

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
ESCUELA DE POSGRADO**



**HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA ESBELTA APLICADAS
A UNA PROPUESTA DE MEJORA EN UN LABORATORIO
QUIMICO DE ANALISIS DE MINERALES DE UNA EMPRESA
COMERCIALIZADORA**

**Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial
Con mención en Gestión de Operaciones**

AUTORES

**EVELYN JUDITH RUIZ CASTILLO
MARIA DEL CARMEN MAYORGA PEÑA**

ASESOR

JOSÉ ALAN RAU ALVAREZ

JURADOS

**MIGUEL HERMOGENES MEJIA PUENTE
CESAR AUGUSTO CORRALES RIVEROS**

LIMA – PERÚ

2013

RESUMEN

La siguiente propuesta para mejorar los tiempos de entrega de resultados dentro una empresa del sector minero, se demostraran en los 5 siguientes capítulos mediante la utilización de herramientas de manufactura esbelta.

El primer capítulo se profundizara la parte teórica de los temas más importantes, como los métodos más usados para la determinación de minerales además la manufactura esbelta y sus principales herramientas, siendo entre ellas el Mapa de Flujo de Valor, 5S, Evento Kaizen, Manufactura Celular y SMED, los cuales dan la base para comprender el desarrollo de las propuestas.

En el segundo capítulo se realizara la descripción de toda la empresa; partiendo por su entorno de trabajo para luego dar pase a la descripción de los procesos por los cuales pasa los concentrados de mineral, como la recepción, almacenaje, tratamiento, despacho, embarque y desembarque.

Después se analizara el sector, para determinar cómo se ubica la empresa en comparación a otras empresas en lo que concierne las exportaciones de minerales. Finalmente se presentaran los diversos procesos del Laboratorio de análisis desde el momento de la recepción de las muestras hasta que las muestras se dividen para el análisis específico que el cliente requiere de cada muestra.

En el tercer capítulo, se realizara el diagnóstico de los principales problemas como planificación y tiempos de servicio, en especial para los análisis de concentrado de cobre que presentan una mayor demanda.

En la planificación se encontraron varios inconvenientes para la cantidad de análisis de cobre que ingresan al laboratorio como personal insuficiente, necesidad del cliente de recibir los resultados en tiempos menores a los actuales y que no existe una dotación diaria previamente establecida; no se tiene control sobre muestras diarias.

Dentro del análisis de la parte operativa se verán problemas de calidad en la utilización de recursos para la entrega de resultados debido al número de reprocesos que se genera diariamente, los cuales deben reducirse al 2% para que los procesos sigan siendo rentables.

En el cuarto capítulo, se exponen las propuestas de mejoras de la tesis de acuerdo a los hallazgos obtenidos en el diagnóstico. El mapeo de procesos muestra el punto de partida, ayudando en la determinación de la cantidad de análisis que se debe atender al día por proceso ya sea por volumetría, absorción y fundición, con la finalidad de mostrar un mapeo futuro que muestre la reducción de errores y disminución de tiempo de entrega de resultados de 16 a 4 días luego de eliminar todos aquellos procesos que no generan valor y trabajando sobre las mudas encontradas. La manufactura celular para eliminar los desplazamientos innecesarios y tiempos de espera de manera que se pueda medir el ahorro que se consigue por desplazamientos óptimos mejorando los tiempos empleados por cada analista para realizar actividades diarias. Los principios de 5S, técnicas que se implementan para dar orden y limpieza al lugar del trabajo con el fin de que todos los procesos estén controlados y el personal se encuentre en un estado de confort. Kamban de planificación se emplea como señal visual de mejora o cambio, donde se debe dar prioridad a las muestras urgentes y aquellas que han quedado como pendientes de reporte. Eventos Kaizen se utilizan en todas las mejoras propuestas en las que se necesita la participación de todo el personal para proponer mejoras dentro de sus áreas de trabajo. SMED se usa para reducir tiempos como por ejemplo en el lavado del material de vidrio en las áreas de absorción y volumetría que generan un cuello de botella por no tener tiempos estándar.

En el quinto capítulo se realiza el estudio económico en función a la reducción de los días propuestos como mejora de 16 a 4 días.

