistemas neumáticos, celdas de flotación y los intercambiadores de calor). El viejo debe saber medir. (…) Tienen problemas con las vistas de planos, casi siempre recurren a mí. En soladura, los que tengo base ahí son dos o tres, y necesitan porque ellos no sueldan, tengo un mantenedor que está haciendo las bases de soldadura y se le carga toda la mata de la soldadura, entonces tengo que tener viejos no expertos en soldadura, pero sí que sepa que al poner dos planchas qué soldadura tiene que ocupar. Las soldaduras de cañerías la hace un propio, pero es un solo viejo que suelda y los otros tiran chicharrones⋯

Oscar SAG:

Uno se encuentra con viejos que llevan 20 años en la planta, y ante una falla son pocos los que quedan haciendo los análisis. Las competencias duras están, quizás, por conocer sus herramientas, un poco el repuesto, operar la grúa, determinar ciertos elementos de izaje, saber dónde están algunas piezas; pero los análisis de fallas, ahí nos perdemos.

T: Yo siento que la gente nuestra no tiene claridad en ciertos conceptos de física, conceptos matemáticos. Por ejemplo, en las conversiones matemáticas el viejo te está hablando de flujo y te está dando PSI; o de repente no interpreta que es un termómetro lo que está viendo, entonces habla de 30 o 40, pero son grados o no son grados. (…) La interpretación de una medida, cuando uno habla "estamos con esta presión en los descansos", que el viejo entienda de qué estamos hablando cuando es presión, que no dé un número por decirlo. Te encuentras con instalaciones que el viejo hizo tremenda mejora y le achuntó, pero, por poner un ejemplo, una cañería de 20 la redujiste a 4, pero no cachas que en un tiempo en esa reducción estás métale parche. (…) Como que no le hacen sentido ciertas variables.

T: En todo lo que es base, como les comentaba, el tema de la metrología, uso de herramientas, la soldadura, que el viejo entienda cuándo aplicar una soldadura o no, por lo menos la 7018 o una para acero inoxidable; manejarse en el tema del distensionamiento (...), todo lo que es torque, acero, materiales (...), los pernos, los distintos grados. Los otros materiales que sí son importantes, que entiendan del caucho.

Es importante la interpretación de planos, quizás más que el plano en sí, la interpretación de las vistas, de los cortes, poder captar los detalles, buscar el conjunto, el despiece. Hacer esa lógica, interpretar. Eso es potente, porque nos ocurre que el viejo va a terreno, acciona una válvula pero no evalúa el circuito en sí. Cuando hay mucha ensalada entre cañerías, mangueras, válvulas... Hace dos semanas, paramos todo el proceso SAG porque un viejo cerró una válvula y nos dejó sin agua.

Ocupas un perno grado cinco y eso tiene una tabla que dice cuál es el torque, entonces el viejo de repente agarra cualquier perno, lo pone y listo, cerró y se fue, pero ahí tienes tres posibilidades: le achuntaste o lo sobretensionas, entonces se te va a cortar, o al final empiezas a operar y se suelta. El tipo de los materiales también, ahí tenemos los aceros, los plásticos, los cerámicos, las aleaciones, las gomas, el caucho. La tribología, interpretar códigos de limpieza, entender cuándo se fusiona un aceite, la importancia de la limpieza de los sistemas de lubricación.

Eli Elo:

X: ¿La orientación deberá ir orientada a equipos específicos o conceptos básicos?

T:Para el base, debiera ir enfocado en conceptos básicos (normas, instrumentos de medición, interpretación de planos y uso de manuales). Con el mantenedor experto y jefe de mantención ya tenemos que irnos con lo específico de cada equipo.

La brecha principal de conocimiento, que son pocos los que la tienen, son los accionamientos y control propio Gearless de los molinos, que acá tenemos Siemens solamente. Ese es el tema más complejo y crítico en el sentido eléctrico. Ahí son pocos los que se manejan en el tema y es la principal brecha, diferencia a persona que tienen una rampa de crecimiento

mayor acá, y los mejores vistos son aquellos que se manejan al revés y al derecho en ese equipo, que son bastantes pocos.

Tienes otro tema que es una brecha para los eléctricos, que muy pocos lo ven, son los temas de las protecciones eléctricas. El conocimiento de eso es bastante bajo para todas las personas. Yo lo atribuyo a que esos temas los veía otra gerencia que nos daba el servicio de mantenimiento y revisión de estos sistemas. Tiene que haber quedado en el tiempo, nunca más nadie lo vio.

Chancado:

X: ¿Este mismo experto hace supervisión en las actividades?

T: Lo que pasa es que este experto, finalmente, es una especie de capataz, y el jefe de mantenimiento es el jefe del área, el que hace la supervisión. El experto mete las manos, coordina, revisa las pautas en el nivel que puede. ¿Pero hacer un análisis de fallas F Meca? Nadie lo va a poder hacer.

Hay una frase que dice "el eléctrico es lo que mide, no lo que piensa". El mecánico tiene que hacer lo mismo: ir, agarrar plano, irse a la falla y cuando llegue con el plano me diga "eje tanto, rodamiento tanto". Eso no pasa ni en los eléctricos ni en los mecánicos. Si conceptualmente lo tuviéramos claro, nos ahorraríamos muchas lucas, mucha mucha plata.

(...) En nivel de experto supervisor, jefe de mantención, echo de menos temas de gestión de activos, ingeniería de mantenimiento, de los modos de fallas, desgaste, vida útil, en qué momento del activo estamos, qué modo de fallar tiene ese equipo, temas de confiabilidad operacional

.(...) Planificación y programación de mantenimiento no puede ser antes de ingeniería de mantenimiento, porque el viejo jefe de mantención tiene que saber cómo está su sistema, dónde tiene redundancia, dónde tiene paralelo, dónde tiene conmutador, dónde va a hacer monitoreo de condiciones, en qué etapa del desgaste conviene hacer monitoreo de condiciones. (...) Si hay equipos críticos, cómo define qué es crítico y qué no. Si no lo sabe, ¿cómo va a hacer un plan de mantenimiento?

muy poquito. Vibraciones. Mantenimiento sintomático: claramente son debilidades que tiene el jefe en este aspecto, pero yo no sé si el viejo sabe interpretar los planos. Yo vería una nivelación primero

Eli Elo: Como resumido, el jefe de mantenimiento temas técnicos de gestión, que son más ligados a un tema de administración de recursos, yo creo que ahí está flaqueando la gente como jefe de mantenimiento. Se van más por el lado de experiencia, del tiempo que han trabajado

Chancado: "teníamos dos trabajos importantes: uno que era el cambio de un bottom shell de un chancador Sandvik, que no se hace seguido, y el cambio de una rueda de un carro. (...) Todo el foco estaba puesto en el cambio del bottom shell, que te paraba una línea. El cambio de la rueda, que me paraba toda la planta, no tuvo la misma atención".

No había una carta Gantt, no había un plan B alternativo. organizacionalmente no estaban definidas las criticidades. Entonces el viejo cuando planificó y programó tendría que haber dicho "¿dónde pongo todas las fichas? Aquí. Echo a andar la planta, y si me quedo atrasado con la línea no tengo presión, tengo presión, pero me saco un poco. Finalmente siempre es un tema organizacional, ese tema tiene que también tener un tema de ingeniería de mantenimiento bien potente. De confiabilidad. (...) El que programa, el que distribuye os recursos, el que dice quién va a qué es el ejecutor. Ahí hay un tema conceptual potente en lo que es planificación, programación, criticidad.

- **Se puede realizar acciones de rescate de know how audiovisualmente**

Rescatar audiovisualmente: sí, en todo. Aquí al lado estamos armando una bomba, otras bombas allá arriba de acero inoxidable, que son más pequeñas, cambio de tela de un filtro. Todo eso se puede documentar, hacer como un manual. Es como una tarea titánica sí, pero no tanto, porque se repiten algunas cosas. Cambiar una cañería de una bomba ya es más difícil, todas tienen sus condiciones diferentes, pero en la reparación de un repuesto, sí (moli-rx-hidro)

- **Hay disponibilidad de manuales e información técnica disponible**

SAG: T: manual tenemos varios, últimamente tenemos harto plano en computador. El tema es que el viejo tenga el Autocad o el software que le permita visualizar, y ahí ya se escapa un poco. Manuales tenemos, hay viejos que los consultan, hay ciertos manuales de equipos puntuales que sí los van consultando.

Filtros espesadores (2): Hay planos, pero los manuales de operación no están, y creo que esa es la parte medular para tener una buena operación de los equipos.
Chancado: Tenemos Manuales y Planos
Convencional: tenemos algunos manuales y planos en la oficina.

Eli Elo: Los viejos saben que pueden meterse a Internet y bajar los manuales, y hay algunos que en sus plantas tienen una carpetita ordenada con los manuales más recurrentes. Procedimientos lo veo más o menos, en el sentido que aquí la normativa interna nos indica que tenemos que actualizar los procedimientos cada dos años. Si yo me meto a la vitrina documental que está disponible para todas las personas, los viejos en planta un computador para ver esas y cosas, pero te metes y de repente la última actualización de uno es de 2008.

- **Hay disponibildad de Instructores internos**

T: Todo lo que es instructor interno estamos en proceso de. Existen instructores internos validados, pero ellos han hecho su proceso de instructor, y ellos podrían ya capacitar, pero en un curso.

Oscar SAG: el experto es un viejo que ya está liderando (⋯) Igual mete las manos. Inclusive más: tú te encuentras con que el jefe de mantenimiento mete las manos. No es la idea, pero te pasa porque muchas veces el viejo como que tira las manos porque el resto va detrás no más.

El experto es el brazo derecho del jefe de mantenimiento. El jefe de mantenimiento es el que planea las actividades, (⋯) el que lleva el programa es el jefe de mantenimiento, el que sabe qué hacer, cuándo viene la próxima, tiene que llevar el conteo de sus repuestos (⋯). Ese viejo debería recibir información del experto, pero si hay falencias para abajo, este viejo baja, tiene que estar encima.

T: Tenemos o jefes de mantenimiento o coordinadores, que está encima, y que al final es el viejo que coordina las actividades, define lo que hay que hacer, pese a que tenemos un Plan de mantenimiento, pero también va asignando las prioridades: de repente saca alguna para entrar con algo que pueda ser crítico en el proceso. Nuestra relación de correctivo/planificado ya estábamos llegando al 80/20 más menos, que es bastante alta esa relación. Lo malo es que de repente el 20 a uno lo impacta fuerte.

Chancado: *Tenemos un par de viejos que ven correas, cintas transportadoras. Son dos viejos que coordinan servicios de terceros de cambio de cinta. Polines es tercero (⋯)*
Lo que pasa es que este experto, finalmente, es una especie de capataz, y el jefe de mantenimiento es el jefe del área, el que hace la supervisión. El experto mete las manos, coordina, revisa las pautas en el nivel que puede. ¿Pero hacer un análisis de fallas F Meca? Nadie lo va a poder hacer.

T: Considero que el jefe de mantención tiene que estar en terreno.

IM: *El cambio de revestimientos lo hacemos con terceros. Los internos controlan, son coordinadores. Fíjate que la coordinación tiene que ver con una participación importante dentro de cautelar de que el proceso se lleva a cabo dentro de los tiempos. Ellos van cautelando que el proceso se haga con la debida calidad, si no estuviera es muy posible que los tiempos que están comprometidos no podríamos cumplirlos. (...) y también hacen las coordinaciones internas, (⋯) cuando uno cambia lainas, le cambia el sector, y hay que hacer*

el giro, entonces está también a cargo del bloqueo y del manejo del equipo, entonces tiene que coordinar con los electricistas para que den el giro y continuar con el cambio de revestimiento.

- **Programa de Formación "Interpretación de Planos"**

En mi opinión, no es relevante que aprendan a leer un plano de chancador (···) tienen que aprender a leer cualquier plano, hoy día del chancador y mañana puede ser una polea, otro tipo de chancador, da lo mismo. Tienen que saber medir, tienen que saber interpretar planos, y ojalá cualquier plano . Me interesa que tenga la habilidad de medir y eso contrastarlo con un plano y lo que sea.

Es importante la interpretación de planos, quizás más que el plano en sí, la interpretación de las vistas, de los cortes, poder captar los detalles, buscar el conjunto, el despiece. Hacer esa lógica, interpretar. Eso es potente, porque nos ocurre que el viejo va a terreno, acciona una válvula pero no evalúa el circuito en sí. Cuando hay mucha ensalada entre cañerías, mangueras, válvulas... Hace dos semanas, paramos todo el proceso SAG porque un viejo cerró una válvula y nos dejó sin agua!!!

Pero cuando un viejo tiene la noción de un croquis, si se ve confundido, por último saca su lápiz y "esto va por aquí, esto por allá", se va un poco a la segura; o busca el manómetro o el indicador para ver si algo está pasando en las cañerías.

- **Programa de Formación "Metrología"**

Nosotros ocupamos micrómetros, medias que pueden ser interiores de cañerías de 4 pulgadas hasta bujes que tienen más o menos unas 20 pulgadas, pero que al final el desgaste son milésimas de pulgadas. A la larga, es saber interpretar y ocuparlos, que lo mida. La medición de un interior es distinta a un exterior, (...) al viejo le cuesta interpretar eso, y aquí como son micrones las variaciones son pequeñas. Hablar de tolerancia.

Dependiendo del componente que estemos trabajando hay tablas de tolerancia. Tipos de ajustes, ajustes deslizantes, por interferencia, los tipos de interferencia dependiendo del componente que uno está utilizando, cañería, los acoplamientos.

En lo básico, que el viejo sepa ocupar comparadores de carátulas, metro, micrómetro, quizás algunos indicadores de dureza, dentro de lo que es sintomático utilizar las pistas penetrantes, contar con lo que es la interpretación de las vibraciones con un microlog básico. Acá sale todo lo que es perno torque, aceros, materiales.

SAG: *un focus group interno, la otra vez lo hicimos con el Superintendente de la fundición de la mina, "¿qué curso colocarías?", metrología salió al tiro. (...(Aquí te encuentras con gente que es un maestro o mecánico experto porque se ha sabido mover en el ambiente y ha destacado un poquito más, le pega un poquito más al computador, hace más coordinaciones, ha llegado a un mejor puesto, pero tiene muchas falencias al momento de hacer los análisis o decir qué hago*
Presión, temperatura, delta de lo que sea, flujo. Medidas de potencia también.

- **Programa de Formación "Uso de Herramientas, Tecnología Mecánica"**

¿y si le cambio el chancador tengo que hacerle otro curso para medir? Lo que va a cambiar es la forma cómo desarma, pero el perno de grado es el mismo perno en cualquier lado, por lo tanto el viejo tiene que saber cuál es el perno, cuántos grados, para qué torque es ese perno. Esos temas conceptuales, en mi opinión, no tienen que ser específicos.

Si usamos equipos neumáticos de torque, la gente tiene que saber que la presión en la máquina equivale a un torque, y que tiene que haber alguna tabla que indique el torque a tal presión, y el perno si es de tal grado aguanta tanto. Es un tema conceptual también ese, el tema del uso de esas máquinas hidráulicas o neumáticas que usamos nosotros. De

nuevo, y por eso no me importa que sepan manejar una máquina en especial, sino que conceptualmente tengan claro qué están haciendo. Que el viejo sepa qué tipo de pernos hay, las calidades, cuál perno se ocupa en qué cosa. Debiéramos tener uno que sea plan común, para nivelar el piso, y ya después si quieres un experto, "este es el chancador ", pero primero tienes que saber leer planos, primero tienes que saber qué perno vas a ocupar, porqué está ese perno ahí, para que le vaya haciendo clic en la mente lo que le está pasando. Esa es mi visión del tema.

SAG: *Ocupas un perno grado cinco y eso tiene una tabla que dice cuál es el torque, entonces el viejo de repente agarra cualquier perno, lo pone y listo, cerró y se fue, pero ahí tienes tres posibilidades: le achuntaste o lo sobretensionas, entonces se te va a cortar, o al final empiezas a operar y se suelta. El tipo de los materiales también, ahí tenemos los aceros, los plásticos, los cerámicos, las aleaciones, las gomas, el caucho. La tribología, interpretar códigos de limpieza, entender cuándo se fusiona un aceite, la importancia de la limpieza de los sistemas de lubricación.*

- **Programa de Formación "Hidráulica"**

SAG: En hidráulica yo no llegaría a que el viejo me calculara un sistema hidráulico, pero que lo interpretara bien, conociera las partes. Por eso nosotros cuando determinamos las mallas siempre terminamos en cursos de chancadores, pero que ya el viejo entienda el concepto cómo opera, dónde están las principales variantes que tiene que monitorear para interpretar fallas.

SAG: Acá las bombas de ciclón son bombas centrífugas. Por otro lado tenemos las bombas de los sistemas de lubricación, que son bombas de tornillo o de engranaje. Un poco los principios, manejar los principios de cómo opera una bomba de desplazamiento positivo o las bombas centrífugas. Y los tamaños aquí varían, pero al final es lo mismo. Cómo son las descargas, quizás interpretarlas, porque tenemos bombas con distintas medidas en la emisión y la descarga, otras son iguales, por qué un es igual y las otras son

diferentes, qué es lo que persiguen. Acá tenemos hartas marcas, quizás entre molinos, chancadoras y celdas podemos acotar, pero ya bombas tengo mucho.

- **Programa de Formación "Lubricación"**

Chancado *Por ejemplo: yo esperaría que si se me contaminó el aceite, el flujo va bajando porque la bomba se desgastó. Esos conceptos básicos de lubricación no están claros tampoco En general, creo que hay que dar una nivelación potente en todo, en neumática, y muy importante el tema de los planos. Yo creo que si yo salgo de acá y hago una pregunta y dibujamos una válvula de dos posiciones, cinco vías, accionada por solenoide, retorno por resorte, y pedimos que nos hagan esa descripción, van a ser poquitos. Ahora, si salimos de acá y decimos "ármate una celda de flotación", la van a armar; "desarma un chancador" y lo van a desarmar. Ahora, el porqué va el perno donde va, ahí es donde tenemos la principal brecha*

SAG: *A este tema de la lubricación yo le doy harta importancia. Dentro de la modernización de prácticas, antiguamente existía la cuadrilla de lubricadores (…), pero hoy día tenemos lubricadores automáticos que traen un sistema de adición en función de frecuencia, y a mí me llama poderosamente la atención que donde yo me ando vuelta en la planta siempre me ando fijando en ellos y los encuentro secos. El problema es que te falla un descanso, te fuiste con el rodamiento, lo peor te fuiste con eje de la polea y el cambio son horas.*

- **Programa de Formación "Soldadura"**

Chancado: Eso es más de hacer. Si necesitamos soldadores, hay que mandarlos a soldadura. Ahora, qué clase de soldadura hay que echar, cómo soldar, es más de hacer me da la impresión.

SAG: la soldadura, que el viejo entienda cuándo aplicar una soldadura o no, por lo menos la 7018 o una para acero inoxidable; manejarse en el tema del distensionamiento

El tema de las soldaduras, hablábamos más del oxiflama, oxicorte. Al principio era soldadura como básica, pero ya después es una aplicación.

- **Programa de Formación "Mantención de Equipos-Activos"**

Filtros-esp: *Correas, filtros de prensa, bombas y espesadores. Las cañerías se toman como... Los filtros son Eimco y horizontales.*

Correa: buzones de traspaso (por desgaste), polines y la cinta en sí. No tenemos la chance de poder hacer pruebas por las detenciones, porque somos la parte final del proceso del concentrado, y estamos entre la concentradora y la fundición, entonces tenemos que tener un muy buen programa y tener los insumos que corresponde para poder hacer el mantenimiento y decir "vamos a parar tal día".

Filtros: no fallan mucho, no es repetitiva, son equipos bien confiables. Lo que sí tenemos son bajas de presión; en la parte estructural, las compuertas que se abren y se cierran. Pero el filtro no tiene muchas fallas. Lo que sí nos quita hartas horas/hombre son las cañerías, harto desgaste de cañería, y tenemos kilómetros de cañerías dentro de la planta. Es un dolor de cabeza. Ahí sí tenemos que empezar a ver si podemos empezar a probar materiales de mejor calidad, otro tipo de cañerías
Nosotros estamos haciendo un programa de cambio (de cañerías) cada seis meses, y este último tiempo ha sido más, algo ha pasado en el proceso que se nos han desgastado más las cañerías. El año pasado hicimos un cambio de cañerías de una línea completa y a los dos meses estábamos con problemas. Empezamos a tener problemas desde que se empezó a producir la escoria.

Bombas: más que nada desgaste interno. Se supone que el rescate del agua clara del espesador 2 nos duraban dos o tres meses y ahora nos están durando un mes y medio. Lo bueno es que teníamos viejitos que toda la semana estaban preparando bombas, pero ahora

tenemos un contrato y bombas de repuesto. Las bombas son a la falla. Bomba centrífuga, bomba Burks H, 5 por 4, 6 por 6 y una de 8 por 8. Aparte de eso, tenemos un sistema de recuperación de agua, que tenemos dos bombas multitapa y dos bombas centrífugas, que esas nos han dado dolor de cabeza, porque esas son para agua (...) a veces nos duraban dos días.

Filtros-esp: *Secadores espesadores: secador trabaja como seis meses en el año, pero tampoco hay mucha falla en ese. Lo que sí, para llegar a secadores tenemos correas. Secadores por combustión, es un cilindro de aproximadamente tres metros de diámetro y va pasando carga por rotación y hay un calentador. Son tres secadores: S001, S002 y S003*
Espesadores: lo hemos dejado también de la mantención, más que nada se les hacen lubricación y esas cosas. La mayor falla es que se embanquen. No hemos tenido problemas propios de la mecánica, sino que ha habido problemas de operación que han repercutido en la pate mecánica.

T2: (...) La lógica de la mayoría de los espesadores es atenderlos a las fallas, la utilización es prácticamente el 100%.

Dolor hidráulico
T: Más que nada filtraciones. Se está haciendo un contrato con la gente que fabricó las unidades hidráulicas, y dentro del contrato está la capacitación respecto a las centrales hidráulicas que manejamos nosotros.

T2: Ahí tenemos dos aspectos: los filtros Eimco, que son los equipos nuevos, y los Lasta (23:57), que son los filtros anteriores y que siguen operativos. Hay un tercer espacio, que es un filtro que se diseñó acá en Teniente, pero que también es obra de estos viejitos que son XX Industrial (26>12) junto con la gestión de Teniente, pero que es particularmente distinto al resto. El contrato tiene varios aspectos, uno de los m[as importantes es la capacitación a la gente que hace mantenimiento y operación del equipo, pero también hay una etapa que

nosotros tenemos que quemar, que es la estandarización de las unidades hidráulicas de los equipos primero, y luego entrar en la l[lógica del mantenimiento, que también es parte de ese contrato pero también tiene una vigencia de 24 meses, entonces pasa a una segunda mirada en el sentido de si tenemos la necesidad de volver a llamar a ese contrato o la capacitación y preparación de nuestros viejos es la suficiente como para atenderlos internamente.

4.2.2. ASPECTOS DEL DISEÑO DEL PROGRAMA

1) El programa de formación debe focalizarse en brechas y no ser extenso dado el bajo tiempo que se tiene para realizar capacitación.
2) Se deben realizar acciones para remontar la percepción de calidad de la capacitación.
3) Interpretación de planos y manuales, metrología aplicada a su realidad, uso de htas, (torques-pernos) forman parte de la línea base que se requiere atodo nivel.
4) Matemáticas y Física se requieren para desarrollar las capacidades pero módulos "por separado" no dan resultados.

El programa no puede basarse en actividades a desarrollar por actividades "externas" sino con actividades de formación internas

4.3. ANÁLISIS DE LOS REFERENTES FORMATIVOS

Con el propósito de realizar un benchmarking de programas de formación pertinentes al servicio de mantenimiento mecánico de plantas concentradoras se ha recopilado información de currículos formativos desde diversos referentes:

a) Programas de formación para el área de mantenimiento de Codelco Norte
b) Itinerario de formación técnica Red Minera de la II región.
c) Currículo de especialidades Técnico Explotación Minera y Técnico Mantención Equipos Minero del Centro de Formación Técnica San Agustín.
d) Currículo de especialidades Técnico en Mecánica Automotriz y Técnico en Mecánica Industrial del Ministerio de Educación de Chile.
e) Módulos de formación en mantención de la Cámara Chileno Alemana (CAMCHAL)
f) Módulos de formación del Marco Nacional de Cualificaciones Minero del Consejo de Competencias Mineras.

A modo de ejemplo se muestran las dos figuras siguientes. La fig. 12 corresponde al plan formación para la adquisición de la Competencia *Mantener Cargadores Frontales*, de la Gerencia Mina Codelco Norte, mientras que la figura 13 corresponde al programa de estudios de Ingeniería en *Maquinarias, Vehículos Automotrices y Sistemas Electrónicos* del INACAP.

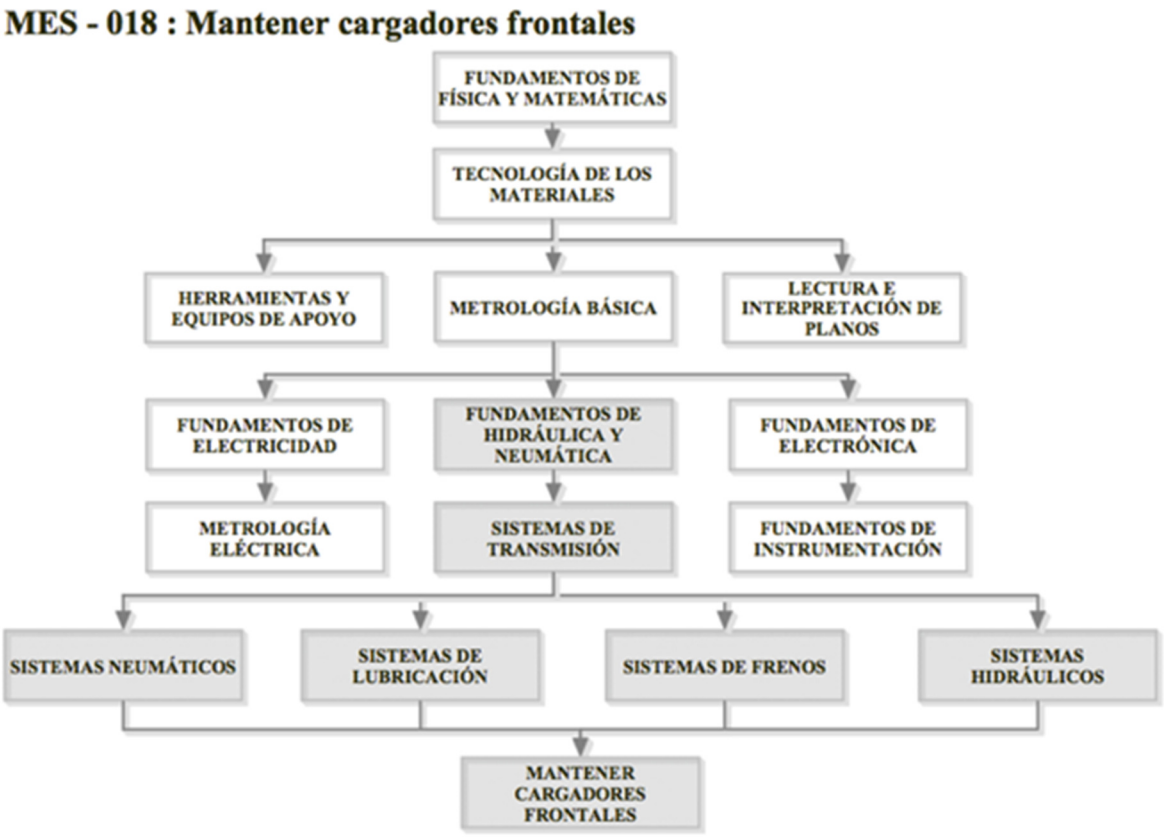


Figura 12 Plan formación para la Competencia Mantener Cargadores Frontales, Gerencia Minas, Codelco Norte.

PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO
Matemática I	Electricidad Automotriz	Electrónica Aplicada	Sistemas de Inyección Electrónicos de Gasolina
Física Mecánica	Transmisiones Mecánicas	Hidroneumática Aplicada I	Sistemas de Transmisión con Mando Electrónico
Tecnología de los Materiales	Interpretación de Planos I	Sistemas de Frenos	Control Electrónico de Carrocería
Metrología	Computación Básica (opt)	Transmisiones Hidráulicas	Control Electrónico Chasis
Introducción a las Técnicas de Equipos Automotrices	Administración General	Ajuste de Motores	Sistemas de Inyección Electrónicos Diesel
Técnicas de Comunicación Oral y Escrita	Física de Fluidos	Ingles I	Inglés II
Prevención de Riesgos	Geometría		

Figura 13 Programa de estudios ingeniería en maquinarias, vehículos automotrices y sistemas electrónicos / INACAP (primeros cuatro de ocho semestres)

La comparación y análisis de estos referentes ha permitido conseguir dos resultados importantes para el diseño formativo:

a. Validar la existencia de módulos: así por ejemplo, soldadura aparece como parte de los programas de formación en cinco de los ocho referentes antes nombrados, mientras que metrología mecánica en tres de ellos.
b. Identificar y definir, mediante el cruce de la información, el conjunto de aprendizajes esperados, contenidos, criterios de evaluación y actividades de aprendizaje para cada módulo. Además, determinar niveles de aprendizaje, de acuerdo a la dificultad de los aprendizajes esperados o contenidos. A modo de ejemplo, la tabla siguiente muestra estos resultados para el módulo Metrología.

Nivel	Objetivos/Aprendizajes Esperados	Contenidos Teórico-Prácticos	Criterios de Evaluación
1	• Describir de manera general el marco legal nacional relacionado a la metrología • Conocer los conceptos básicos de metrología • Describir la importancia de la metrología dentro del área de mantenimiento	• Marco legal; decretos y leyes nacionales del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción • Acuerdos, convenios de cooperación internacionales relacionados con la Metrología. • Organismos nacionales e internacionales responsables. • Rol de la Metrología en empresa.	• Describe de manera general el marco legal y acuerdos internacionales relacionados con la Metrología. • Reconoce las instituciones estatales y privadas chilenas encargadas de articular y administrar el sistema de aseguramiento metrológico. • Analiza el rol que tiene la exactitud y precisión de las mediciones al interior de una empresa relacionándolo con la seguridad, eficiencia y confiabilidad.
2	• Conocer los sistemas de unidades y medidas utilizados (Sistema Internacional y Sistema Inglés de medidas) • Identificar unidades elementales de medida • Realizar conversión de unidades de medidas haciendo uso de fórmulas y tablas • Utilizar instrumentos de medición de precisión análogos y digitales en actividades de mantenimiento	1. PRINCIPIOS GENERALES DE LA METROLOGÍA • Sistema Internacional de Unidades • Conceptos Fundamentales (NCh 2450-1998), calibración, trazabilidad, error, incertidumbre y otros. • Conversión y equivalencias entre sistemas. Uso de factores de conversión. 2. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y PATRONES DE REFERENCIA • Características de los equipos, instrumentos y patrones de calibración • Patrones por magnitud: Longitud, masa, fuerza, temperatura y presión. • Clases de patrones y trazabilidad 3. PROCESO DE MEDICIÓN • Interpretación de especificaciones, organización, selección de instrumento, medición y evaluación. • Proceso de ajuste a cero. 4. USO Y MANEJO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN • Como definir el instrumento apropiado, de acuerdo con la variable y la exactitud requerida • Lectura de medición. Resolución, rango e incertidumbre de instrumentos. • Mantenimiento de instrumentos • Consideraciones generales para medir correctamente. 5. ERROR DE MEDICIÓN • Condiciones ambientales. • Error por el instrumento. • Errores debido al operador.	• Seleccionar instrumento de medición más adecuado para medir longitudes en piezas de distintas complejidades. • Seleccionar instrumentos de medición para las magnitudes masa, fuerza, temperatura y presión en distintas situaciones. • Realizar medición e interpretación de magnitudes masa, fuerza, temperatura y presión, utilizando distintos instrumentos a disposición • Realiza mediciones con el pie de metro, micrómetro • Medir la temperatura de un bloque de motor utilizando el pirómetro. • Medir la temperatura de un fluido utilizando el termómetro de mercurio • Calcular la velocidad de paso de un fluido utilizando un flujómetro • Medir la presión de una cañería de fluido hidráulico utilizando el manómetro • Realizar mediciones con el feeler milimétrico • Utilizar manuales del fabricante de instrumentos de medición • Registrar la información de mediciones en planillas de control

3	• Seleccionar el procedimiento de medición de variables de distinta complejidad • Seleccionar instrumentos de medición, según la precisión requerida a través de planos y esquemas • Interpretar resultados de mediciones • Evalúa la calidad de los resultados de las mediciones considerando las influencias de las desviaciones • Conocer y utilizar los principios de incertidumbre en la recopilación y análisis de datos	1. TERMINOLOGÍA • Conceptos a utilizar (NCh 2450-1998): tipos de errores, sensibilidad, calibración, ajuste, histéresis, incertidumbre y otros. 2. PRINCIPIOS Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN • Principios de medición: 1er y 2do principio de Abbé, principio de sustitución y principio de Taylor. • Procedimientos de medición: Directo / indirecto, continuo / discontinuo, absoluto / relativo, deflexión / compensación, análogo / digital, diferencial / acumulativo. • Ventajas y desventajas de cada procedimiento. 3. USO Y LECTURA DE INSTRUMENTOS • Técnicas y procedimientos de medición. • Instrumentos de medición: descripción y tipo de indicación. • Instrumentos análogos y digitales. • Principios de funcionamiento en instrumentos de medición. • Interpretación de lecturas. 4. TEORÍA DE ERROR • Conceptos básicos de estadística. • Representatividad de la cantidad a medir • Tipos de errores. Errores en un sistema de medición. Fluctuación de datos. Cifras significativas. Incertidumbres sistemáticas. Bandas de error. Error absoluto y error relativo. • Errores casuales y errores sistemáticos. • Evaluación de procesos.	• Corrige y procesa información de fluctuación de datos de acuerdo al análisis de cifras significativas, de incertidumbres sistemáticas, de Bandas de error, y de error absoluto y error relativo. • Seleccionar procedimiento para medición de piezas de distinta complejidad. • Seleccionar instrumentos de medición, según la precisión requerida a través de planos y esquemas. • Medir e interpretar lecturas con distintos instrumentos de precisión (disponibles), para proceso de medición de piezas de distinta complejidad. • Realizar verificación de alineamientos, distancias entre centros, ángulos, coaxialidad, ubicación, etc. •Utilizar los conceptos de análisis estadísticos de datos en un proceso de medición. •Representar mediante un gráfico la toma de medidas obtenidas sistemáticamente y mantenida en el tiempo.
4	• Realizar comprobaciones y calibración de los instrumentos de medición utilizados en mantenimiento minero	• Calibración y descalibración de instrumentos de medidas. • Deterioro de los instrumentos de medición. • Procedimientos de verificación y ajuste de instrumentos • Mantenimiento de instrumentos	• Identifica alteraciones de forma y estado superficial de variados instrumentos de medición según las normas correspondiente. • Calibra un instrumento de medición. • Evalúa el deterioro físico de los instrumentos de medición.

Tabla 2 Elementos del módulo metrología

4.4. CONSOLIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en los análisis anteriores, se han consolidado en un ejercicio de cruce de todos los elementos relevantes para el diseño formativo (fig. x):

- Referentes laborales: perfiles de cargo, unidades de competencia laboral (criterios de desempeño) y conocimientos técnicos
- Referentes formativos: módulos de formación, aprendizajes esperados, y contenidos y conocimientos.

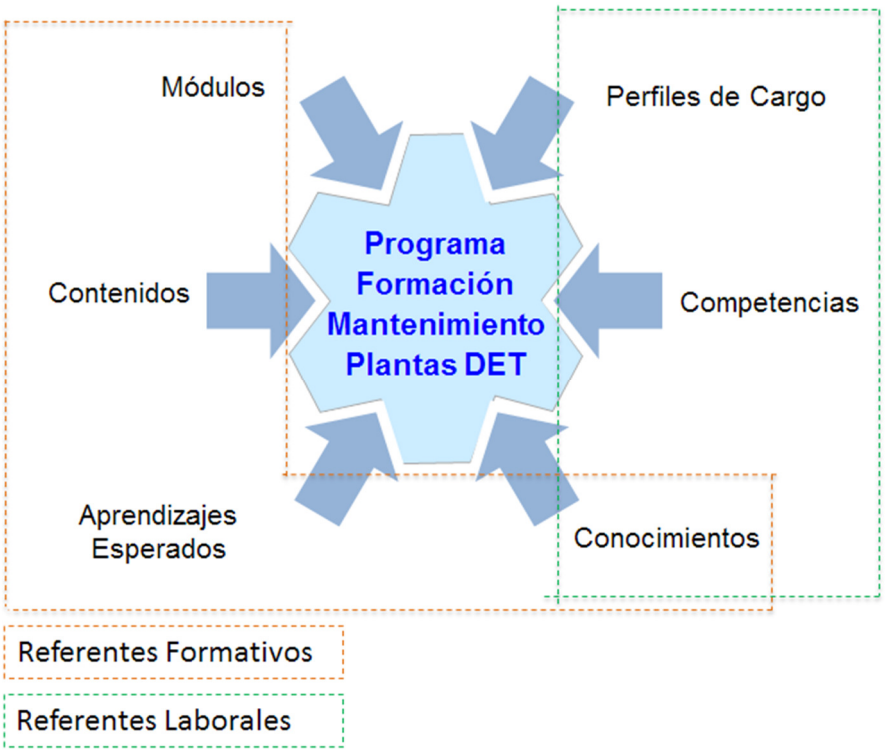
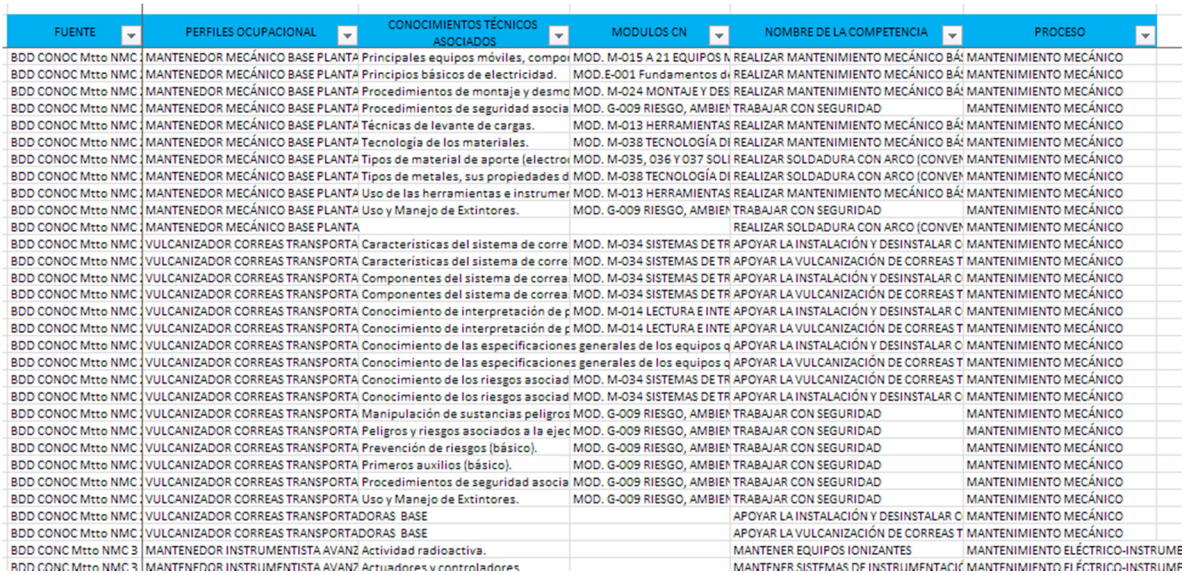


Figura 14 Consolidación de resultados

Para esto, la información se ha consolidado en una base de datos (Anexo B) que interrelaciona todos estos elementos que alimentan el diseño formativo y permite un cruce dinámico entre ellos (fig. 14).



FUENTE	PERFILES OCUPACIONAL	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS ASOCIADOS	MODULOS CN	NOMBRE DE LA COMPETENCIA	PROCESO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Principales equipos móviles, compo	MOD. M-015 A 21 EQUIPOS M	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Principios básicos de electricidad.	MOD.E-001 Fundamentos de	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Procedimientos de montaje y desmo	MOD. M-024 MONTAJE Y DES	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Procedimientos de seguridad asocia	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Técnicas de levante de cargas.	MOD. M-013 HERRAMIENTAS	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Tecnologia de los materiales.	MOD. M-038 TECNOLOGÍA DI	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Tipos de material de aporte (electro	MOD. M-035, 036 Y 037 SOLI	REALIZAR SOLDADURA CON ARCO (CONVEN	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Tipos de metales, sus propiedades d	MOD. M-038 TECNOLOGÍA DI	REALIZAR SOLDADURA CON ARCO (CONVEN	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Uso de las herramientas e instrumer	MOD. M-013 HERRAMIENTAS	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁS	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	Uso y Manejo de Extintores.	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA			REALIZAR SOLDADURA CON ARCO (CONVEN	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Caracteristicas del sistema de corre	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Caracteristicas del sistema de corre	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Componentes del sistema de correa	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Componentes del sistema de correa	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de interpretación de p	MOD. M-014 LECTURA E INTE	APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de interpretación de p	MOD. M-014 LECTURA E INTE	APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de las especificaciones generales de los equipos q		APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de las especificaciones generales de los equipos q		APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de los riesgos asociad	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Conocimiento de los riesgos asociad	MOD. M-034 SISTEMAS DE TR	APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Manipulación de sustancias peligros	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Peligros y riesgos asociados a la ejec	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Prevención de riesgos (básico).	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Primeros auxilios (básico).	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Procedimientos de seguridad asocia	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTA	Uso y Manejo de Extintores.	MOD. G-009 RIESGO, AMBIEN	TRABAJAR CON SEGURIDAD	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTADORAS BASE			APOYAR LA INSTALACIÓN Y DESINSTALAR C	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONOC Mtto NMC 3	VULCANIZADOR CORREAS TRANSPORTADORAS BASE			APOYAR LA VULCANIZACIÓN DE CORREAS T	MANTENIMIENTO MECÁNICO
BDD CONC Mtto NMC 3	MANTENEDOR INSTRUMENTISTA AVANZ	Actividad radioactiva.		MANTENER EQUIPOS IONIZANTES	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUME
BDD CONC Mtto NMC 3	MANTENEDOR INSTRUMENTISTA AVANZ	Actuadores y controladores		MANTENER SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓ	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO-INSTRUME

Figura 15 Base de datos de consolidación de referentes laborales y formativos

Así por ejemplo, se puede obtener la relación entre los perfiles de cargos y módulos de los referentes formativos analizados (tabla 15) o la relación entre las competencias laborales, perfiles de cargo y módulos formativos (tabla 4).

PERFIL DE CARGO	MÓDULOS DE FORMACIÓN DE REFERENTES
MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA	MOD. G-009 RIESGO, AMBIENTE Y CALIDAD
	MOD. M-010 FUNDAMENTOS DE COMBUSTIÓN
	MOD. M-012 FUNDAMENTOS DE HIDRAULICA Y NEUMÁTICA
	MOD. M-013 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE APOYO
	MOD. M-014 LECTURA E INTERPRETACIÓN DE PLANOS MECÁNICOS
	MOD. M-015 A 21 EQUIPOS MINEROS
	MOD. M-023 METROLOGIA
	MOD. M-024 MONTAJE Y DESMONTAJE
	MOD. M-031 SISTEMAS DE LUBRICACIÓN
	MOD. M-033 SISTEMAS NEUMÁTICOS
	MOD. M-034 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN
	MOD. M-035, 036 Y 037 SOLDADURA + MOD. M-028 CORTE
	MOD. M-038 TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES
	MOD.E-001 FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD
	MOD.M-034 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

Tabla 3 Módulos de formación asociados al perfil de cargo Mantenedor Mecánico Base

MODULOS CN	NOMBRE DE LA COMPETENCIA	PERFILES DE CARGO
MOD. M-023 METROLOGIA	REALIZAR MANTENIMIENTO ELÉCTRICO - INSTRUMENTISTA BÁSICO GENERAL REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS FIJOS REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS MÓVILES	MANTENEDOR ELÉCTRICO BASE GENERAL MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA MANTENEDOR MECÁNICO BASE EQUIPOS MÓVILES
MOD. M-024 MONTAJE Y DESMONTAJE	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS FIJOS REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS MÓVILES	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA MANTENEDOR MECÁNICO BASE EQUIPOS MÓVILES
MOD. M-038 TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES	REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS FIJOS REALIZAR MANTENIMIENTO MECÁNICO BÁSICO DE EQUIPOS MÓVILES REALIZAR SOLDADURA AL ARCO (CONVENCIONAL), MIG, TIG. REALIZAR SOLDADURA CON ARCO (CONVENCIONAL)	MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA MANTENEDOR MECÁNICO BASE EQUIPOS MÓVILES MANTENEDOR MECÁNICO DE REDES DE FLUIDOS AVANZADO PLANTA MANTENEDOR DE CORREAS TRANSPORTADORAS Y ALIMENTADORES AVANZADO PLANTA MANTENEDOR MECÁNICO BASE PLANTA

Tabla 4 Competencias y perfiles de cargo asociados a módulos de formación

Esta consolidación de los resultados permite una articulación consistente y coherente de los elementos para el diseño formativo (referentes laborales y formativos). , lo que garantiza a la vez la calidad y pertinencia del programa de formación, su estructura y módulos formativos que los componen para con la estructura de cargos del servicio de mantenimiento identificada (capítulo 4.1) .