Primero se debe realizar un ajuste de precios en comparación con los principales laboratorios existentes en el medio, cuyo ajuste se compensa con el menor tiempo de reporte de muestras. Luego se realiza la evaluación económica mediante indicadores económicos VAN y TIR, los cuales muestran resultados de un VAN mayor a cero y una TIR de 73% siendo mayor a la tasa bancaria de 43%, lo que nos indica que es rentable invertir en este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, primero a Dios por haberme permitido culminar esta etapa de mi formación académica y por todas las bendiciones recibidas a lo largo de mi vida.

Agradezco, la formación invaluable de mis padres; a mi madre María por su amor y dedicación que me han permitido ser una mejor persona y a mi padre Lino que desde el cielo cuida cada uno de mis pasos.

Agradezco a mis hermanos por compartir conmigo los juegos y la felicidad de vivir, que me enseñaron a enfrentar los problemas con alegría.

Agradezco infinitamente a mi esposo Ciro por su amor, comprensión y confianza que me ayudaron a seguir caminando cuando ya me sentía vencida.

Agradezco a mi hija Salma, quien es el motor y motivo de mi vida, por regalarme en su mirada la paz y esperanza de un mañana mejor.

Evelyn Judith Ruiz Castillo

Agradezco principalmente a Dios por las grandes cosas que me dio e hizo aprender, por la fuerza que me concedió para seguir adelante.

Agradezco a mis padres Belisario y Fabiana, por haberme apoyado siempre en todo lo relacionado a mis estudios y vida personal, haberse sacrificado tanto para que pueda encontrar un mejor futuro.

Agradezco a mis hermanos por estar siempre conmigo, alentándome para salir adelante cada día, logrando ser mejor persona y profesional.

Agradezco a Melvin y a su familia por darme su apoyo y confianza, por llenar mis días de felicidad.

María Del Carmen Mayorga Peña

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO.....	1
1. ANÁLISIS CUANTITATIVO POR ABSORCIÓN ATÓMICA	1
1.1. CONTROL DE INTERFERENCIAS ANALÍTICAS	2
1.1.1 EL PROCESO DE LA LLAMA	2
1.1.2. INTERFERENCIAS DE MATRIZ	5
1.1.3. INTERFERENCIA QUÍMICA.....	7
1.1.4. INTERFERENCIA POR IONIZACIÓN.....	8
1.1.5. INTERFERENCIA ESPECTRALES	9
1.2. NATURALEZA DE LA QUÍMICA ANALÍTICA	10
1.2.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	11
1.2.2. DETERMINACIÓN DEL PUNTO FINAL DE UNA VALORACIÓN	12
1.2.3. CÁLCULO DE ANÁLISIS VOLUMÉTRICO.....	13
1.3. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DE METALES PRECIOSOS POR FUNDICIÓN	15
1.4. DEFINICIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA.	16
1.4.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANUFACTURA ESBELTA.....	17
1.4.2. HERRAMIENTAS BASICAS PARA LA CONSTRUCCION DE MANUFACTURA ESBELTA.....	19
1.4.2.1. MAPA DE FLUJO DE VALOR.....	19
1.4.2.2. LAS 5 S	27
1.4.2.3. EVENTOS KAIZEN PARA APLICAR MEJORAS LA PROCESO	30
1.4.2.4. MANUFACTURA CELULAR	33
1.4.2.5. SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)	34
CAPITULO 2. ESTUDIO DE CASO	39
2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA	39
2.1. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	40
2.1.2. CULTURA ORGANIZACIONAL	42
2.1.3. PROCESOS DE LA EMPRESA	42
2.1.3.1. PROCESOS DE OPERACIONES	43
2.1.3.2. RECEPCIÓN DEL MINERAL	44
2.1.3.3. ALMACENAJE	44
2.1.3.4. DESPACHO.....	44
2.1.3.5. EMBARQUE Y DESEMBARQUE	44