5. PROGRAMA DE FORMACIÓN

El programa de formación diseñado para el servicio de mantenimiento mecánico de activos de una proceso de concentración de cobre, está estructurado en cuatro niveles (fig. 16):

a. Módulos de primer nivel o nivel I (cajas verdes), asociados a conocimientos y aprendizajes esperados necesarios para un mantenimiento mecánico básico.
b. Módulos de nivel II (cajas lilas) integran los conocimientos técnicos para el mantenimiento mecánico de sistemas y de equipos de menor complejidad como bombas y compresores.
c. Módulos de nivel III, que integran conocimientos técnicos para el mantenimiento mecánico de equipos de la planta concentradora (cajas celestes)
d. Módulos de nivel IV, que integran los conocimientos relacionados la gestión del mantenimiento, confiabilidad e ingeniería del mantenimiento.

Estos niveles son formativamente excluyentes y continuos. El programa considera además un bloque de ciencias básicas (matemáticas, física y ciencias de la ingeniería e inglés) necesario para facilitar el aprendizaje continuo y por lo tanto para adquirir los aprendizajes esperados de los módulos posteriores del programa.

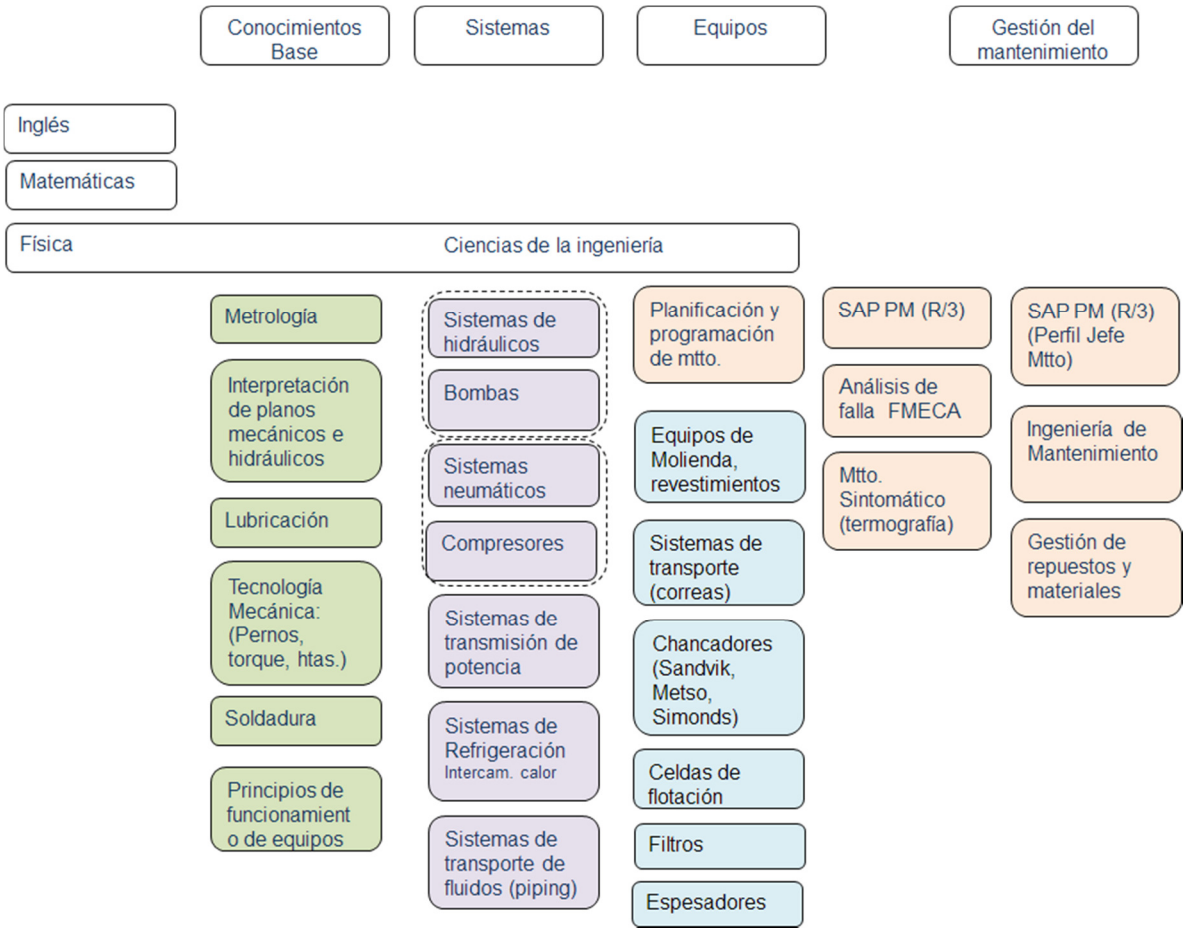


Figura 16 Plan de formación mantenimiento mecánico de una planta concentradora de cobre

5.1. MÓDULOS DE FORMACIÓN

Los módulos agrupan áreas de conocimientos teórico-prácticos y constituyen un elemento fundamental en la formación modular por competencias. Los módulos están compuestos por diversos elementos (fig. 16):

a. Los aprendizajes esperados: constituyen la esencia del módulo, pues fijan los objetivos que se deben llevar a cabo con su implementación y representan una guía para que el instructor, pueda definir una programación y diseñar actividades de aprendizaje.

b. Contenidos técnicos: representan las áreas de conocimientos y conocimientos específicos que se deben adquirir durante el módulo. Están asociados a los aprendizajes esperados, y de acuerdo a la metodología de formación por competencias, también están formativamente asociados al perfil de cargo y sus competencias.
c. Metodología de enseñanza y aprendizaje: entrega una guía para la implementación del módulo. Están seleccionadas de manera de optimizar la adquisición de los aprendizajes esperados en función de la realidad productiva de la organización.
d. Bibliografía asociada: corresponde a material técnico y académico con el cual se puede apoyar la adquisición de los conocimientos del módulo.

Los módulos compontes del programa se muestran en el Anexo C.

Metrología mecánica **(24-horas)**

Contenidos.

- Sistema internacional de unidades: Unidades elementales y derivadas. Exponentes y Notación científica. Tablas de equivalencias y conversión de unidades.
- Proceso de medición: recursos para medir, conceptos claves: resolución, valor medido, limite de error, Desviaciones en el proceso de medición. Limite de error y tolerancia.
- Manejo de unidades de longitud, presión, torque.
- Tipos de Instrumentos de control dimensional: Longitud (flexómetro, pie de metro, micrómetros, comparador de carátula, filler o galgas). Angulos (goniómetro). Fuerza (dinamómetro). Torque (torquímetro).
- Pie de Metro (< 200 mm): Partes, técnicas de uso, lectura de resultados de medición y actividades de medición con pie de metro.
- Comparador de carátula: partes, técnicas de uso, interpretación de resultados de medición y actividades de medición.
- Micrómetro interior y exterior (< 200 mm): partes, técnicas de uso, interpretación de resultados de medición y actividades de medición con instrumento.
- Interpretación de lecturas y utilización de Instrumentos de medición de caudales de fluidos, medición de temperatura y medición de presión.
- Tolerancias y Ajustes
  - Tolerancias dimensionales.
  - Tipos y sistemas de ajuste.
  - Tolerancias y geométricas.

Aprendizajes esperados.

- ✓ Manejar unidades de magnitud del SI y del sistema Inglés, realizando conversiones de unidades de longitud, presión, torque, temperatura u otras variables relevantes utilizadas en las tareas rutinarias.
- ✓ Realizar procesos de mediciones dimensionales en el contexto laboral, utilizando pie de metro, micrómetro y comparador de carátula.
- ✓ Utilizar instrumentos de medición de variables mecánicas (pie de metro, micrómetro, pie de metro) e interpretar sus lecturas en instrumentos análogos y digitales.
- ✓ Interpretar y aplicar las tolerancias y los ajustes en piezas o elementos mecánicos

Act aprendizaje. (Metodología de aprendizaje – evaluación)

- ✓ Se recomienda la implementación del módulo, mediante relatoría externa o una estrategia mixta de instructores internos más apoyo externo en relatoría y/o tutoría de terreno.

Figura 17 Extracto de módulo Metrología Mecánica

5.2. RUTAS DE FORMACIÓN: PLANES DE DESARROLLO FORMATIVO

La estructura modular del programa (fig. 17) facilita la definición de rutas formativas para los distintos perfiles de cargos identificados en la estructura de cargos de un servicio de mantenimiento mecánico (ver punto 4.1):

a. El *mantenedor base*, además de dominar los conocimientos fundamentales de ciencias básicas, debe dominar aquellos relativos a metrología, uso de planos, lubricación, tecnología mecánica, soldadura y principios del funcionamiento de equipos mineros.
b. El *mantenedor* tiene asociado módulos de formación que se focalizan en el funcionamiento y mantenimiento de sistemas: hidráulicos, neumáticos, de transmisión de potencia, de transporte de fluidos y de refrigeración.
c. El *mantenedor experto* tiene asociados módulos formativos asociados al mantenimiento de equipos mineros de la planta concentradora. Además, ya que en la realidad de su contexto laboral realiza gestión de actividades de mantenimiento, tiene asociado también el módulo de planificación y programación del mantenimiento.
d. El *jefe de mantenimiento* tiene asociados conocimientos relativos a la ingeniería del mantenimiento, confiabilidad y análisis de fallas. Además, en el ámbito de la gestión del mantenimiento se integran formativamente conocimientos en SAP, gestión de repuestos, y planificación y programación de actividades de mantenimiento.

El camino formativo está estructurado de manera tal, que para llegar a un nivel formativo en particular se deben necesariamente dominar los niveles formativos anteriores. Así por ejemplo, el *mantenedor experto* debe ser componente respecto de los conocimientos de los módulos formativos asociados a los niveles de los cargos *mantenedor* y *mantenedor base*.

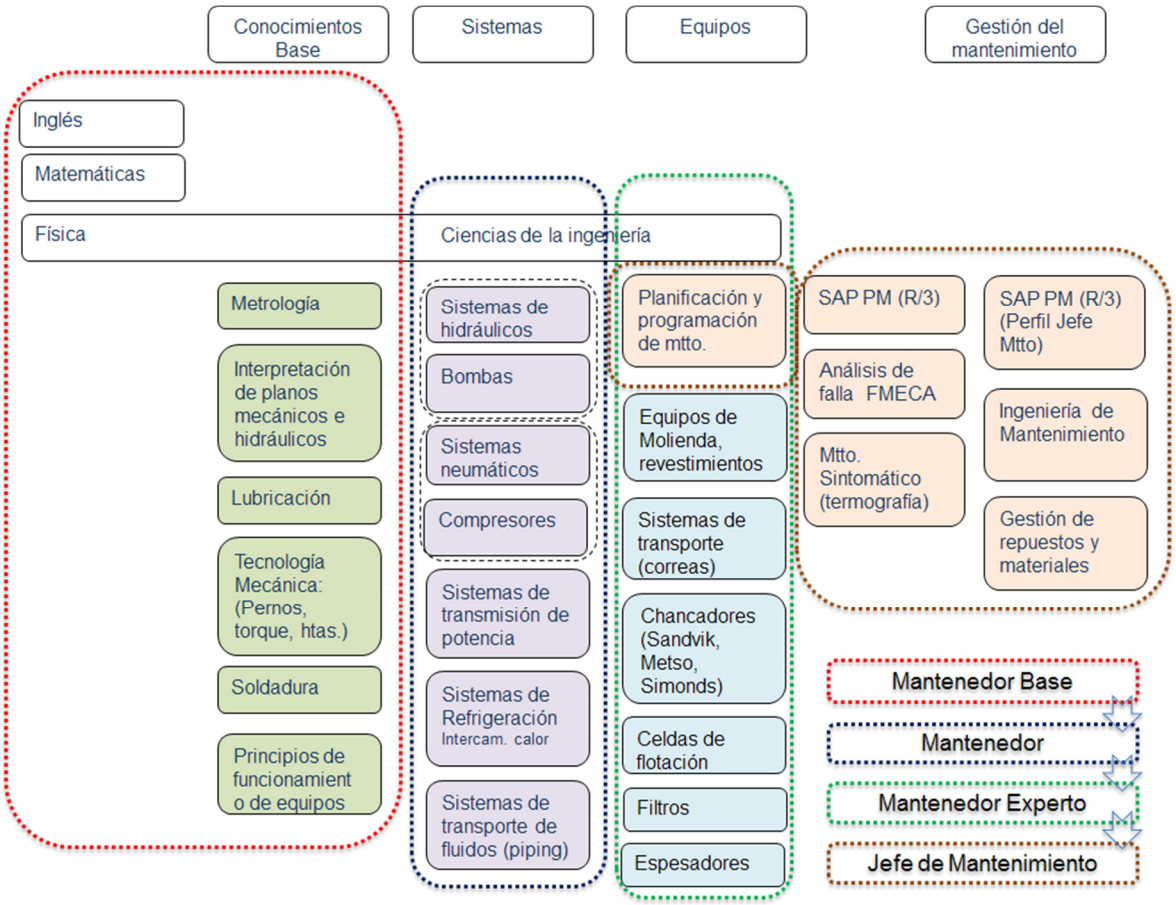


Figura 18 Rutas formativas para perfiles de cargos genéricos de servicios de mantenimiento mecánico de una planta concentradora de cobre

6. APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN: EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

El programa de formación se enmarca dentro de un proyecto de mejoramiento de las capacidades de la organización de los servicios de mantenimiento; tal como se expuso en el punto 2.3 de este documento. El proyecto, además de realizar el diseño formativo, implica la elaboración de material educativo para los módulos de nivel I y II del programa y la elaboración de un set de ejercicios prácticos enfocados en la realidad operacional de los servicios de mantenimiento de una planta concentradora de cobre (fig. 18).

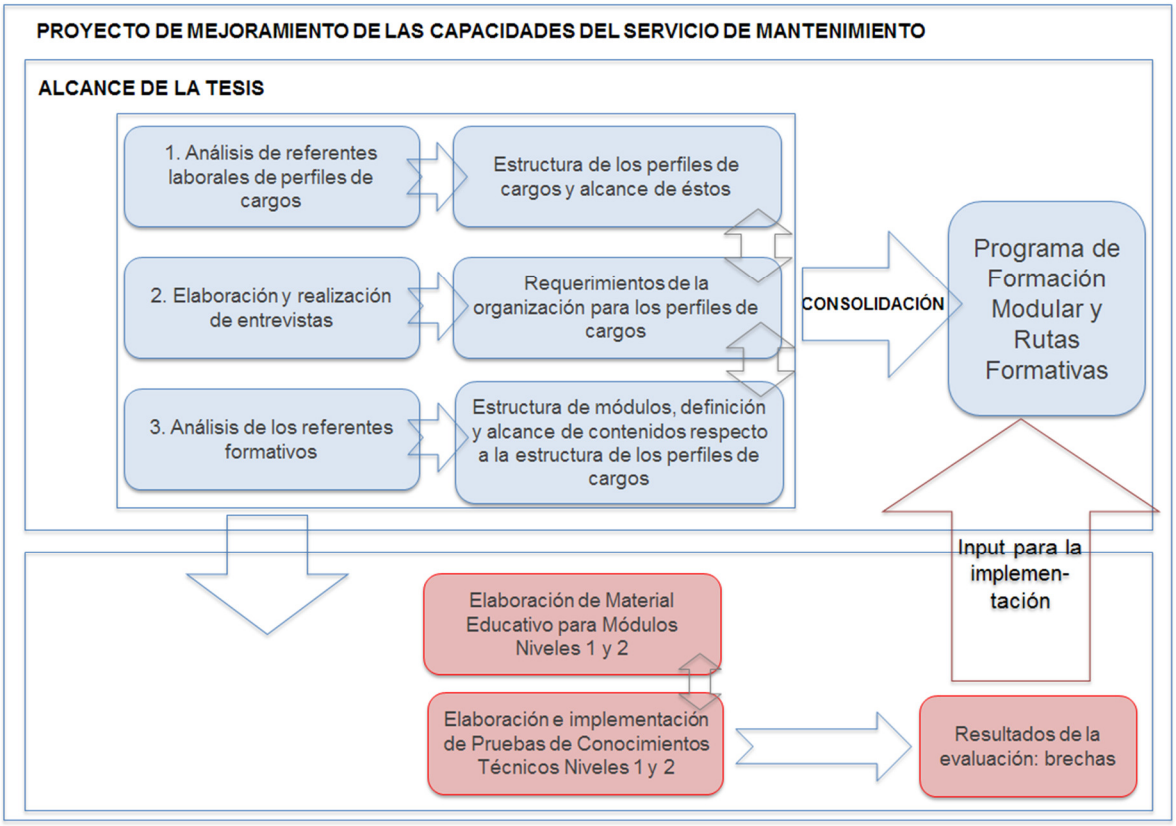


Figura 19 Proyecto de mejoramiento de las capacidades del servicio de mantenimiento

A partir de estos ejercicios, se elaboraron pruebas de conocimiento técnicos asociadas a cada módulo de formación de los niveles I y II del programa (fig. 19). Estas pruebas están estructuradas de acuerdo a temáticas, las cuales han sido definidas agrupando

conocimientos de acuerdo a su afinidad técnica. Dentro de cada temática, se conformó un set de preguntas de opción múltiple, con cuya aplicación, se pueden identificar y definir brechas de conocimientos de cada trabajador. Dada la estructura del test, las brechas también pueden ser por temática y lógicamente por módulo.

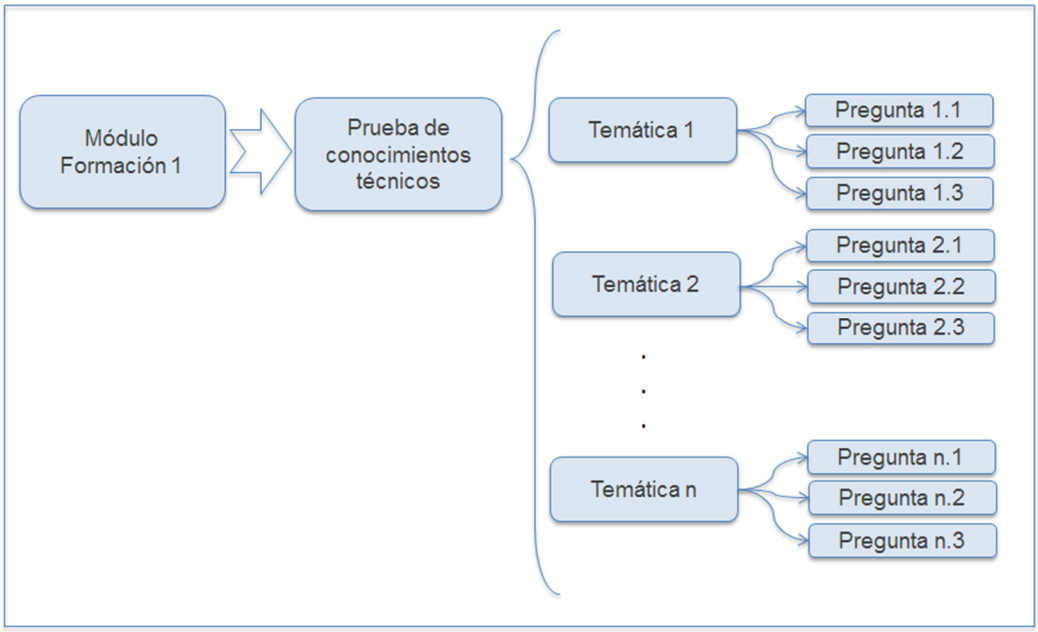


Figura 20 Metodología para la elaboración de pruebas técnicas

Fig 19

Durante el proceso de evaluación fueron diagnosticados Fig 91 trabajadores de la especialidad de mantenimiento mecánico respecto de sus conocimientos asociados a los módulos de nivel I[3] del programa, pertenecientes a los diferentes procesos productivos (minas, plantas y función). De ellos, 28 son mantenedores del proceso de mantenimiento mecánico de la planta concentradora de cobre.

En el resto de este capítulo, se presentan los resultados de la aplicación de los test: en primera instancia se muestran los resultados globales, para posteriormente, detallar los

[3] Estos módulos son: Metrología, Lubricación, Tecnología de Materiales, Soldadura, Uso de Planos y Manuales.

resultados obtenidos en cada módulo. El capítulo cierra con las conclusiones del proceso de evaluación.

6.1. RESULTADOS GLOBALES

Con el propósito de segmentar el público, se definió que la aprobación de un módulo se logra alcanzando como mínimo el 70% de respuestas correctas en el test correspondiente. La figura 21 compara, para los servicios de mantenimiento de los diferentes procesos, el número de trabajadores aprobados y reprobados por módulo. La tendencia general muestra un alto porcentaje de personas reprobadas en cada uno de ellos. Los test del módulo *Lubricación* en los procesos de mantenimiento en mina y fundición, presentan resultados ligeramente menos negativos.

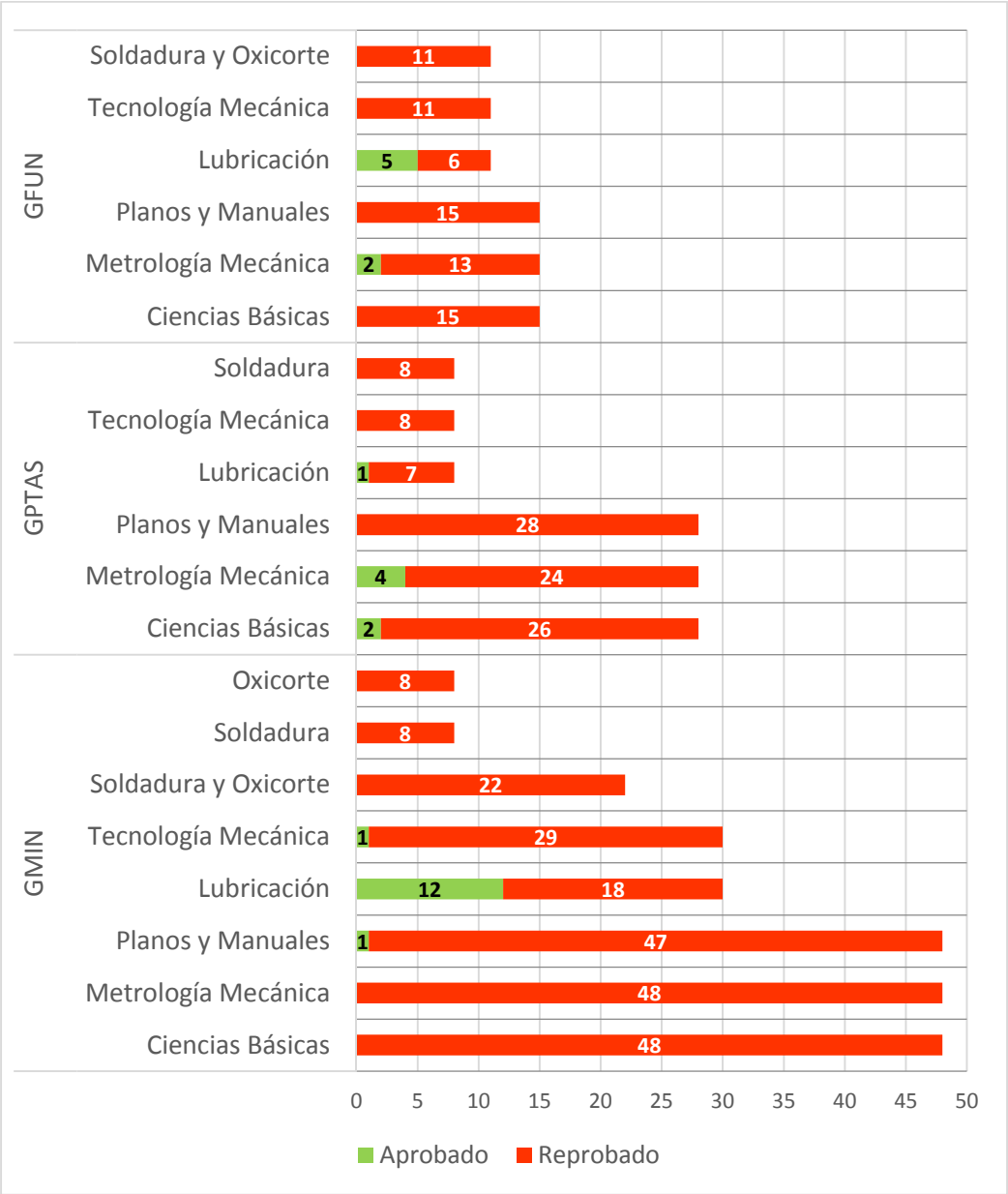


Figura 21 Resultados generales de la evaluación

Fig 21

En el gráfico anterior, la diferencia del número de personas que rindieron el test por módulo y por proceso, se da debido a que algunos módulos son transversales a toda la dotación (Ciencias Básicas, Metrología y Uso de Planos y Manuales) mientras que los restantes (Lubricación, Tecnología Mecánica y Soldadura) son pertinentes a los cargos con rangos superiores, los que normalmente tiene menor dotación asociada.

Una mirada detallada a los resultados del proceso plantas (fig. 21), mismo grafico anterior), indica la existencia de brechas relevantes en cada módulo. En particular, en los módulos Uso de Planos y Manuales, Tecnología Mecánica y Soldadura existe un 100% de reprobación.

6.2. RESULTADOS POR MÓDULO

Con el propósito de determinar el estado actual de los conocimientos del personal de mantenimiento del proceso de plantas de manera más detallada, se presentan a continuación, para cada módulo:

a) la distribución de frecuencia de las notas obtenidas (número de personas por nota)
b) la distribución de respuestas correctas, incorrectas u omitidas por temática y por pregunta, para cada test asociado a cada uno de estos módulos.

6.2.1. Ciencias Básicas

Los resultados de este módulo indican gran porcentaje de reprobación (fig. 22) con una nota promedio de 30% y con sólo 2 mantenedores aprobados.

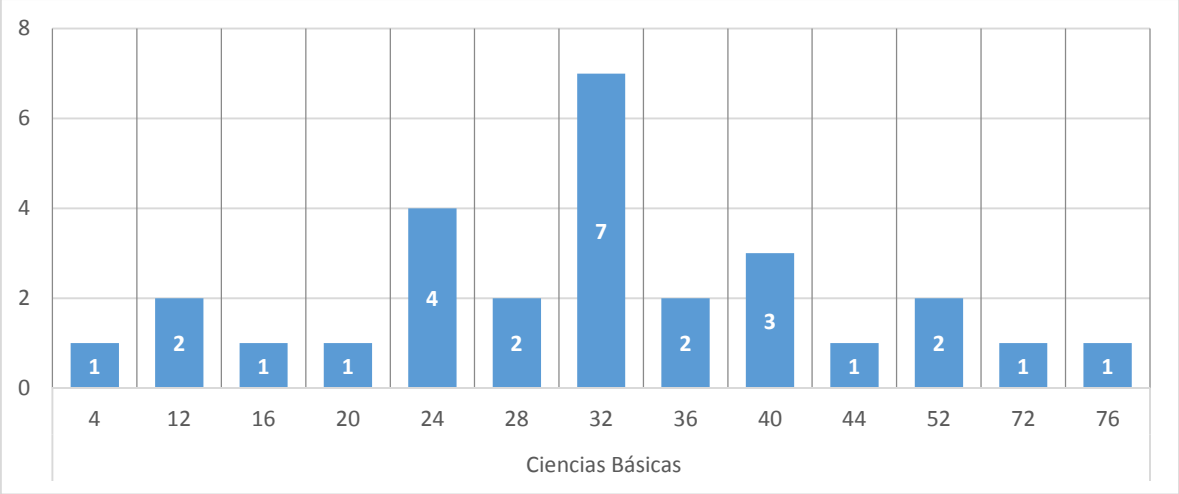


Figura 22 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo ciencias básicas

Cada una de las temáticas del módulo presentan un alto número de respuestas incorrectas (fig. 23), lo que indica una carencia generalizada de los conocimientos asociados. Dentro de estos resultados, la temática aritmética, que tiene cinco preguntas, es la que presenta un comportamiento ligeramente menos negativo.

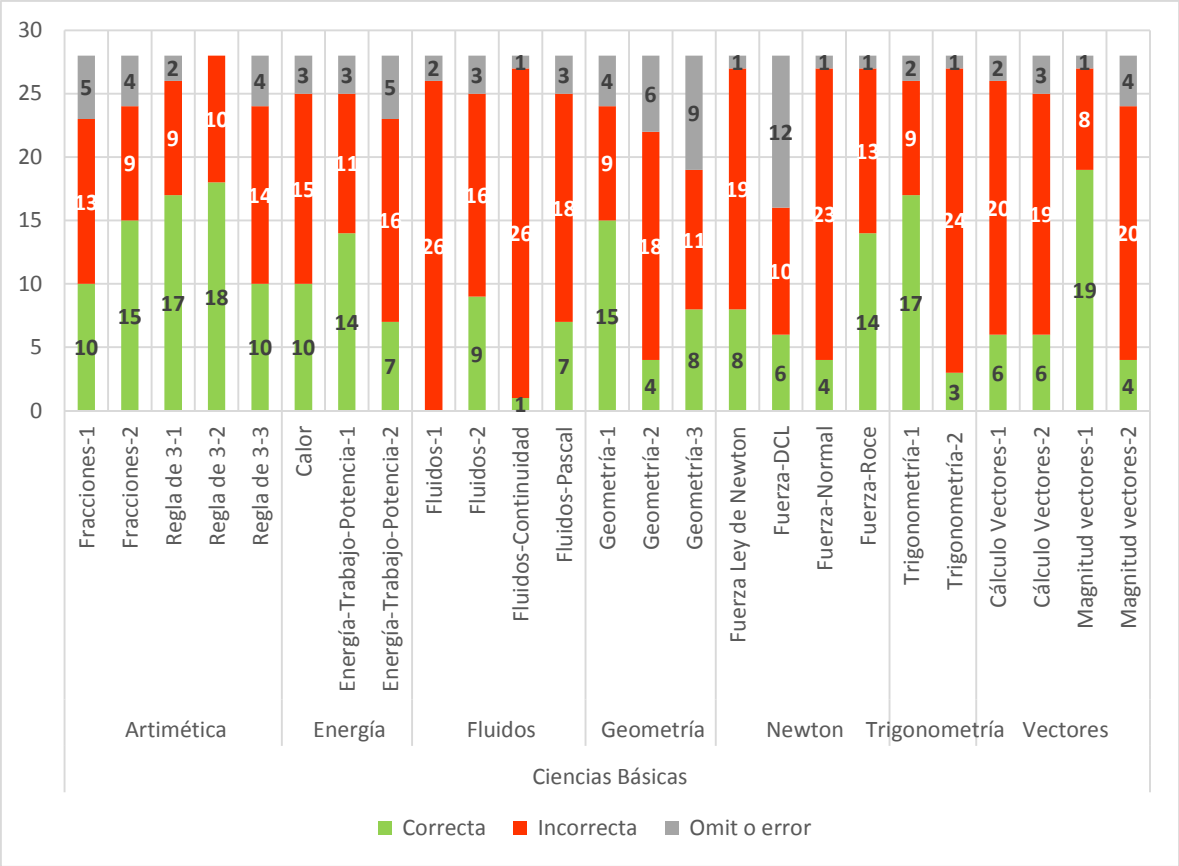


Figura 23 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo ciencias básicas

6.2.2. Metrología Mecánica

Este módulo tiene un gran porcentaje de reprobación, con sólo dos personas aprobadas (fig. 24). Sin embargo, con una nota promedio de 51%, el cierre de las brechas debiera enfocarse hacia conocimientos y casos (trabajadores) puntuales.

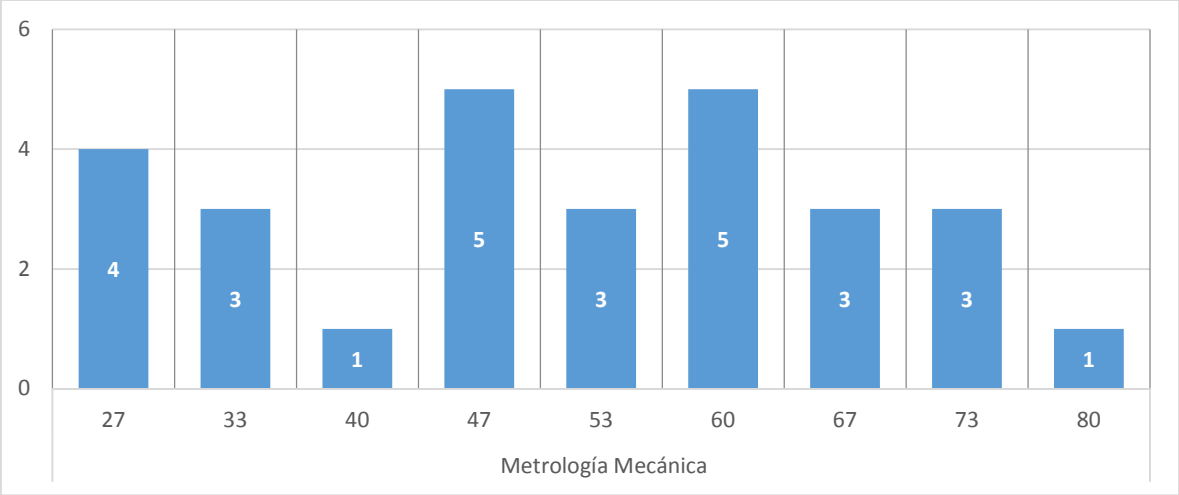


Figura 24 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo metrología mecánica

En efecto, las temáticas del módulo *Instrumentos*, *Sistemas de Unidades* y *Presión y Torque* presentan un nivel de dominio medio-alto (fig. 24). Otras, *Medición* y *Tolerancia-Ajustes* requieren de un cierre de brechas significativas. En consideración de esto, las actividades de formación pueden ser implementadas de manera más óptima (tiempo y recursos) y focalizadas a cerrar brechas específicas, como por ejemplo, realizar formación en la temática *medición*, especialmente un tratamiento conceptual-práctico del *ajuste mecánico*; y en la temática *tolerancias*.

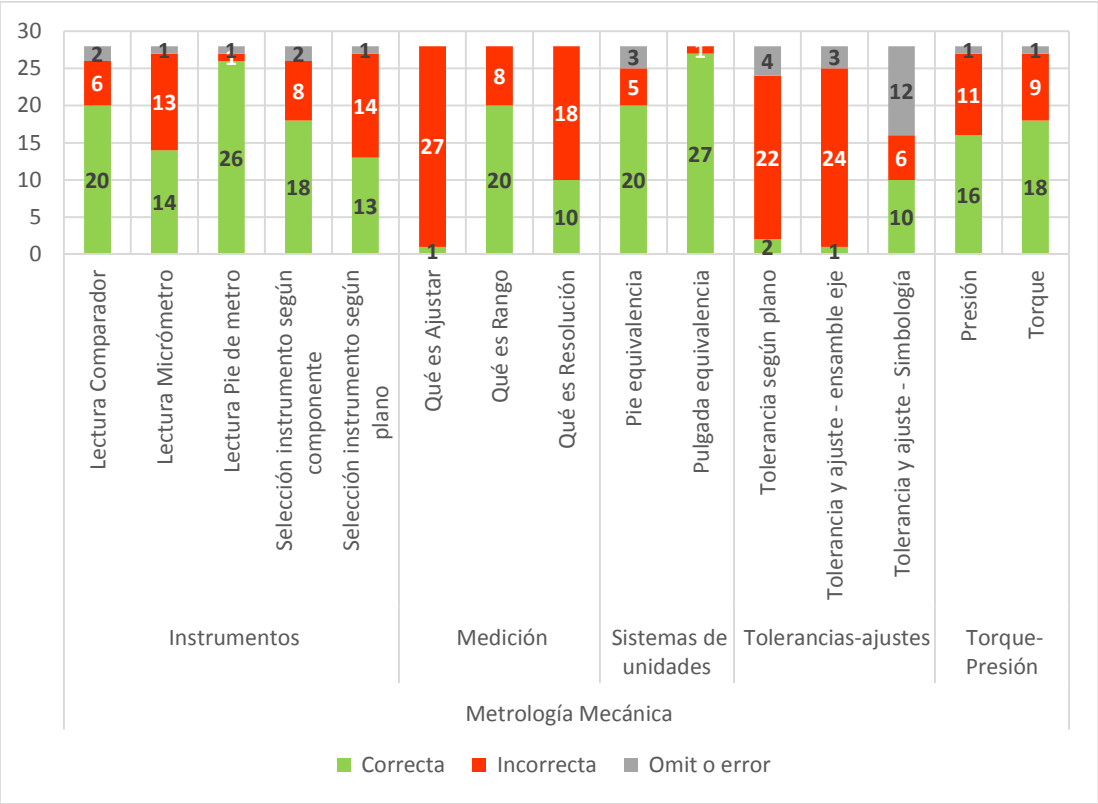


Figura 25 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo metrología mecánica

6.2.3. Planos y Manuales

Con un promedio de nota del 37% y con el cien por ciento del personal reprobado este módulo presenta grandes brechas.

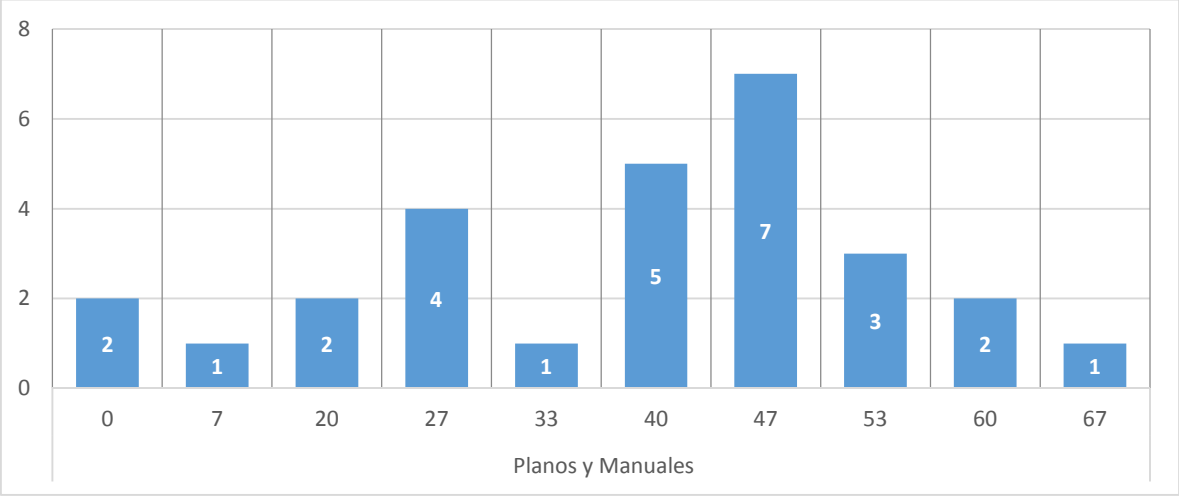


Figura 26 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo planos y manuales

Sólo cuatro de las preguntas aplicadas del test tienen un porcentaje igual o mayor al 50% de respuestas correctas y se presentan brechas significativas en el manejo de representaciones gráficas de elementos comerciales, representaciones normalizadas de planos, proyección ortogonal y cotas. (fig. 26).

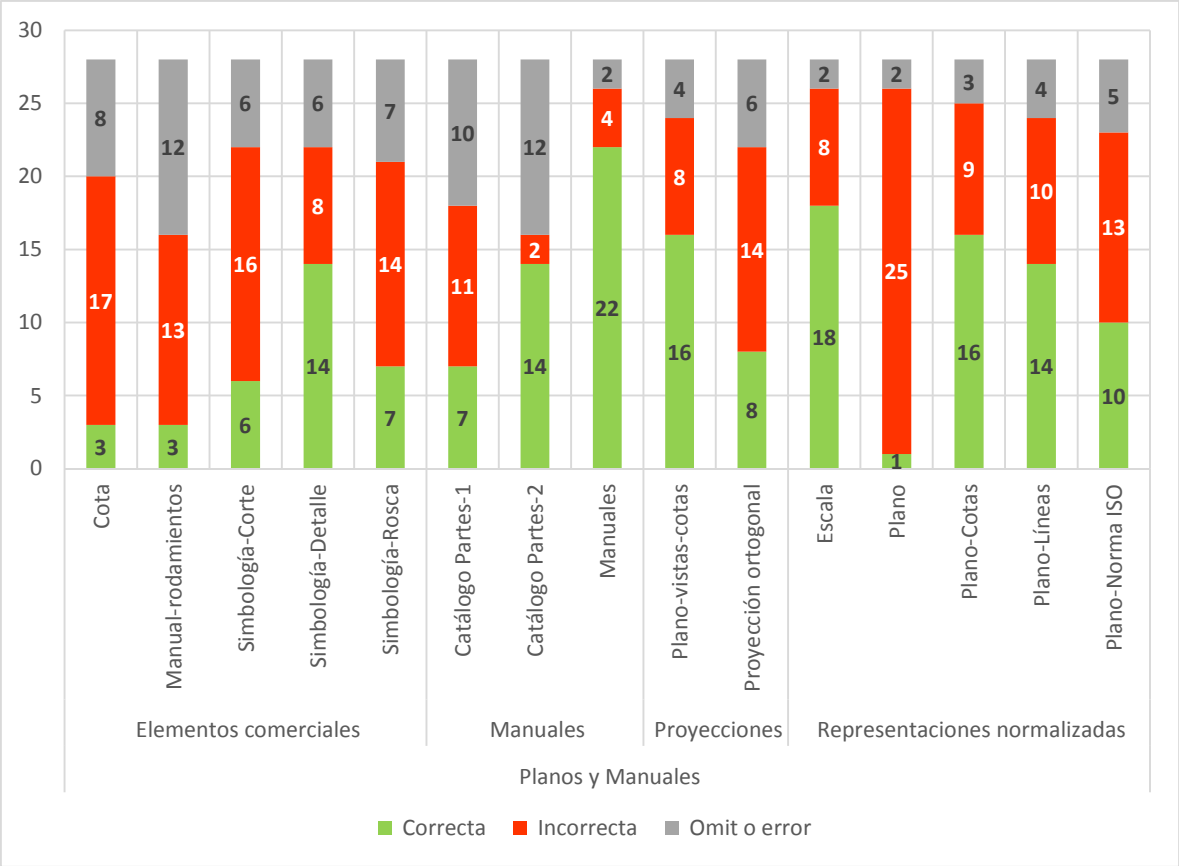


Figura 27 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo planos y manuales

6.2.4. Lubricación

La nota promedio del test en este módulo fue de 53%, con una persona aprobada (fig. 28). Aunque en todas las temáticas se presentan brechas relevantes, éstas son más pronunciadas en función, propiedades y normas (simbología) de los lubricantes (fig. 29).

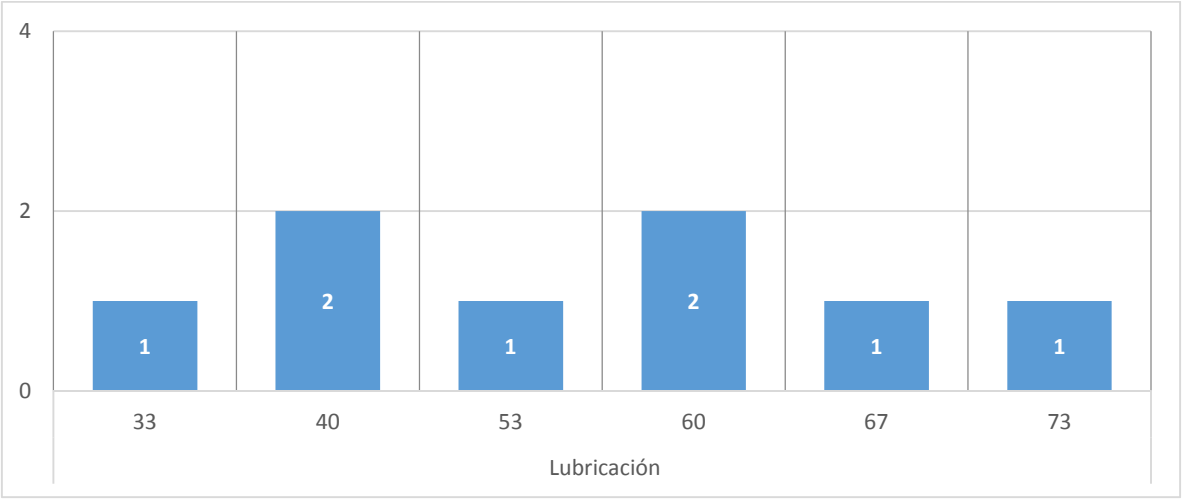


Figura 28 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo lubricación



Figura 29 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo lubricación

6.2.5. Tecnología Mecánica

Los resultados del test para este módulo presentan un 100% de reprobación y una nota promedio de 37% (fig. 30).

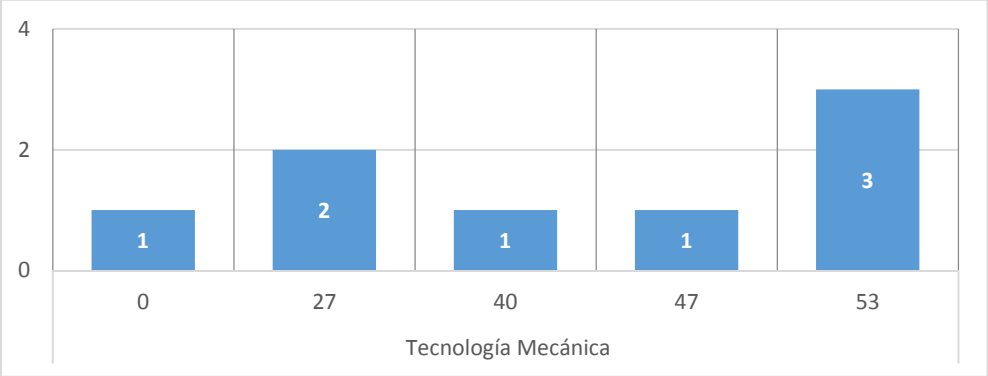


Figura 30 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo tecnología mecánica

Se observan brechas significativas en conocimientos asociados a *aceros*, *torque*, *tuercas y pernos*, y *materiales* (fig. 31).