2.2.2.	MISIÓN	45
2.2.3.	VISIÓN	45
2.2.4.	ANÁLISIS FODA	45
2.3.	ANÁLISIS DEL SECTOR.....	50
2.3.2.	EMPRESAS MINERAS	52
2.4.	DIAGRAMA DE FLUJO DEL LABORATORIO	52
CAPITULO 3. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO		57
3.	DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA.....	57
3.1.	OBJETIVO GENERAL	57
3.2.	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	57
3.3.	DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE PILOTO	58
3.3.1.	HALLAZGOS EN LA PLANIFICACIÓN	59
3.3.1.1.	GRUPOS REDUCIDOS	60
3.3.1.2.	REDUCIR TIEMPOS DE RESULTADOS	60
3.3.1.3.	FALTA DE PLANIFICACIÓN DE INGRESO DE MUESTRAS	60
3.4.	DIAGNÓSTICO DE LA OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS.....	61
3.4.1.	EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS	61
CAPITULO 4. PROPOUESTAS DE MEJORA		65
4.	PROPUESTAS DE MEJORAS.....	65
4.1.	MAPA DE PROCESOS (VSM ACTUAL).....	65
4.2.	MANUFACTURA CELULAR	70
4.3.	CINCO ESES (5 S)	75
4.4.	KANBAN DE PLANIFICACIÓN	80
4.5.	EVENTOS KAIZEN.....	83
4.5.1.	KAIZEN DE DISTRIBUCIÓN	83
4.5.2.	KAIZEN DE ORDEN Y LIMPIEZA	85
4.5.3.	KAIZEN DE PROGRAMACIÓN.....	86
4.6.	SMED TIEMPO DE LIMPIEZA DE MATERIAL DE VIDRIO.....	87
CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA		90
5.	PROPUESTA ECONOMICA.....	90
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		95
6.1.	CONCLUSIONES.....	95
6.2.	RECOMENDACIONES	95
6.2.1.	PLANTEAMIENTO DE REUNIONES DIARIAS.....	95
6.2.2.	ENTRENAMIENTO.....	96
6.2.3.	ORDEN Y LIMPIEZA	97
6.2.4.	CÍRCULOS DE CALIDAD.....	98