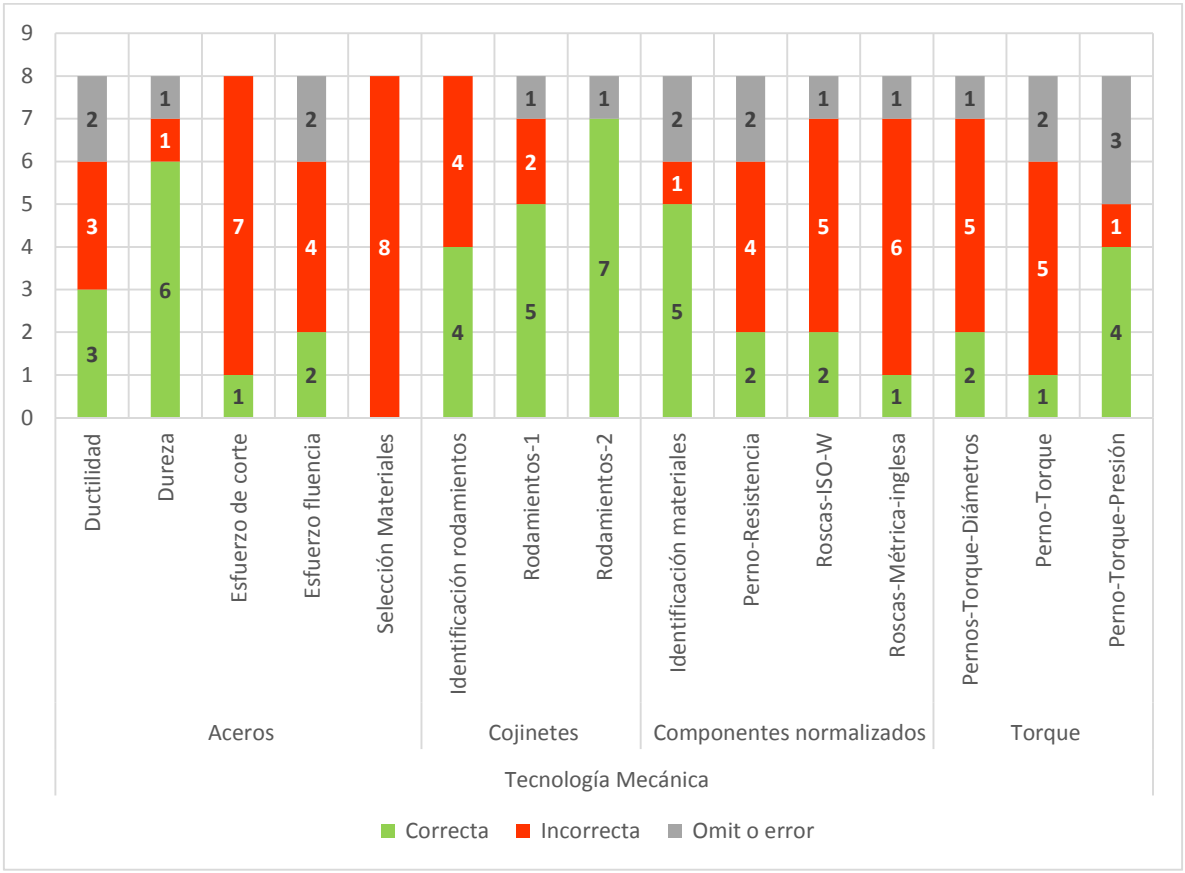


Figura 31 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo tecnología mecánica

6.2.6. Soldadura

Este módulo tiene un 100% de reprobación y una nota promedio de 48% (fig. 32). Salvo en dos ámbitos de la temática *Problemas Soldadura* (porosidad y soldadura-mal aspecto), los demás tienen brechas de gran relevancia que requieren de nivelación (fig. 33).

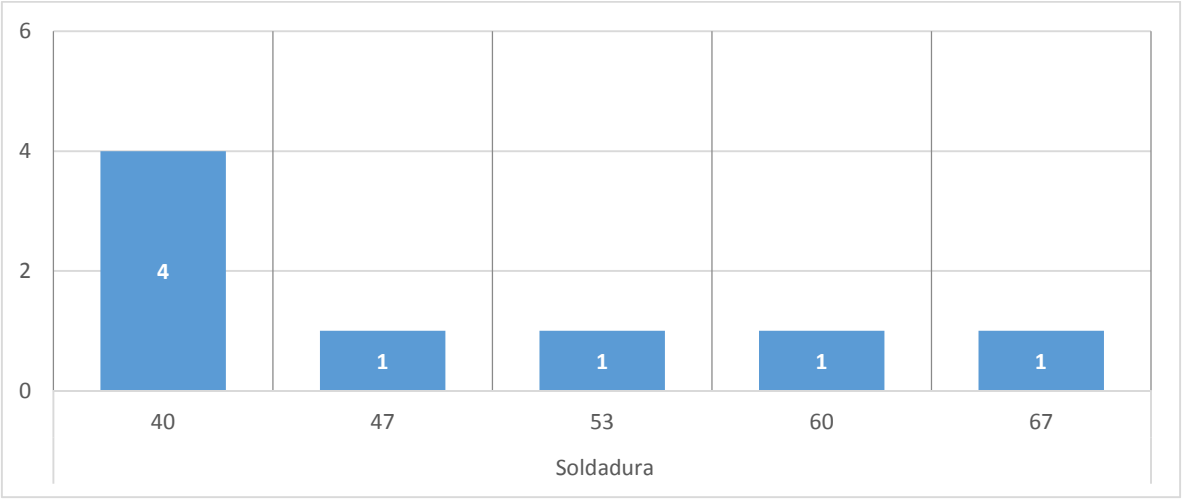


Figura 32 Distribución de la frecuencia de trabajadores por nota del test módulo soldadura

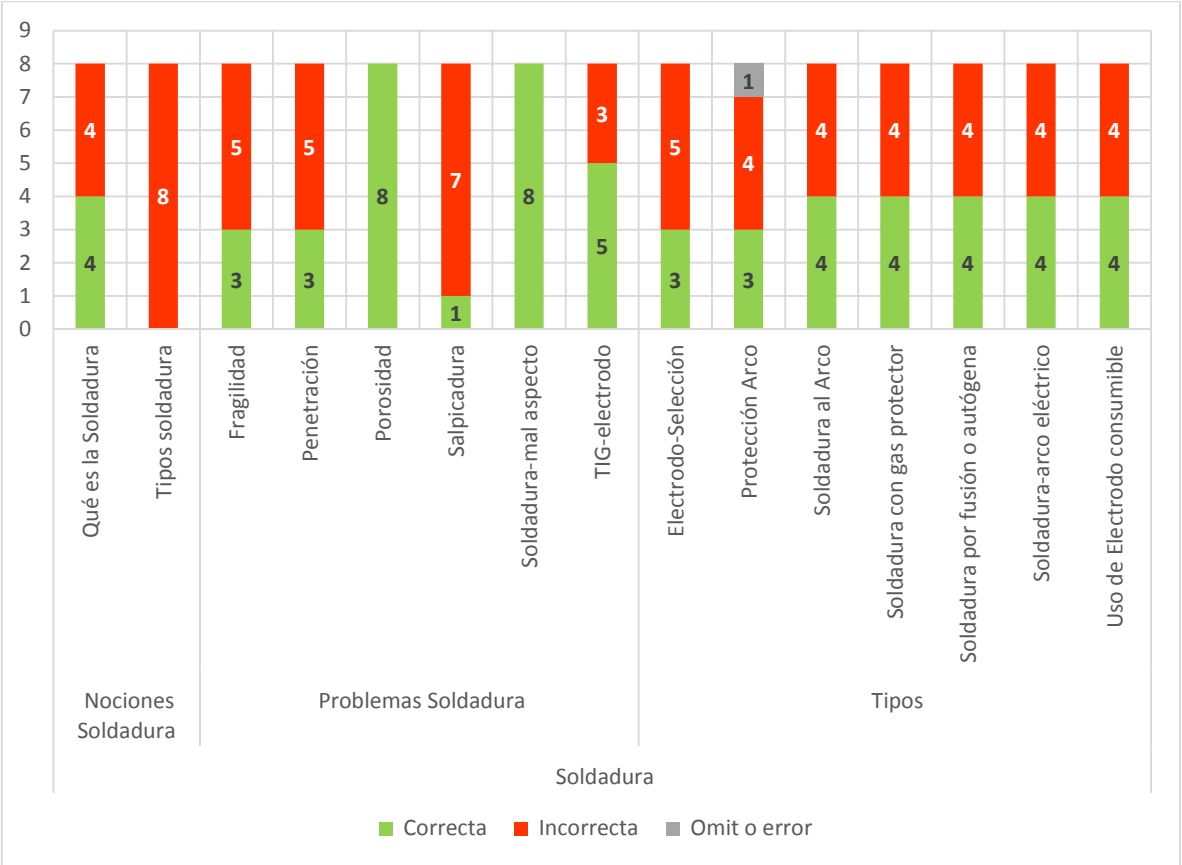


Figura 33 Distribución de respuestas correctas, incorrectas y omitidas por temáticas y preguntas módulo soldadura

6.3. CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS DE EVALUACIÓN

El significativo porcentaje de reprobación en cada uno de los test, y por lo tanto en cada uno de los módulos, puede explicarse, en parte, por la nula preparación de los trabajadores para afrontar el proceso de evaluación, dada la ajustada programación con la se llevó a cabo. Además de esto, la elaboración de los test de conocimientos implicó el uso de taxonomía y terminología técnica, no necesariamente conocida por el personal evaluado, lo que puede explicar así mismo, parte de estos resultados.

No obstarte lo anterior, se pueden extraer desde este proceso algunas conclusiones de gran importancia:

- Todos los módulos presentan un porcentaje significativo de reprobación. Al ser módulos de gran importancia para la organización, pues sustentan la base de conocimientos para ejecutar un mantenimiento de calidad, las brechas encontradas deben ser necesariamente cerradas.
- En particular, el cierre de las brechas del módulo Ciencias Básicas es una actividad formativa con prioridad crítica, pues los conocimientos asociados a este módulo, son justamente aquellos que permiten a las personas seguir adquiriendo conocimientos técnicos, garantizando que se pueda llevar a cabo un aprendizaje continuo, ya sea en su ámbito laboral o en actividades de capacitación. Las brechas del módulo pueden ser tratadas efectivamente con estrategias de e-learning, con apoyo de material audiovisual, con plataformas de formación on-line (https://es.khanacademy.org) y con metodologías de evaluación pertinentes: pruebas por temáticas, programación de evaluaciones, seguimiento, evaluaciones on-line, etc.
- En módulos con promedio de nota cercano al 50%: lubricación, metrología y soldadura, se presentan brechas en temáticas puntuales. Se recomienda tratar estas brechas de manera interna, reclutando para ello a los trabajadores mejor evaluados en estas temáticas y prepáralos como tutores o instructores. Los mantenedores con conocimientos claves en estos ámbitos, pueden ser llegar a ser agentes de cambio o facilitadores en futuros procesos de formación y capacitación. Dado que el número de

personas evaluadas no es excesivo, se recomienda una estrategia de coaching, tratando problemas o casos en el puesto de trabajo. Así mediante, cada trabajador tendrá la posibilidad de planificar su cierre de brechas individualmente con el tutor, dando flexibilidad a este proceso.

- En el caso de módulos con promedios bajos: planos y manuales y tecnología mecánica, se recomienda tratar 100% de las temáticas aunque algunas de ellas tengan brechas más significativas que otras. Dado que los conocimientos correspondientes no se encuentran dentro de la organización (o por lo menos, no dentro del personal evaluado), se recomienda buscar asesoría externa experta para cerrar las brechas en estos ámbitos. Como requerimiento relevante, se debe establecer que las actividades formativas deben estar 100% enfocadas al contexto laboral y a las actividades de mantenimiento de cada proceso productivo de manera diferenciada.
- En general, los módulos del programa tienen un alto porcentaje de contenidos (conocimientos) transversales al mantenimiento de los tres procesos productivos (mina, plantas, fundición). Esta propiedad puede ser ventajosamente usada para programar la implementación de actividades de formación o capacitación, y buscar sinergias entre los procesos y los mantenedores. No obstante, y como ya dicho en el punto anterior, se debe garantizar que la formación con lleve la aplicación de conocimientos a problemas reales de los distintos contextos laborales del mantenimiento en cada proceso productivo.

7. CONCLUSIONES DE LA TESIS

El diseño curricular basado en competencias presenta diversas ventajas en comparación con el diseño curricular tradicional. La más relevante radica en el hecho de que la formación basada en competencias, establece una relación directa entre los elementos de las competencias y los aprendizajes esperados, los cuales, son la esencia de los módulos formativos y con eso del diseño curricular. En consecuencia, la formación está completamente enfocada a mejorar las capacidades y conocimientos de la persona dentro de su contexto (quehacer) laboral promoviendo su empleabilidad.

Los módulos de formación, entendidos como unidades de aprendizaje con alcance definido y derivados desde las competencias, entregan gran flexibilidad al diseño curricular y permiten establecer rutas de formación dentro de una estructura de cargos previamente identificada. El programa de formación basado en competencias y que integra el conjunto de módulos de formación, es una herramienta relevante para la gestión del aprendizaje dentro de la organización y para el apoyo de un sistema de desarrollo de carreta laboral, pues trasparenta, tanto para la organización y como para sus trabajadores, los caminos formativos posibles de seguir, y sus caminos equivalentes dentro de la estructura de cargos.

Desde los elementos del programa de formación, vale decir, desde los módulos, sus aprendizajes esperados y conocimientos asociados, se pueden diseñar instrumentos de evaluación para un diagnóstico de los conocimientos requeridos por la realidad laboral de los mantenedores. La lógica del diseño formativo plateado en esta tesis, es decir, la relación directa entre competencias y módulos, validan lo anterior. No obstante, para identificar brechas de manera óptima, el diseño de los instrumentos de evaluación debe ser pertinente: los objetivos de aprendizaje y los conocimientos de los módulos fueron asociados a temáticas de conocimientos específicas y dentro de estas temáticas se

elaboraron preguntas con cuya aplicación se estableció su diagnóstico. De esta manera, las brechas de cada mantenedor pudieron ser identificadas y especificadas. Lo anterior trae consigo varias ventajas para la implementación del programa de formación: el cierre de brechas será óptimo, pues se asignan actividades de formación para el cierre de brechas específicas en mantenedores identificados; esto trae consigo menores tiempos de formación y disminución de sus costos.

El análisis de los resultados de la implementación de los instrumentos de evaluación, permite asignar estrategias de formación para un determinado tipo de brecha. Por ejemplo, brechas significativas y que son trasversales a diversos tipos de mantenimiento (mecánico, eléctrico o instrumentista) pueden ser cubiertas con asesorías de formación externa. En otros casos, donde las brechas son específicas, éstas pueden ser tratadas aplicando programas de formación individual, donde el coaching y el uso de instructores internos suele ser la mejor alternativa cuando los conocimientos están dentro de la organización. Esta identificación precisa de las brechas y la correspondiente asignación de estrategias para su cierre, optimizan los procesos formativos o de capacitación dentro de la organización.

Para que el diseño curricular sea efectivo y de excelencia dentro de las organizaciones de mantenimiento, se requiere de la participación activa de todos sus estamentos. Todo el proceso, desde la aplicación del análisis funcional, pasando por el diseño de módulos y la aplicación de instrumentos de evaluación, requiere de una comunicación constante y certera entre el equipo de diseño formativo y los líderes de procesos de mantenimiento. Estos últimos deben estar involucrados en la definición de objetivos, deben tener conocimiento acerca de las metodologías de diseño curricular y deben estar comprometidos con cada etapa del proceso, para que la organización logre un mejoramiento de sus capacidades de manera eficiente y eficaz.

BIBLIOGRAFÍA

- Competencia Laboral, diseño curricular basado en normas de competencia laboral. Conceptos y orientacion metodolólicas.
- Rodríguez Trujillo, Nelson. Selección efectiva de personal basada en competencias. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Escuela de Pedagogía.
- Valverde, Oscar. Participación sindical en la gestión de la formación profesional y cooperación internacional. Boletín Técnico Interameri- cano de Formación Profesional, Montevideo, n. 144, set-dic 1998, p. 45-71.
- Estudio de conocimientos tecnicos de entrada para mantenedores mecanicos y electrico del sector minero 2014

ANEXOS

ANEXO A: ANEXO DIGITAL BASE DE DATOS REFERENTES LABORALES

ANEXO B: ANEXO DIGITAL BASE DE DATOS CONSOLIDADA

ANEXO C: MODULOS DE FORMACIÓN DEL PROGRAMA DE FORMACIÓN

MANTENIMIENTO MECANICO

ANEXO D: DESCRIPTORES, MATERIAL EDUCATIVO,EVALUACION INICIAL.

ANEXO D

Uso e interpretación de planos (24 horas)

Contenidos.
• Introducción a diferentes tipos de gráficas técnicas: esquemas electrónicos; diagramas lógicos y gráficas; dibujos de fabricación, de construcción y arquitectónicos.

- Representación normalizada (normas DIN, ISO). Formatos de planos, escalas y líneas normalizadas de representación. Definición de Cotas
- Proyecciones ortogonales. Vistas y perspectivas. Escala. Isométricos.
- Secciones y cortes. Cortes especiales. Indicaciones de materiales y uniones según simbología
- Indicaciones normalizadas: Calidad superficial, tolerancias y ajustes.
- Manuales técnicos de equipos, según fabricante: Estructura, objetivos, tipo de información contenida, sistemas de soporte, pautas, tareas y procedimientos de mantenimiento, solución de problemas.

Aprendizajes esperados.

- ✓ Interpretar y extraer información de dibujos, vistas y esquemas de conjuntos, elementos y piezas mecánicas.
- ✓ Realizar lecturas de planos de fabricación y montaje de equipos y/o componentes.
- ✓ Leer e interpretar la simbología dimensional y de tolerancia básica en planos mecánicos.
- ✓ Discriminar tipos de manuales asociados a equipos mineros, analizando su estructura, tipo de información y características, utilizando tablas, interpretando especificaciones y notaciones estandarizadas.
- ✓ Manejar en forma efectiva manuales de fabricantes en el puesto de trabajo, según procesos productivos y equipos disponibles.

Act aprendizaje. (Metodología de aprendizaje – evaluación)

- ✓ Para la implementación del módulo se recomienda mediante relatoría externa, instructores internos o una estrategia mixta de instructores internos más apoyo externo en relatoría y/o tutoría.
- ✓ Las actividades prácticas deben ser diseñadas por proceso, equipo y/o componente mecánico relevante y consistirán en leer, transcribir e interpretar planos mecánicos y manuales de equipos.
    - Se recomienda por ejemplo, implementar ejercicios de interpretación de elementos normalizados de planos propios. Por ejemplo, despieces de bombas, conjunto poleas, lainas de molinos, otros.
    - Transcripción de planos de componentes mecánicos relevantes, tales como embragues, frenos, acoples, rodamientos, entre otros.
    - Análisis de tablas de identificación de problemas y averías para los equipos.
- ✓ Existen videos de apoyo para realizar actividades prácticas y complementar aprendizajes de contenidos clave de módulo, normalizaciones, vistas, cortes, otros.
- ✓ Se propone realizar una evaluación diagnóstica inicial a los participantes y aplicación de retest. Para finalizar el módulo de aprendizaje, aplicar evaluaciones teórica (test final) y práctica, vinculada a problemáticas del puesto de trabajo. Para facilitar su implementación, los test deben ser pruebas concisas, que apunten a los aprendizajes

relevantes del módulo.

Cuñas de entrevistas:

- ✓ *Lo que se espera es tomar el plano, irse a la falla y cuando llegue con el plano me diga "eje tanto, rodamiento tanto"(Mtto filt. Esp)*
- ✓ *Si estamos hablando de leer catálogos, un equipo en corte con sus piezas sería bueno, (Mtto molibdeno)*
- ✓ *Tienen problemas con las vistas de planos, casi siempre recurren a mí (filtros esp)*
- ✓ *Hay planos, pero los manuales de operación no están, y creo que esa es la parte medular para tener una buena operación de los equipos. (filtros esp)*
- ✓ *Es importante la interpretación de planos, quizás más que el plano en sí, la interpretación de las vistas, de los cortes, poder captar los detalles, buscar el conjunto, el despiece, hacer esa lógica. (…) nos ocurre que el viejo va a terreno, acciona una válvula pero no evalúa el circuito en sí cuando hay mucha ensalada entre cañerías, mangueras, válvulas... Hace dos semanas, paró el proceso SAG porque un viejo cerró una válvula y nos dejó sin agua "…cuando un viejo tiene la noción de un croquis, si se ve confundido, por último saca su lápiz y "esto va por aquí, esto por allá", se va un poco a la segura..." (Oscar SAG)*
- ✓ *En mi opinión, no es relevante que aprendan a leer un plano de chancador, me da lo mismo. Tienen que aprender a leer cualquier plano, hoy día del chancador y mañana puede ser una polea, da lo mismo. Tienen que saber medir, tienen que saber interpretar planos, y ojala cualquier plano.(Chancado).*
- ✓ *En el curso que fui a LAN, existen los catálogos y se usan, eso no lo hacemos. Y se van perdiendo porque nos cambiamos, uno se lleva algunas cosas, las otras se quedan en la oficina. Mucha rotación hace mal en ese sentido. Nos falta mucho saber qué son los ajustes de los sistemas mecánicos.* (*Moli React Hidro).*

Biblografía

- ✓ DOE FUNDAMENTALS HANDBOOK ENGINEERING SYMBOLOGY, PRINTS, AND DRAWINGS Volume 1 of 2. U.S. Department of Energy. Washington, D.C. 20585
- ✓ DOE FUNDAMENTALS HANDBOOK ENGINEERING SYMBOLOGY, PRINTS, AND DRAWINGS Volume 2 of 2. U.S. Department of Energy. Washington, D.C. 20585
- ✓ Manual de Normas de Aplicación para Dibujo Técnico. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales
- ✓ Apuntes de Dibujo Técnico Mecánico. Congregación Salesiana
- ✓ Catálogo General SKF. Grupo SKF 2006.
- ✓ Dibujo Técnico. Estudios Generales. Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial. México 1995.
- ✓ Conceptos de interpretación de planos y croquis y elementos básicos del mecanizado. Educar Chile, Técnico Profesional.
- ✓ Rodamientos y Sellos SKF. Grupo SKF 2010.
- ✓ Manual de Utilización y Mantenimiento. Lightsource LT6K. Ingersoll-Rand
- ✓ Llave de Torque Electrónica. Manual del Usuario. Ingersoll-Rand 2010.
- ✓ Introducción a la Interpretación de Planos. CODELCO División El Teniente.

USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

Procesos de Mantenimiento Mecánico

Codelco - División El Teniente

Gerencia Plantas

INDICE

I. OBJETIVO

II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

III. FUNDAMENTOS

- Proyecciones
- Acotado o Dimensionamiento
- Secciones y Cortes
- Tipos de Planos

IV. PLANOS HIDRÁULICOS

I. OBJETIVO

Esta presentación es un material de apoyo a la Guía de Aprendizaje para el uso e interpretación de Planos mecánicos:

- **Todos los sistemas de representación, tienen como objetivo representar sobre una superficie bidimensional (o plano), como es una hoja de papel, los objetos que son tridimensionales en el espacio.**

- **A lo largo de la historia se han ideado diferentes sistemas de representación. Todos ellos cumplen una condición fundamental, la reversibilidad, es decir, que si bien a partir de un objeto tridimensional, los diferentes sistemas permiten una representación bidimensional de dicho objeto, de igual forma, dada la representación bidimensional, el sistema debe permitir obtener la posición en el espacio de cada uno de los elementos de dicho objeto.**

I. OBJETIVO

Al término de esta unidad de aprendizaje el participante será capaz de:

- **Comprender e interpretar en un plano mecánico el significado de las líneas, figuras, símbolos y notas.**

- **Manejar las normas aplicadas a un plano mecánico en lo referente al uso de los tipos de líneas, cuadros explicativos, rotulado, acotado, proyecciones y sistemas normalizados de representación, escalas, secciones y cortes.**

INDICE

I. OBJETIVO

II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

III. FUNDAMENTOS

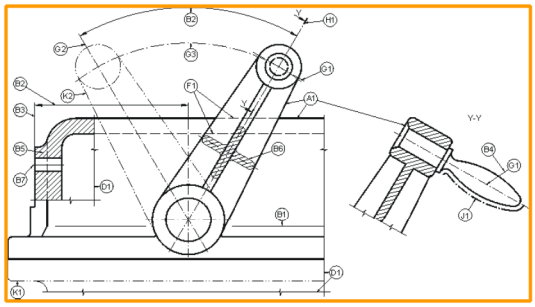
- Proyecciones
- Acotado o Dimensionamiento
- Secciones y Cortes
- Tipos de Planos

IV. PLANOS HIDRÁULICOS

II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

✓ Tipos de líneas usadas en planos (y su designación):

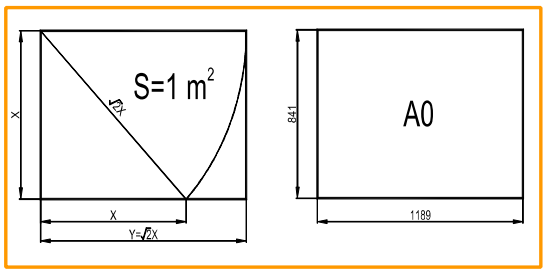
- En los dibujos técnicos se utilizan diferentes tipos de líneas, los tipos y espesores, han sido normalizados en las diferentes normas.
- En este apunte, nos referiremos a la norma ISO 128-82.



Línea	Designación
A	Llena gruesa
B	Llena fina (recta o curva)
C	Llena fina a mano alzada (2)
D(1)	Llena fina (recta) con zigzag

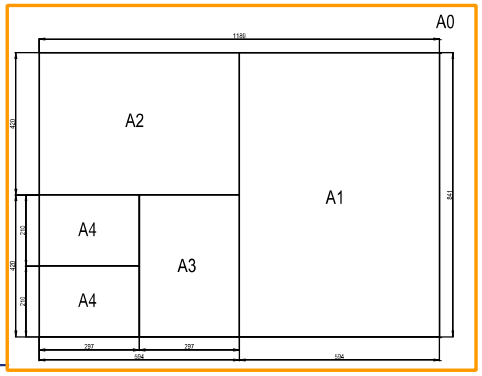
II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

✓ Formatos normalizados:



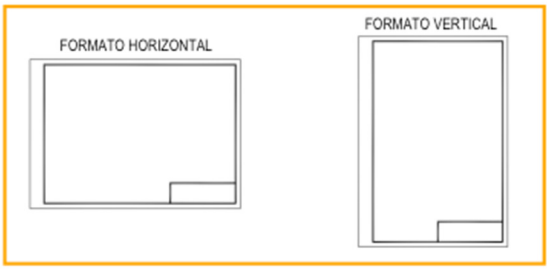
Se ha establecido un formato base, denominado A0, a partir del cuál se obtienen las dimensiones de los restantes formatos. Este formato base es una hoja rectangular de 1 m2 de superficie, siendo la relación entre la longitud de sus lados. Según estas condiciones, resulta un formato de dimensiones 1189x841 mm.

Dividiendo el formato A1 por la mitad de su lado de mayor longitud se obtiene el formato inmediato inferior, denominado A2; y así sucesivamente, siguiendo este proceso se van obteniendo los restantes formatos hasta llegar al formato más pequeño, denominado A4.



II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

✓ Rotulado y cuadro explicativo:



- No toda la superficie del formato se utiliza para dibujar. Se prevé un recuadro que delimita la zona de ejecución del dibujo.
- Todo dibujo técnico debe contener un cuadro de rotulación, dotado con una serie de indicaciones necesarias para facilitar la identificación y comprensión del dibujo.

✓ Contenido

- La información contenida en el cuadro de rotulación es variable, ajustándose al objeto del plano.
- Esta información debe agruparse en varias zonas rectangulares adyacentes, que son las siguientes:
  - una zona de identificación (obligatoria)
  - una o varias zonas para las informaciones suplementarias (discrecional).



II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

✓ Escalas normalizadas:

- Con frecuencia ocurre que no es posible representar en los dibujos o planos, las piezas o máquinas en su verdadero tamaño, sea porque son demasiado grandes o demasiado pequeñas. En el primer caso, el tamaño del papel utilizado y su manipulación sería demasiado engorrosa y en el segundo caso, sería ilegible. Por ello es que se recurre al **dibujo a escala**.

- La escala representa la relación entre la longitud de una línea en el dibujo y la longitud real del objeto.

$$\text{Escala} = \frac{\text{Longitud en el dibujo}}{\text{Longitud real del objeto}}$$

- El dibujo a escala permite representar adecuadamente en un tamaño de papel manejable una gran pieza o una pieza pequeña haciendo legible el dibujo.

- Ejemplos de escalas normalizadas

Longitud en el dibujo	Longitud real del objeto	Escala
120mm	120mm	1: 1
12 mm	600mm	1: 5
120mm	60mm	2: 1
1200mm	120mm	10 : 1
1,2mm	12mm	10: 1

I. OBJETIVO

II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

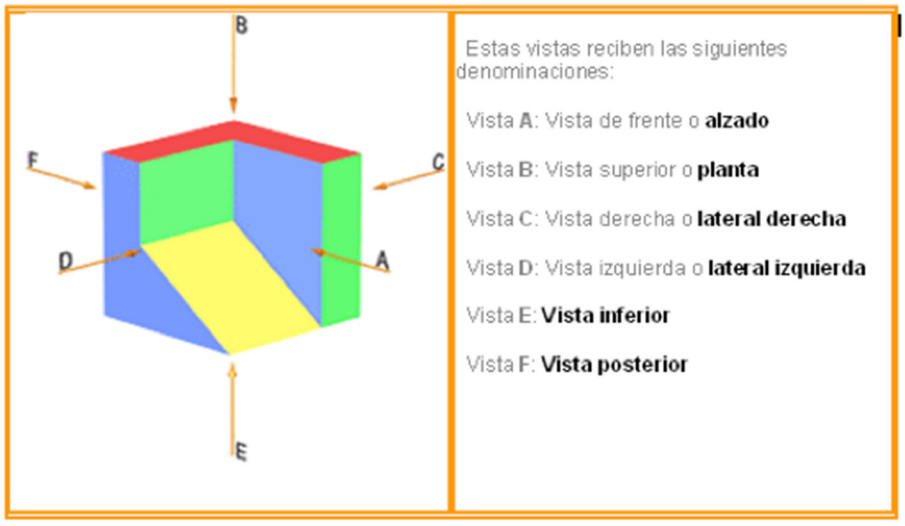
III. FUNDAMENTOS

- Proyecciones
- Acotado o Dimensionamiento
- Secciones y Cortes
- Tipos de Planos

IV. PLANOS HIDRÁULICOS

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

Denominación de las vistas:



Estas vistas reciben las siguientes denominaciones:

Vista **A**: Vista de frente o **alzado**

Vista **B**: Vista superior o **planta**

Vista **C**: Vista derecha o **lateral derecha**

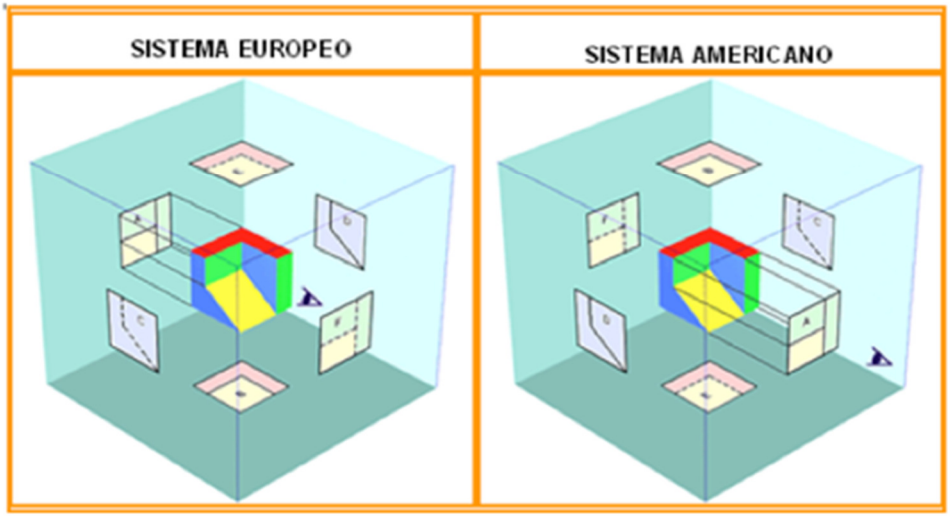
Vista **D**: Vista izquierda o **lateral izquierda**

Vista **E**: **Vista inferior**

Vista **F**: **Vista posterior**

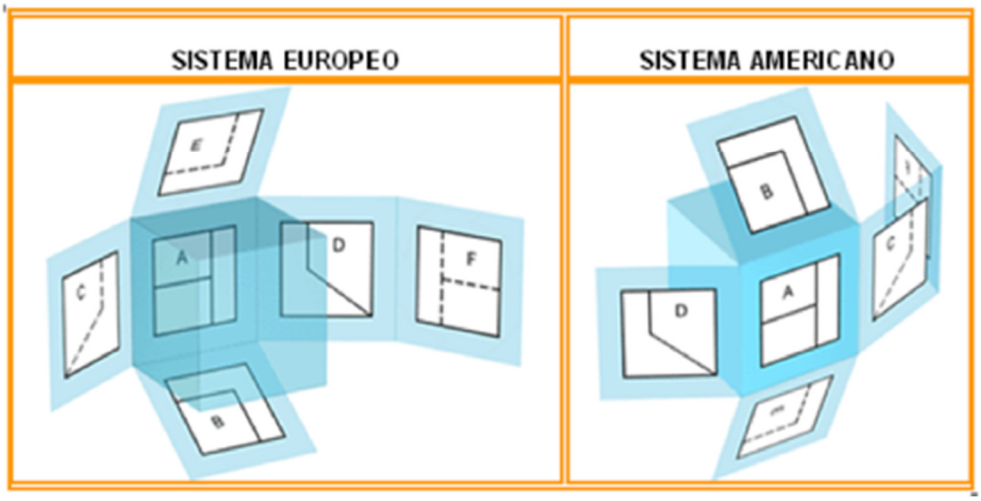
III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

Posiciones relativas de las vistas:



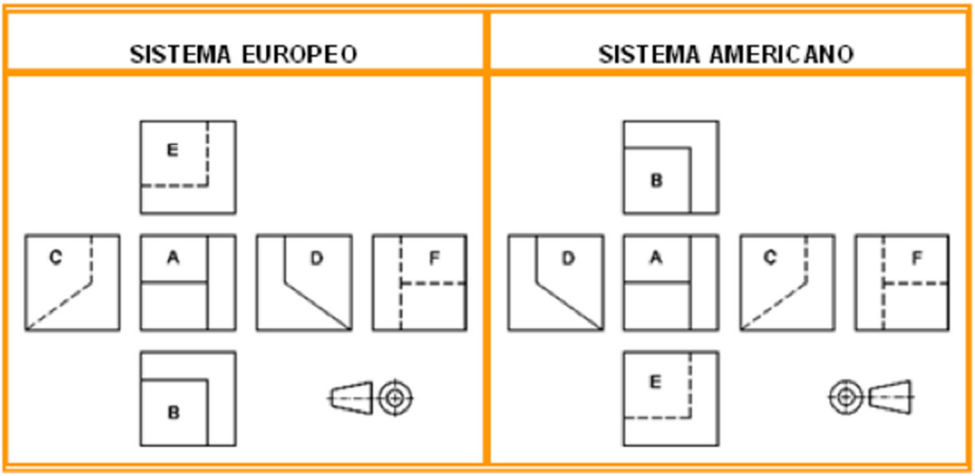
III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

Posiciones relativas de las vistas:



II. FUNDAMENTOS - Proyecciones

Sistema de proyección ortogonal normalizado, sistema ISO-E e ISO-A



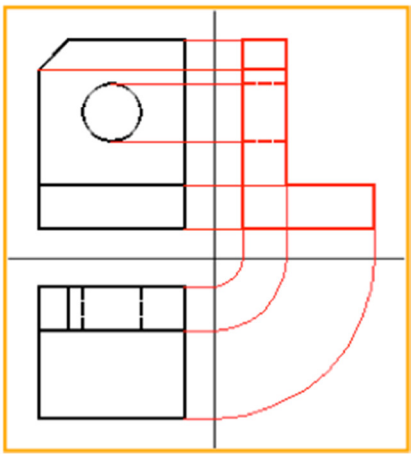
II. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Correspondencia entre las vistas:

Como se puede observar en las figuras anteriores, existe una correspondencia obligada entre las diferentes vistas. Así estarán relacionadas:

- El alzado, la planta, la vista inferior y la vista posterior, coincidiendo en anchuras.
- El alzado, la vista lateral derecha, la vista lateral izquierda y la vista posterior, coincidiendo en alturas.
- La planta, la vista lateral izquierda, la vista lateral derecha y la vista inferior, coincidiendo en profundidad.

- Habitualmente con tan solo tres vistas, el alzado, la planta y una vista lateral (perfil), queda perfectamente definida una pieza.
- Teniendo en cuenta las correspondencias anteriores, implicaría que dadas dos cualquiera de las vistas, se podría obtener la tercera, tal como puede apreciarse en la figura.



III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Elección de las vistas de un objeto, y vistas especiales:

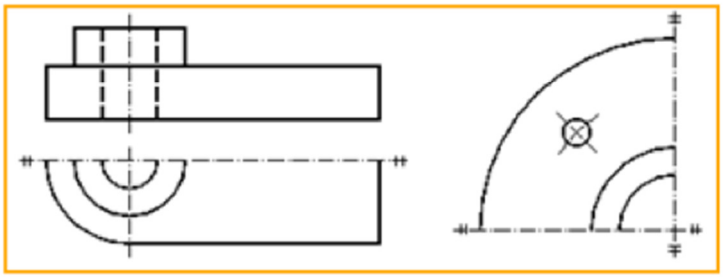
En la norma UNE 1-032-82 se especifica claramente que "La vista más característica del objeto debe elegirse como vista de frente o vista principal". Esta vista representará al objeto en su posición de trabajo y en caso que pueda ser utilizable en cualquier posición, se representará en la posición de mecanizado o montaje.

En ocasiones, el concepto anterior puede no ser suficiente para elegir el alzado de una pieza, en estos casos se tendrá en cuenta los principios siguientes:

- Conseguir el mejor aprovechamiento de la superficie del dibujo.
- Que el alzado elegido, presente el menor número posible de aristas ocultas.
- Y que nos permita la obtención del resto de vistas, planta y perfiles, lo más simplificadas posibles.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Vistas especiales (vistas de piezas simétricas)



En los casos de piezas con uno o varios ejes de simetría, puede representarse dicha pieza mediante una fracción de su vista.

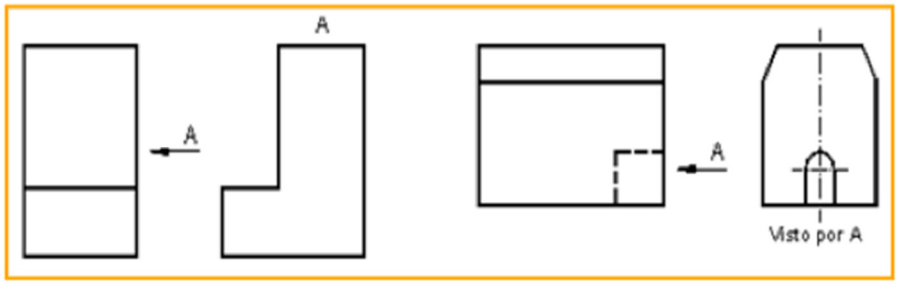
III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Elección de las vistas necesarias:

- Para la elección de las vistas de un objeto, seguiremos el criterio que éstas deben ser las mínimas, suficientes y adecuadas, para que la pieza quede total y correctamente definida.
- Seguiremos igualmente criterios de simplicidad y claridad, eligiendo vistas en las que se eviten la representación de aristas ocultas.
- En general y salvo en piezas muy complejas, bastará con la representación del alzado planta y una vista lateral. En piezas simples bastará con una o dos vistas.
- Cuando sea indiferente la elección de la vista de perfil, se optará por la vista lateral izquierda, que como es sabido se representa a la derecha del alzado.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

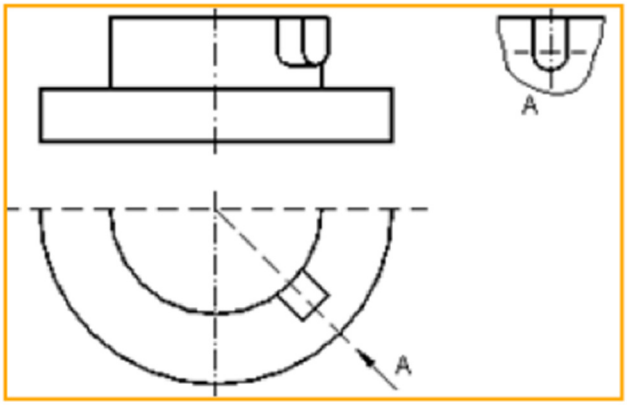
✓ Vistas especiales (Vistas cambiadas de posición)



Cuando por motivos excepcionales, una vista no ocupe su posición según el método adoptado, se indicarán la dirección de observación mediante una flecha y una letra mayúscula; la flecha será de mayor tamaño que las de acotación y la letra mayor que las cifras de cota.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

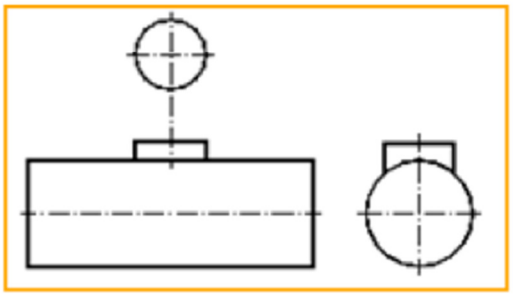
✓ Vistas especiales (vistas de detalles)



Si un detalle de una pieza, no quedara bien definido mediante las vistas normales, podrá dibujarse una vista parcial de dicho detalle.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Vistas especiales (vistas locales)

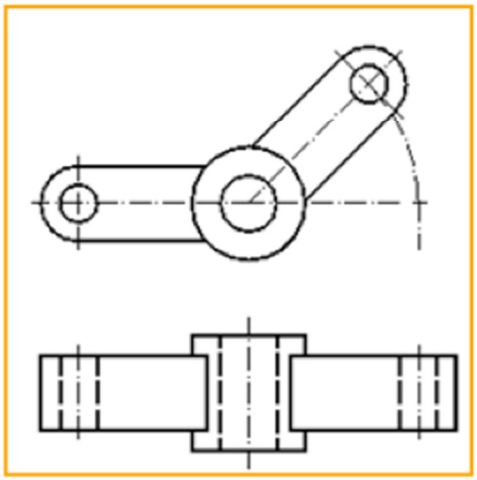


- En elementos simétricos, se permite realizar vistas locales en lugar de una vista completa. Para la representación de estas vistas se seguirá el método del tercer diedro.

- Independientemente del método general de representación adoptado. Estas vistas locales se dibujan con línea gruesa y unidas a la vista principal por una línea fina de trazo y punto

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

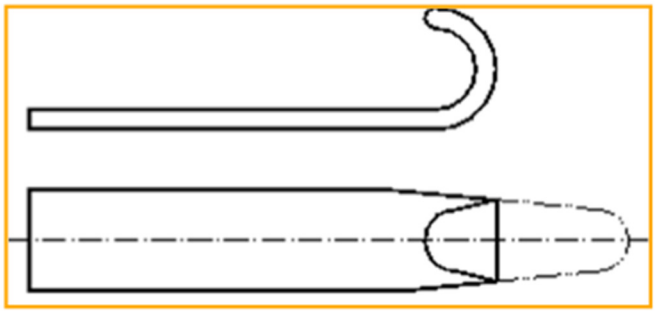
✓ Vistas especiales (vistas giradas)



- Tienen como objetivo, el evitar la representación de elementos de objetos, que en vista normal no aparecerían con su verdadera forma.
- Suele presentarse en piezas con nervios o brazos que forman ángulos distintos de 90° respecto a las direcciones principales de los ejes.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

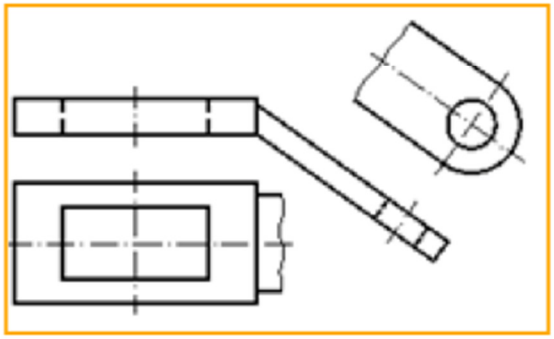
✓ Vistas especiales (Vistas desarrolladas)



- En piezas obtenidas por doblado o curvado, se hace necesario representar el contorno primitivo de dicha pieza, antes de su conformación, para apreciar su forma y dimensiones antes del proceso de doblado.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

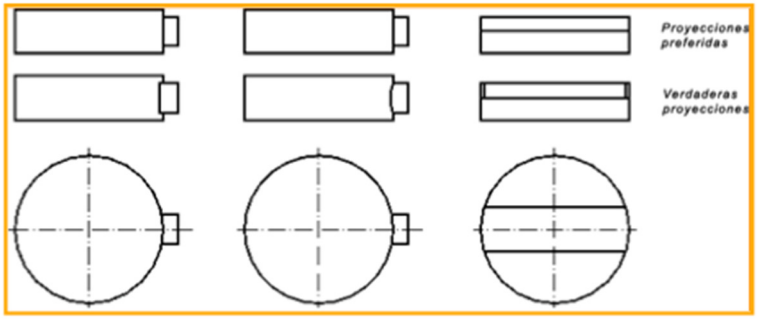
✓ Vistas especiales (Vistas auxiliares oblicuas)



- En ocasiones se presentan elementos en piezas, que resultan oblicuos respecto a los planos de proyección.
- Con el objeto de evitar la proyección deformada de esos elementos, se procede a realizar su proyección sobre planos auxiliares oblicuos.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

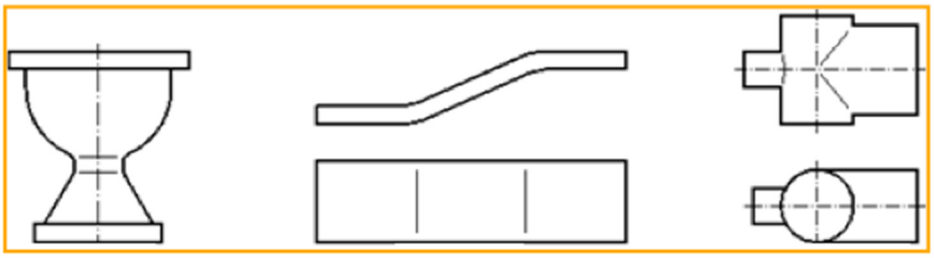
✓ Vistas especiales (Representaciones convencionales)



- Con el objeto de clarificar y simplificar las representaciones, se conviene realizar ciertos tipos de representaciones que se alejan de las reglas por las que se rige el sistema.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

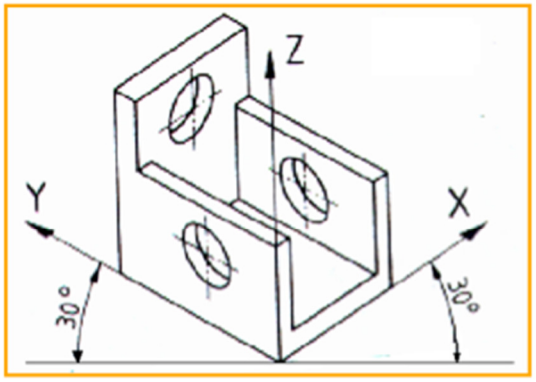
✓ Vistas especiales (Intersecciones ficticias)



- En ocasiones las intersecciones de superficies, no se producen de forma clara, como es el caso de los redondeos, chaflanes, piezas obtenidas por doblado o intersecciones de cilindros de igual o distinto diámetro.
- En estos casos las líneas de intersección se representarán mediante una línea fina que no toque los contornos de las piezas.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Perspectiva isométrica



Se construye sobre la base de un sistema de ejes donde:

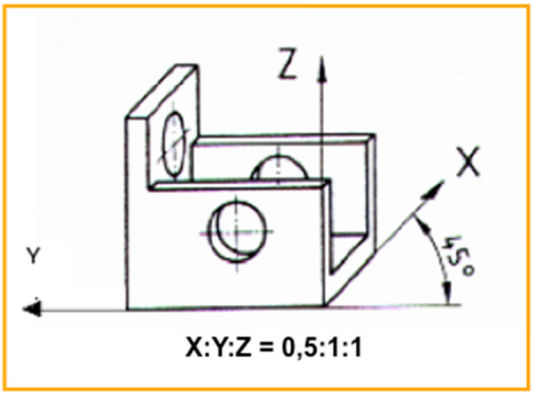
Z: es el eje vertical donde se representan las alturas del objeto.

X: es la línea de fuga del lado derecho donde se representa el ancho o espesor del objeto según sea considerada la vista principal.

Y: es la línea de fuga del lado izquierdo donde se representa el ancho o espesor del objeto según sea considerada la vista principal.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Perspectiva caballera



X:Y:Z = 0,5:1:1

Se construye mediante tres ejes, X, Y, Z El plano Y Z esta contenido en la hoja y en él se observa la vista principal en su verdadera dimensión, sobre el eje X esta la línea de fuga derecha (tiene una sola línea de fuga) que sale a 45° respecto de la horizontal y en ella se dibuja la pieza en su dimensión reducida en un 50 % (0,5).

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

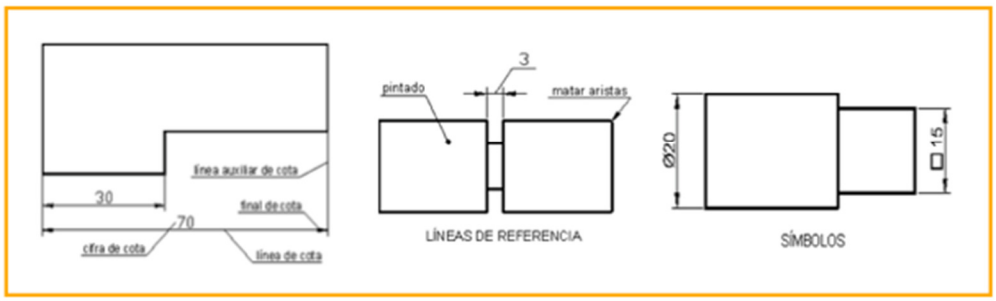
✓ Dimensionado

- La acotación es el proceso de anotar, mediante líneas, cifras, signos y símbolos, las mediadas de un objeto, sobre un dibujo previo del mismo, siguiendo una serie de reglas y convencionalismos, establecidos mediante normas.

- **La acotación es el trabajo más complejo del dibujo técnico**, ya que para una correcta acotación de un dibujo, es necesario conocer, no solo las normas de acotación, sino también, el proceso de fabricación de la pieza, lo que implica un conocimiento de las máquinas-herramientas a utilizar para su mecanizado.

III. FUNDAMENTOS - Proyecciones

✓ Elementos que intervienen en la acotación

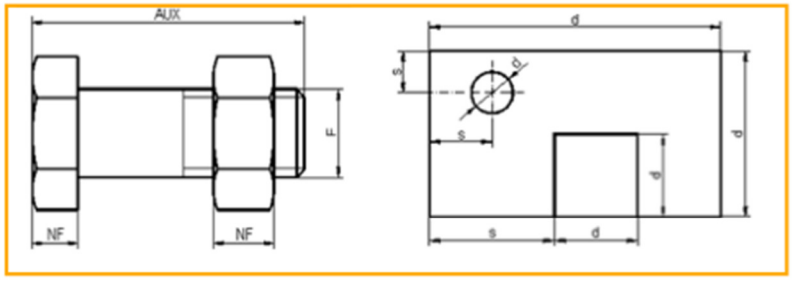


En el proceso de acotación de un dibujo, además de la cifra de cota, intervienen líneas y símbolos, que variarán según las características de la pieza y elemento a acotar.

III. FUNDAMENTOS - Acotado o Dimensionamiento

✓ Clasificación de las cotas

Existen diferentes criterios para clasificar las cotas de un dibujo, aquí veremos dos clasificaciones básicas, que se consideran idóneas para quienes se inician en el dibujo mecánico.

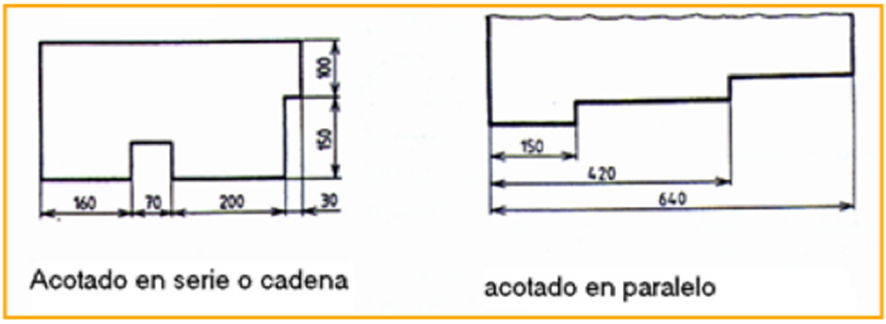


- Cotas funcionales (F)
- Cotas no funcionales (NF)
- Cotas auxiliares (AUX)
- Cotas de dimensión (d)
- Cotas de situación (s)

III. FUNDAMENTOS - Acotado o Dimensionamiento

✓ Sistemas de acotado

Los sistemas de acotados se utilizan según la importancia relativa de las cotas o dimensiones, de las tolerancias y de la acumulación de los errores de mecanizado.

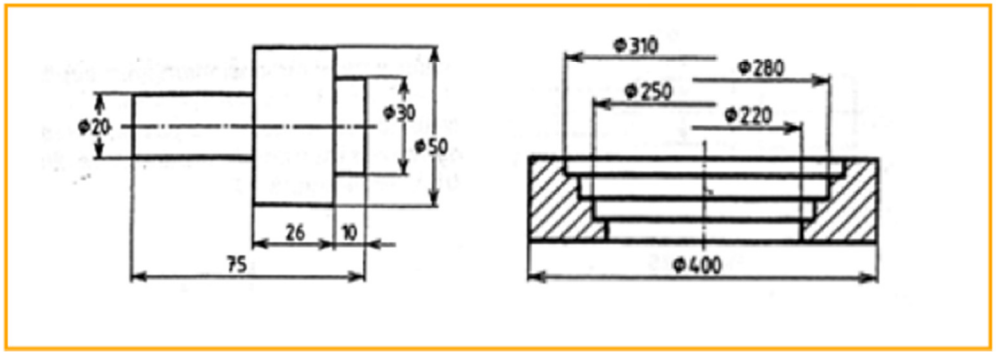


Acotado en serie o cadena

acotado en paralelo

III. FUNDAMENTOS - Acotado o Dimensionamiento

✓ Acotado de piezas simétricas y de revolución



III. FUNDAMENTOS – Secciones y Cortes

✓ Finalidad de los cortes y secciones

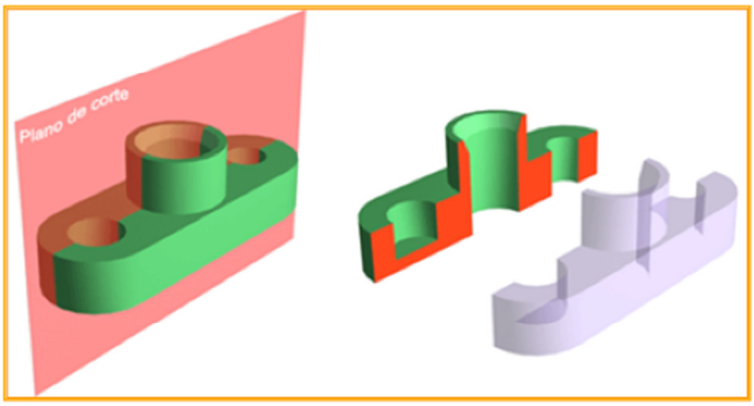
En ocasiones, debido a la complejidad de los detalles internos de una pieza, su representación se hace confusa, con gran número de aristas ocultas, y la limitación de no poder acotar sobre dichas aristas

✓ Definición de cortes y secciones

- Un corte es el artificio mediante el cual, en la representación de una pieza, eliminamos parte de la misma, con objeto de clarificar y hacer más sencilla su representación y acotación.
- Esto es válido cundo una pieza tiene muchos detalles internos que visualizados en vista (externa) generan una gran cantidad de aristas no visibles (representadas con líneas segmentadas).

III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

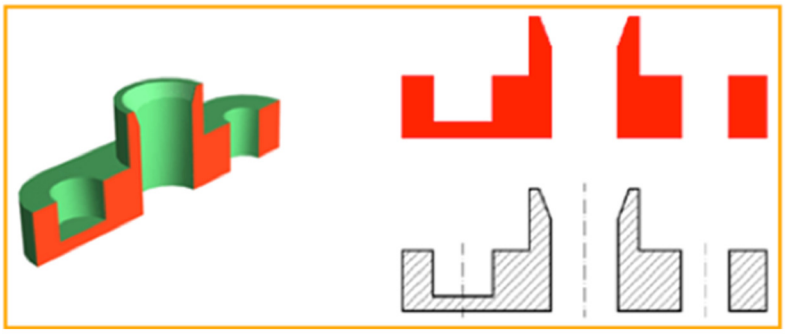
✓ Cortes, su representación y designación según normas



En principio el mecanismo es muy sencillo. Adoptado uno o varios planos de corte, eliminaremos ficticiamente de la pieza, la parte más cercana al observador, como puede verse en las figuras.

III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

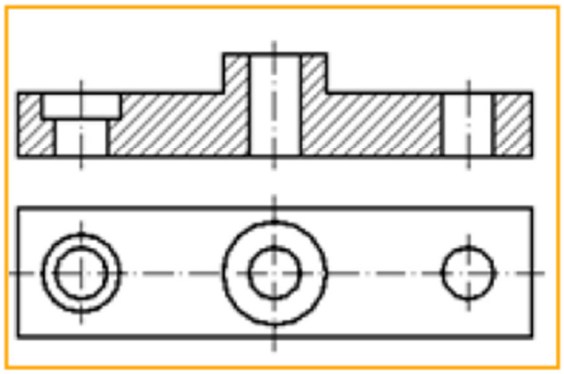
✓ Sección



Se denomina sección a la intersección del plano de corte con la pieza.
Como puede apreciarse cuando se representa una sección, a diferencia de un corte, no se representa el resto de la pieza que queda detrás de la misma. Siempre que sea posible, se preferirá representar la sección, ya que resulta más clara y sencilla su representación

III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

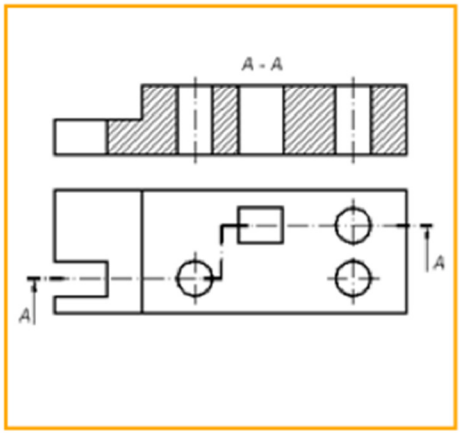
✓ Líneas de corte, representación de la marcha de un corte



Cuando la trayectoria de un corte sea evidente, no será necesaria ninguna indicación

III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Líneas de corte, representación de la marcha de un corte



- En el caso de que dicha trayectoria no sea evidente o se realice mediante varios planos de corte, el recorrido se indicará mediante una línea de trazo y punto fino, que se representará con trazos gruesos en sus extremos y cambios de dirección.
- En los extremos del plano de corte se situarán dos letras mayúsculas, que servirán de referencia del mismo, estas letras podrán ser repetidas A-A o consecutivas A-B.
- También en los extremos se consignan dos flechas, que indican el sentido de observación. Sobre la vista afectada del corte, se indicarán las letras definidoras del corte.

III. FUNDAMENTOS – Secciones y Cortes

✓ Normas para el rayado de los cortes

- Las superficies de una pieza afectadas por un corte, se resaltan mediante un raya de líneas paralelas, cuyo espesor será el más fino de la serie utilizada.
- La inclinación del rayado será de 45º respecto a los ejes de simetría o contorno principal de la pieza.
- La separación entre las líneas de rayado dependerá de tamaño de la pieza, pero nunca deberá ser inferior a 0,7mm. ni superior a 3mm.
- En piezas de gran tamaño, el rayado puede reducirse a una zona que siga el contorno de la superficie a rayar.

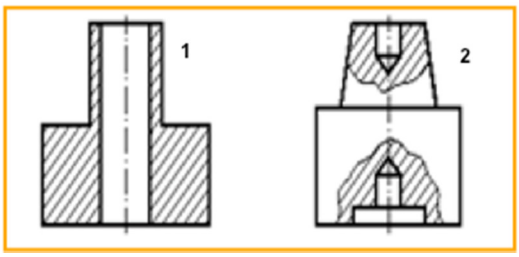
III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Cortes parciales y auxiliares



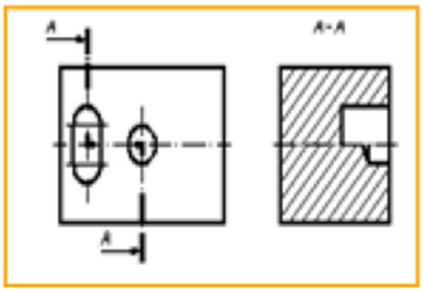
En los casos de cortes parciales o mordeduras, la separación entre la parte seccionada y el resto de la pieza, se indica con una línea fina a mano alzada, y que no debe coincidir con ninguna arista ni eje de la pieza.

Las diferentes zonas rayadas de una pieza, pertenecientes a un mismo corte, llevarán la misma inclinación y separación (figura 1), igualmente se mantendrá el mismo rayado cuando se trate de cortes diferentes sobre una misma pieza (figura 2).



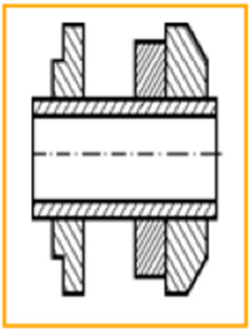
III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Cortes parciales y auxiliares



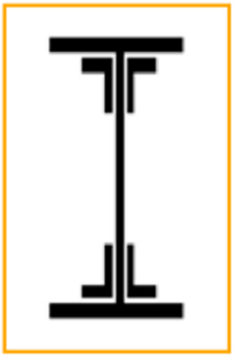
En piezas afectadas por un corte por planos paralelos, se empleará el mismo rayado, pudiendo desplazarse en la línea de separación, para una mayor comprensión del dibujo.

En cortes sobre representaciones de conjuntos, las diferentes piezas se rayarán modificando la inclinación de 45º, y cuando no pueda evitarse, se variará la separación del rayado.



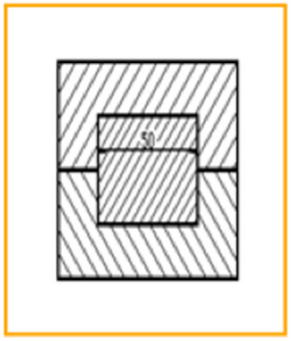
III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Cortes parciales y auxiliares



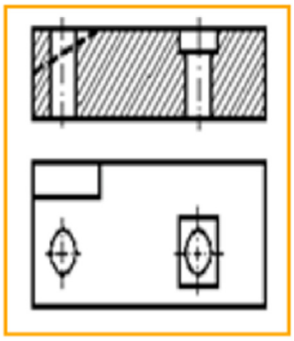
Las superficies delgadas, no se rayan, sino que se ennegrecen. Si hay varias superficies contiguas, se dejará una pequeña separación entre ellas, que no será inferior a 7mm.

Debe evitarse la consignación de cotas sobre superficies sobre las superficies rayadas. En caso de consignarse, se interrumpirá el rayado en la zona de la cifra de cota, pero no en las flechas ni líneas de cota.



III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

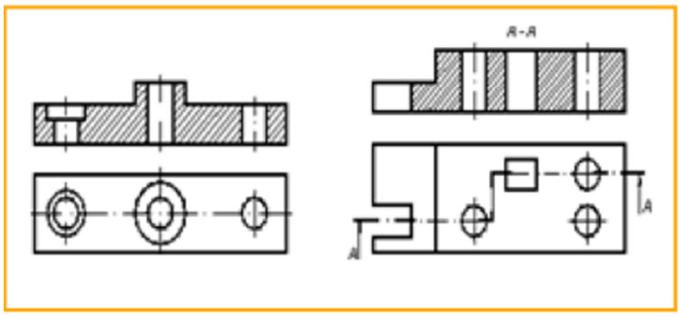
✓ Cortes parciales y auxiliares



No se dibujarán aristas ocultas sobre las superficies rayadas de un corte. Y solo se admitirán excepcionalmente, si es inevitable, o con ello se contribuye decisivamente a la lectura e interpretación de la pieza.

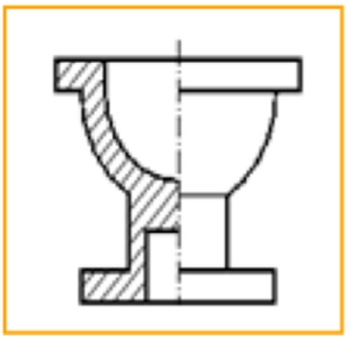
III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Tipos de corte



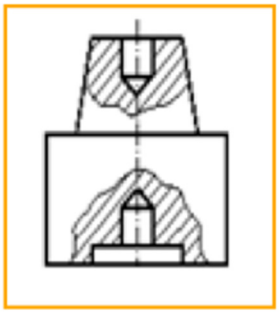
Corte total: es el producido por uno o varios planos, que atraviesan totalmente la pieza, dejando solamente en vista exterior las aristas de contorno.

Semi corte o corte al cuarto: Se utilizan en piezas que tienen un eje de simetría, representándose media pieza en sección y la otra mitad en vista exterior.



III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

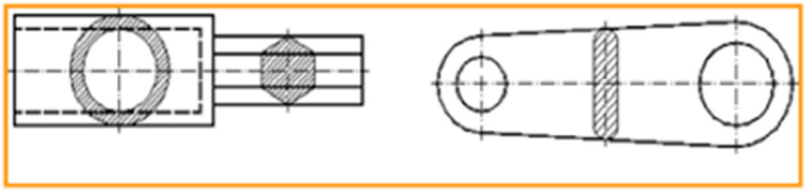
✓ Tipos de corte



Corte parcial o mordedura: En ocasiones solo necesitamos poder representar pequeños detalles interiores de una pieza, en estos casos no será necesario un corte total o al cuarto, y será suficiente con este tipo de corte.

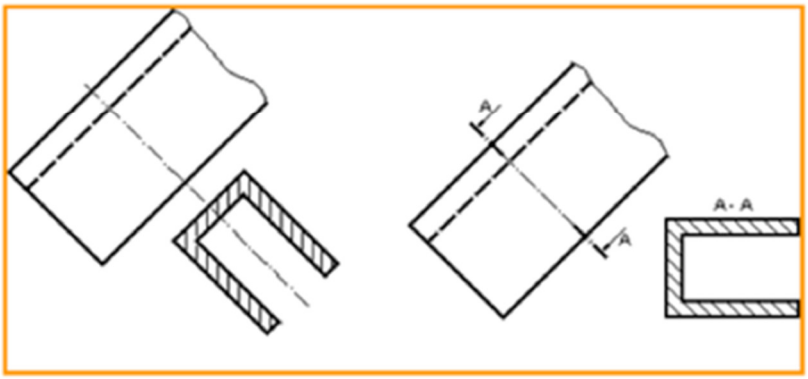
III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Secciones abatidas sin desplazamiento.



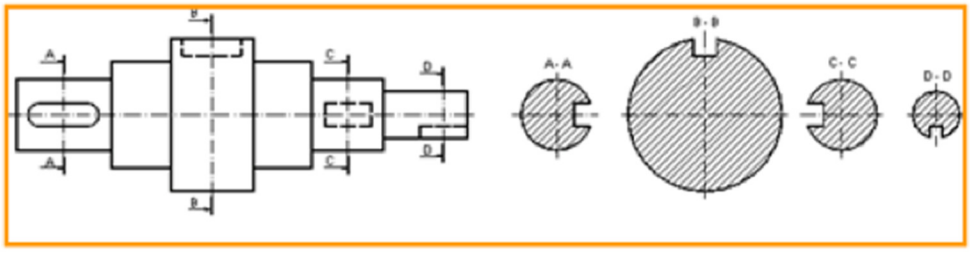
Se representarán delimitadas por una línea fina.

Se representarán delimitadas por una línea gruesa.



III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

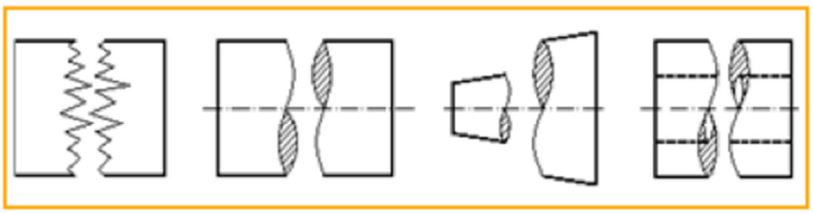
✓ Secciones abatidas sucesivas.



El desplazamiento de la sección se podrá realizar a lo largo del eje (figura); desplazadas a lo largo del plano de corte, o desplazadas a una posición cualquiera.

III. FUNDAMENTOS - Secciones y Cortes

✓ Líneas de rotura en los materiales



Cuando se trata de dibujar objetos largos y uniformes, se suelen representar interrumpidos por líneas de rotura. Las roturas ahorran espacio de representación, al suprimir partes constantes y regulares de las piezas, y limitar la representación, a las partes suficientes para su definición y acotación.

III. FUNDAMENTOS – Tipos de Planos

✓ Planos de despiece, finalidad, rotulado.

- Los planos de despiece son dibujos de piezas individuales, con toda la información necesaria para su ejecución, con sus vistas, cortes y detalles, cotas, indicación de signos superficiales y tolerancias de fabricación.
- Es dibujado a escala conveniente, en un formato de tamaño adecuado para que sea fácilmente interpretado por el usuario.

✓ Planos de conjunto, finalidad, número de vistas, rotulado.

- El plano de conjunto pretende mostrar una maquina o subconjunto de una maquina, para ello se utilizan el dibujo en vistas, en cortes, en secciones y vistas preferenciales, con detalles y notas aclaratorias necesarias para poder interpretar la función que cumple cada elemento del conjunto en la máquina.

✓ Planos de armado o de montaje.

Son planos que pretenden señalar la forma como se ensamblaran los componentes de un conjunto o subconjunto, especificando las dimensiones que deben presentar las piezas entre si después de ensambladas, se señala además los medios utilizados para el ensamblaje como son, la soldadura, los tornillos, tuercas y arandelas, los torques de apriete de tornillos, los remaches, emballetados, pasadores, seguros, indicaciones o marcas de ensamblaje, etc.

INDICE

I. OBJETIVO

II. NORMAS BÁSICAS PARA EL USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

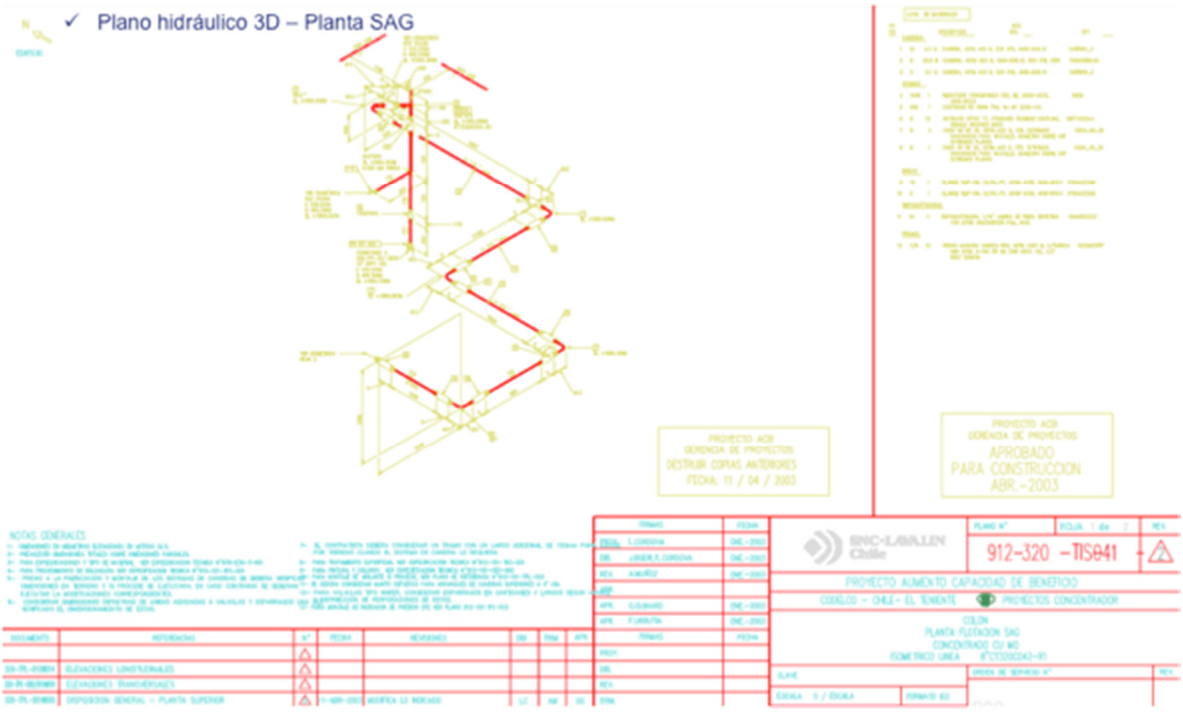
III. FUNDAMENTOS

- Proyecciones
- Acotado o Dimensionamiento
- Secciones y Cortes
- Tipos de Planos

IV. PLANOS HIDRÁULICOS

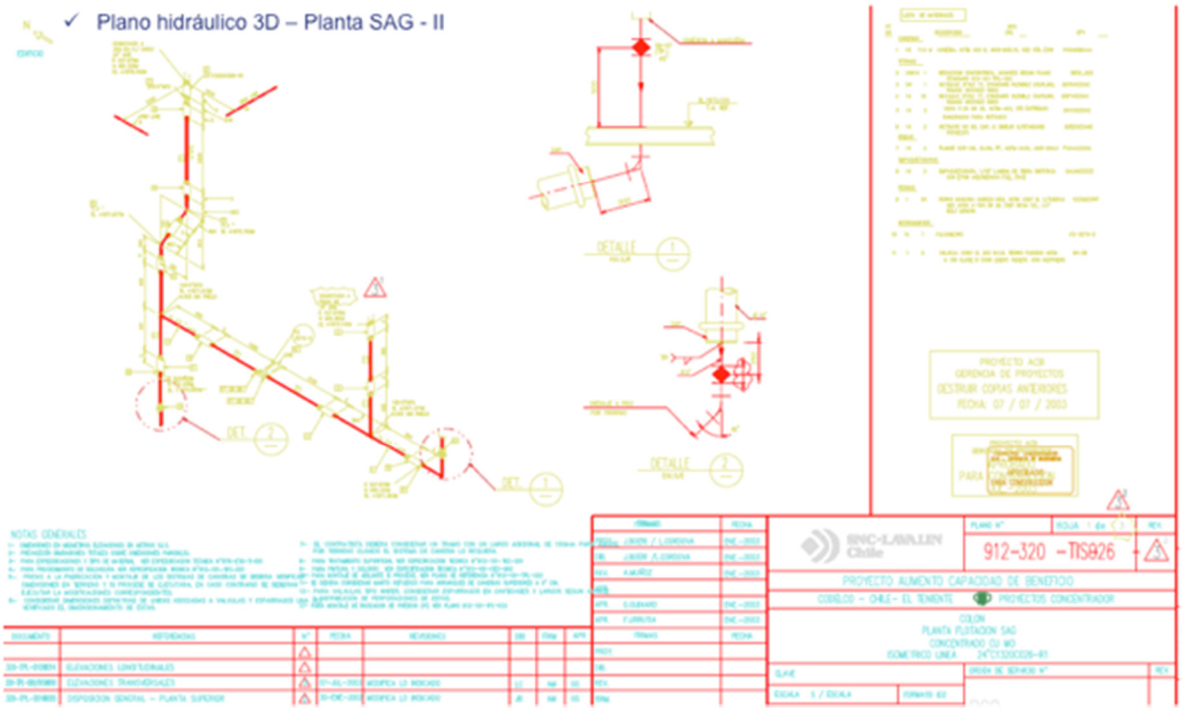
IV. PLANOS HIDRÁULICOS

✓ Plano hidráulico 3D – Planta SAG



IV. PLANOS HIDRÁULICOS

✓ Plano hidráulico 3D – Planta SAG - II



Test Diagnóstico

Uso e Interpretación de Planos y Manuales

Datos personales

Nombre (completo): ----------

RUT: ----------

Cargo: ----------

Gerencia / Proceso: ----------

Área de trabajo: ----------

Duración de evaluación:	90 minutos
Cantidad de preguntas:	55
Tipo de preguntas:	Alternativas
Fecha:	----------

USO E INTERPRETACIÓN DE PLANOS Y MANUALES

1. Con respecto a un plano es correcto afirmar que:

I. Tiene como objetivo representar en forma bidimensional un objeto o proceso.
II. Tiene como objetivo representar en forma tridimensional o isométrica un objeto.
III. Es un lenguaje gráfico de validez internacional.
IV. Dentro de un plano se deben indicar todas las cotas.

a. I, II.
b. I, II, III.
c. I, III.
d. Todas son correctas.

2. En los sistemas ortogonales de proyección, el siguiente símbolo representa:

a. ISO EUROPEA.
b. ISO AMERICANA.
c. ISO ALEMANA.
d. Ninguna de las anteriores.



3. En el caso de tener que superponer diferentes tipos de líneas, el orden de preferencia es:

a. Línea continua, trazas de plano de corte, línea segmentada, línea de eje y simetría.
b. Línea segmentada, trazas de plano de corte, línea de eje y simetría.
c. Línea continua, línea segmentada, trazas de plano de corte, línea de eje y simetría.
d. Ninguna de las anteriores.

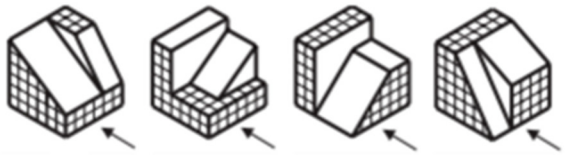
4. Una cota es:

a. Una expresión numérica del valor de una medida: longitudes, tolerancias y condiciones superficiales, indicadas en el dibujo.
b. Una expresión numérica de una longitud o diámetro.
c. Una expresión numérica de una longitud o diámetro y sus tolerancias.
d. Ninguna de las anteriores.

5. Las publicaciones técnicas relacionadas SOLAMENTE con la instalación y el funcionamiento del equipo son:

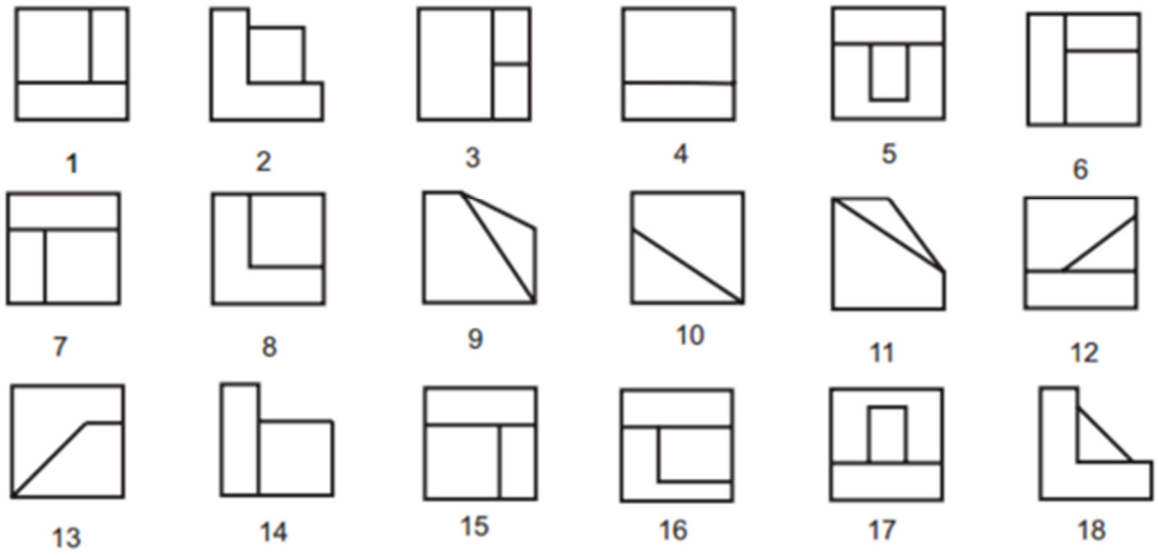
a. Manual de instalación, catálogo de piezas de desgaste y manual de instrucciones.
b. Manual de mantenimiento, catálogo de piezas de repuesto.
c. Manual de operación y manual de piezas y partes.
d. Ninguna de las anteriores.

Para la siguiente pregunta considere los isométricos a, b, c y d, que se muestran a continuación:



1. Considerando las vistas parciales de la figura siguiente, indique qué alternativa representa la correcta correspondencia entre las vistas de alzada, planta y perfil, para cada uno de los isométricos de la figura anterior.

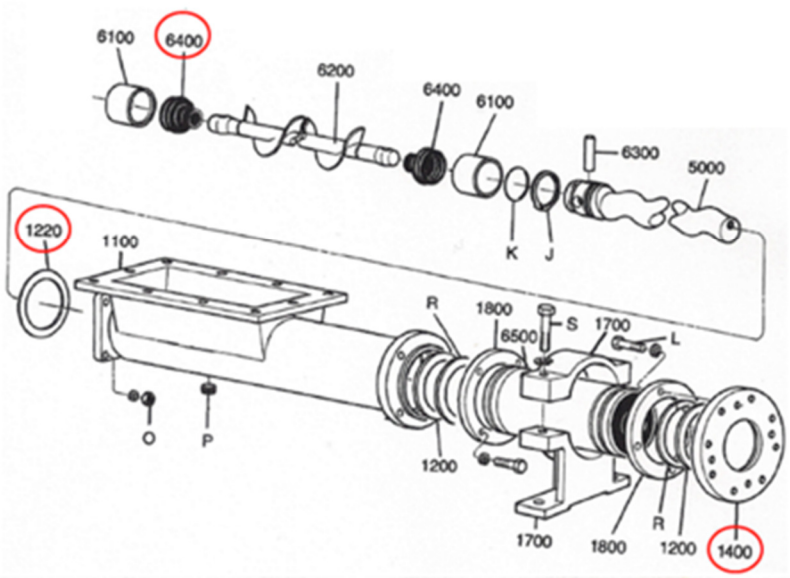
a. Isométrico a: 1, 3, 9.
b. Isométrico b: 12, 16, 14.
c. Isométrico c: 13, 7, 14.
d. Isométrico d: 6, 7, 9.



2. Si un plano se elabora con escala 1:10 ¿Qué largo debe tener en el plano un eje de 1,5 [m]?

a. 150 [cm].
b. 150 [mm].
c. 10 [mm].
d. 10 [cm].

Para las siguientes dos preguntas, considere la figura y tabla que se presenta a continuación:



4-48 LISTA DE PARTES

REF.	DESCRIPCIÓN		TIPO	BOMBA A2A NUMERO DE PARTE	BOMBA A1B NUMERO DE PARTE	BOMBA A2B NUMERO DE PARTE	BOMBA A1C NUMERO DE PARTE	BOMBA A2C NUMERO DE PARTE
0100	CUERPO DE RODAMIENTOS		CD/SS	CC A2A0110	CC A2A0110	CC A2A0110	CC A2A0110	CC A2A0110
0900	PRENSAESTOPAS		CD/SS	SC A2A0910	SC A2A0910	SC A2A0910	SC A2A0910	SC A2A0910
1000	CAJA DE ESTOPAS		CD SS	CC A2A1010 SC A2A1010	CC A2A1010 SC A2A1010	CC A2A1010 SC A2A1010	CC A2A1010 SC A2A1010	CC A2A1010 SC A2A1010
1000	CAJA DEL SELLO	* **	CD/SS CD/SS	SC A2A1011 4240833007	SC A2A1011 4240833007	SC A2A1011 4240833007	SC A2A1011 4240833007	SC A2A1011 4240833007
1100	CUERPO DE SUCCIÓN		CD SS	CC A2A1110 SC A2A1110	CC A1B1110 SC A1B1110	CC A1B1110 SC A1B1110	CC A1C1110 SC A1C1110	CC A1C1110 SC A1C1110
1200	EMPAQUE DEL ESTATOR		Q/R F B	GG A2A1200 GF A2A1200 GB A2A1200	GG A1B1200 GF A1B1200 GB A1B1200	GG A1B1200 GF A1B1200 GB A1B1200	GG A1C1200 GF A1C1200 GB A1C1200	GG A1C1200 GF A1C1200 GB A1C1200
1220	EMPAQUE DEL CUERPO DE SUCCIÓN		Q/R F B	GG A2A1220 GF A2A1220 GB A2A1220	GG A2A1220 GF A2A1220 GB A2A1220	GG A2A1220 GF A2A1220 GB A2A1220	GG A2A1220 GF A2A1220 GB A2A1220	GG A2A1200 GF A2A1220 GB A2A1220
1400	FLANCHE DE DESCARGA		CD SS	MS A2A1410 SS A2A1410	MS A1B1410 SS A1B1410	MS A1B1410 SS A1B1410	MS A1C1410 SS A1C1410	MS A1C1410 SS A1C1410
1700	SOPORTE DE ESTATOR		CD/SS	MS A2A1710	MS A2A1710	MS A2A1710	MS A1C1710	MS A1C1710
1800	ANILLO QUEBRADO		CD/SS	MS A2A1810	MS A1B1810	MS A1B1810	MS A1C1810	MS A1C1810
2000	PASADOR DEL EJE		CD/SS	4220487017	4220487017	4220487017	4220487017	4220487017
2100	EJE INTERMEDIO		CD SS	4250392001 4250392015	4250392001 4250392015	4250392001 4250392015	4250393001 4250393015	4250393001 4250393015
2200	ANILLO DE SELLADO		Q/R F B	3207902206 3207905206 3207904206	3207902206 3207905206 3207904206	3207902206 3207905206 3207904206	3207902206 3207905206 3207904206	3207902206 3207905206 3207904206
5000	ROTOR		CD SS	TS A2A5000 SS A2A5000	TS A1B5000 SS A1B5000	TS A2B5000 SS A2B5000	TS A1C5000 SS A1C5000	TS A2C5000 SS A2C5000
6000	EJE MOTRIZ		CD SS	AS A2A6000 SS A2A6000	AS A2A6000 SS A2A6000	AS A2A6000 SS A2A6000	AS A1C6000 SS A1C6000	AS A1C6000 SS A1C6000
6000	EJE MOTRIZ (2-PIEZAS)		CD SS	4250378001 4250378015	4250378001 4250378015	4250378001 4250378015	4250378001 4250378015	4250378001 4250378015
6100	ANILLO RETENEDOR		CD/SS	ST A2A6100	ST A2A6100	ST A2A6100	ST A1C6100	ST A1C6100
6200	EJE CARDÁNICO		CD/SS	AS A2A6200	AS A2A6200	AS A2A6200	AS A1C6200	AS A1C6200
6300	PASADOR		CD/SS	TR A2A6300	TR A2A6300	TR A2A6300	TR A1C6300	TR A1C6300
6400	SELLO UNIVERSAL		Q/R	RD A2A6400	RD A2A6400	RD A2A6400	RD A1C6400	RD A1C6400

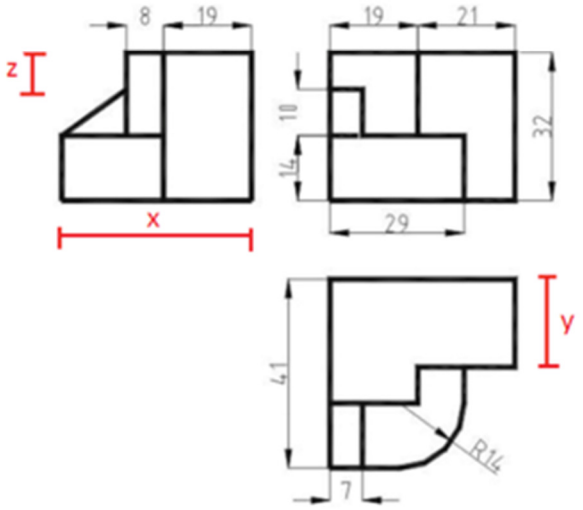
1. Indicar el diámetro de los orificios de la brida intermedia, según la figura y la tabla:

a. 15 [mm]
b. 14 [mm]
c. 17 [mm]
d. Ninguna de las anteriores

2. Indicar el número de serie de la Arandela de Tapón:

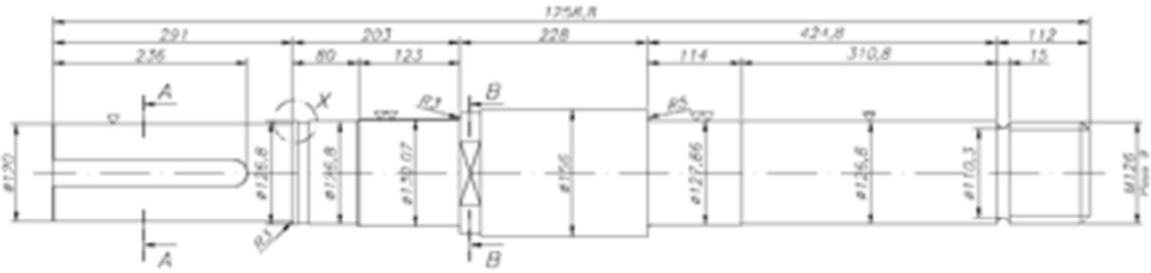
a. 45104400000
b. 46701300101
c. 41700300100
d. Ninguna de las anteriores

3. Utilizando la correspondencia entre vistas y considerando que se utiliza la proyección ISO E, los valores de X, Y, Z son:



a. 41, 19, 8.
b. 32, 27, 17.
c. 31, 19, 7.
d. 32, 27, 8.

Para las siguientes preguntas, considere el eje mostrado a continuación:



1. Se desea dibujar en escala 1: 5, de manera de utilizar toda el área de dibujo. ¿Qué tamaño seleccionaría?

a. A1 594 x 841 [mm].
b. A2 420 x 594 [mm].
c. A3 297 x 420 [mm].
d. A4 210 x 297 [mm].

2. Desde un catálogo de rodamientos se ha obtenido la siguiente información: "al multiplicar por 5 los dos últimos dígitos de un rodamiento, en unidades métricas, se obtiene su diámetro interior". En el plano del eje, se indica el alojamiento del rodamiento, de acuerdo al mecanizado superficial; por lo tanto, es posible asegurar que uno de los rodamientos corresponde a:

a. 32924
b. 32926
c. 32022
d. 32025

3. La "X" indica en el plano:

a. Un corte.
b. Un detalle.
c. Una nota.
d. Una línea de eje.

4. La "A" indica en el plano:

a. Un corte.
b. Un detalle.
c. Una nota.
d. Una línea de eje.

5. ¿Cuál es diámetro de la rosca indicada?

a. M 126.
b. 126 [mm].
c. M 126 paso 9.