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	100
ANEXOS.....	102



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperatura de llama.....	5
Tabla 2 Siete formas de desperdicio.....	18
Tabla 3 Matriz FODA.....	49
Tabla 4 Perú: exportación minera 2010 - 2012.....	50
Tabla 5 Principales productos exportados.....	51
Tabla 6 Análisis frecuentes por tipo de concentrado.....	58
Tabla 7 Porcentaje de ingreso de Muestras vs Concentrado.....	59
Tabla 8 Formación de familias.....	59
Tabla 9 Dotación de personal del laboratorio.....	60
Tabla 10 Consolidado de reprocesos.....	62
Tabla 11 Número de bach producidos diariamente.....	67
Tabla 12 Número de personas y turnos para cubrir la demanda.....	70
Tabla 13 Distancia recorrida.....	72
Tabla 14 Total de distancia recorrida y tiempo empleado.....	72
Tabla 15 Nueva distancia recorrida.....	74
Tabla 16 Nuevas distancias totales recorridas y tiempo empleado.....	74
Tabla 17 Tiempos de lavado de acuerdo a las actividades de mejora.....	88
Tabla 18 Precio unitario.....	90
Tabla 19 Costos de inversión.....	91
Tabla 20 Costos fijos proyectados.....	92
Tabla 21 Evaluación económica.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de la absorción atómica.....	1
Figura 2 Absorción vs Concentración.....	2
Figura 3 Proceso de la llama.....	4
Figura 4 Interferencia de la matriz por efectos de viscosidad.....	6
Figura 5 Interferencia del fosfato sobre el calcio.....	8
Figura 6 Interferencia por Ionización – Efecto de la adición de potasio.....	9
Figura 7 Equipo de absorción atómica.....	10
Figura 8 Análisis volumétricos.....	14
Figura 9 Procesos de fundición y copelación.....	15
Figura 10 Implementación esbelta.....	16
Figura 11 Casa de las herramientas de manufactura esbelta.....	19
Figura 12 Pasos para trazar un mapa de flujo de valor.....	20
Figura 13 Agrupamiento de familias de productos.....	21
Figura 14 Iconos del flujo de material.....	22
Figura 15 Iconos de flujo de información.....	23
Figura 16 Flujo de material.....	24
Figura 17 Iconos de flujo de información.....	25
Figura 18 Síntesis del proceso 5S.....	29
Figura 19 Distribución de actividades inicial.....	32
Figura 20 Distribución de actividades final.....	32
Figura 21 Visión general del sistema SMED.....	36
Figura 22 Organigrama empresa LOGÍSTICA SAC.....	41
Figura 23 Mapeo de procesos.....	43
Figura 24. Diagrama de procesos de la empresa LOGÍSTICA SAC.....	43
Figura 25 Resumen de procesos del laboratorio.....	52
Figura 26 Administración de muestras.....	54
Figura 27 Procesos de vía húmeda.....	54
Figura 28 Procesos instrumentales.....	55
Figura 29 Procesos vía seca.....	56
Figura 31 Metodología de implementación.....	58
Figura 32 Consolidado de reprocesos.....	62
Figura 33 Diagrama causa – efecto.....	64
Figura 34 VSM actual del laboratorio.....	66
Figura 35 VSM futuro del laboratorio.....	69
Figura 36 Diagrama de spaghetti inicial.....	71
Figura 37 Diagrama de spaghetti futuro.....	73
Figura 38 Criterios de selección de 5 S.....	75
Figura 39 Auditorias de inspección.....	78
Figura 40 Grafica de evolución de las evaluaciones.....	78
Figura 41 Fotos de la situación actual de Orden y Limpieza.....	79
Figura 42 Análisis pendientes de reporte.....	81
Figura 43 Porcentaje de avance de muestras con 3 días de ingreso.....	82
Figura 44 Kanban visual.....	82
Figura 45 Reunión de presentación de la metodología.....	83
Figura 46 Escenario de mejoras desarrolladas en el evento kaizen.....	84
Figura 47 Carrito de transporte de ácidos frecuentes.....	85
Figura 48 Elección del líder para Implementar las inspecciones.....	86
Figura 49 Plan de capacitación en Lean Six Sigma.....	97

CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO

1. ANÁLISIS CUANTITATIVO POR ABSORCIÓN ATÓMICA

El proceso de la absorción atómica está ilustrado en la Figura 1 donde la luz a una longitud de onda de resonancia con una intensidad inicial de I_0 , es enfocada sobre la llama, que contiene átomos al estado elemental. La intensidad inicial de la luz es disminuida en una cantidad determinada por la concentración de los átomos en la llama. Luego la luz es dirigida sobre el detector donde se mide la intensidad disminuida I . la cantidad de la luz absorbida se determina por comparación entre I a I_0

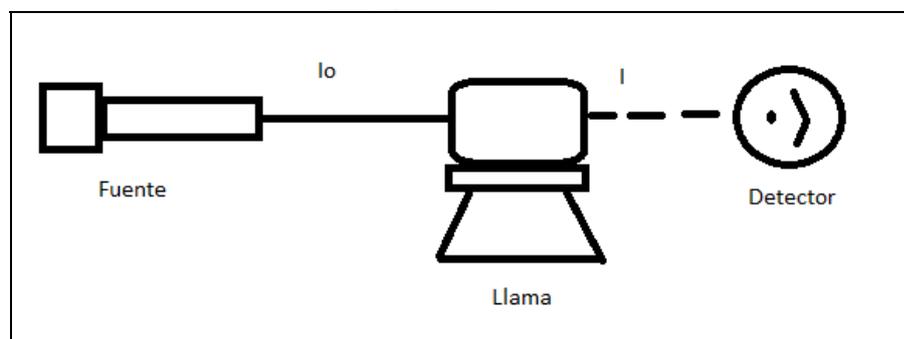


Figura 1 Proceso de la absorción atómica
Fuente Beaty (1979)

El término “absorbancia” es puramente una expresión matemática.

$$A = \log I_0/I$$

Absorbancia es el término más conveniente para caracterizar la absorción de luz en la espectrofotometría de absorción, pues esta cantidad guarda una relación lineal con la concentración. La Ley de Beer define esta relación:

$$A = abc$$

En donde:

“A” es la absorbancia

“a” es el coeficiente de absortividad constante que es característica de las especies que absorben

“b” es la longitud del paso de luz ocupado por la celda de absorción

“c” es la concentración de las especies absorbentes en la celda de absorción

Cuando la absorbancia de soluciones patrón contiene concentraciones conocidas del analito se miden y se grafican los resultados de las absorbancias con respecto a la concentración, se establece una relación de calibración similar a la de la Figura 2 en la región en la cual se observa la relación de la ley de Beer, la calibración produce una línea recta. Conforme se incrementan la concentración y la absorbancia, comportamientos no ideales de los procesos de absorción producen una desviación en el desarrollo de la línea recta, como se muestra.

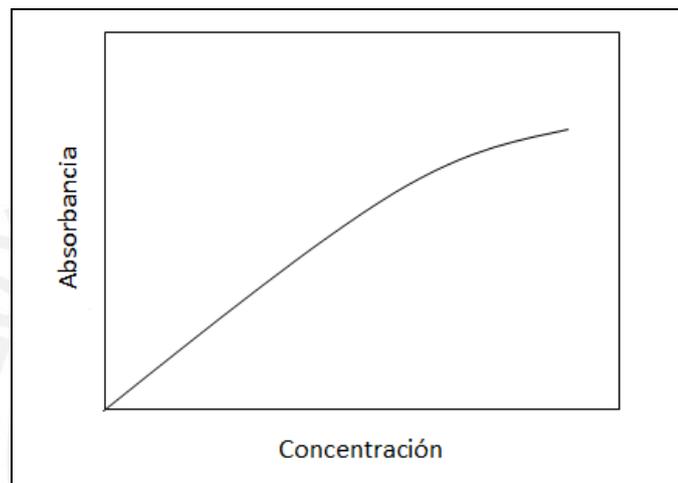


Figura 2 Absorción vs Concentración
Fuente Beaty (1979)

Después que se ha establecido tal curva de calibración, se puede medir la absorbancia de soluciones de concentración desconocida y su concentración directamente de la curva de calibración. En la instrumentación moderna, la calibración se puede hacer en el instrumento para proveer una lectura directa de la concentración desconocida.

Desde el advenimiento de los microcomputadores es simple la calibración exacta, aún en la región no lineal.

1.1. CONTROL DE INTERFERENCIAS ANALÍTICAS

1.1.1 EL PROCESO DE LA LLAMA

Se conoce la absorción atómica como una técnica muy específica con pocas interferencias. Probablemente no existirá nunca un método analítico que esté totalmente libre de alguna interferencia por parte de la naturaleza de la muestra. Lo siguiente a no tener interferencia sería el conocer que interferencias existen y como eliminarlas o compensarlas. Las interferencias

en absorción atómica están bien definidas, como también los medios de tratarlas. Para comprender estas interferencias, examinaremos lo que sucede en el proceso de la llama de absorción atómica.

Para que ocurra el proceso de absorción atómica debe producir átomos libres de nuestra muestra, la cual inicialmente es una solución de iones. Este proceso está diagramado en la Figura 3. Primero, por el proceso de nebulización, se aspira la muestra hacia la cámara del quemador donde se mezcla con los gases combustibles y oxidantes de la forma de un aerosol fino. En este punto, los metales están todavía en solución en las pequeñas gotitas del aerosol. Cuando esas gotitas menudas pasan al calor de la llama, el proceso de evaporación o desolvatación remueve el solvente y deja partículas sólidas pequeñas del material de la muestra. Al aplicarse más calor, tiene lugar la licuefacción, y de hecho, el calor adicional vaporizará la muestra. En este punto el metal de interés, llamado analito, está todavía enlazado con algún anión, formando una molécula, la cual no sufrirá el fenómeno de absorción atómica que deseamos medir.

Por la aplicación de todavía más energía calórica, esta molécula se disociará en los átomos individuales. Puesto que la energía de la llama es responsable por la producción de las especies que absorben, a la temperatura de la llama es un parámetro importante que gobierne el proceso de la llama.

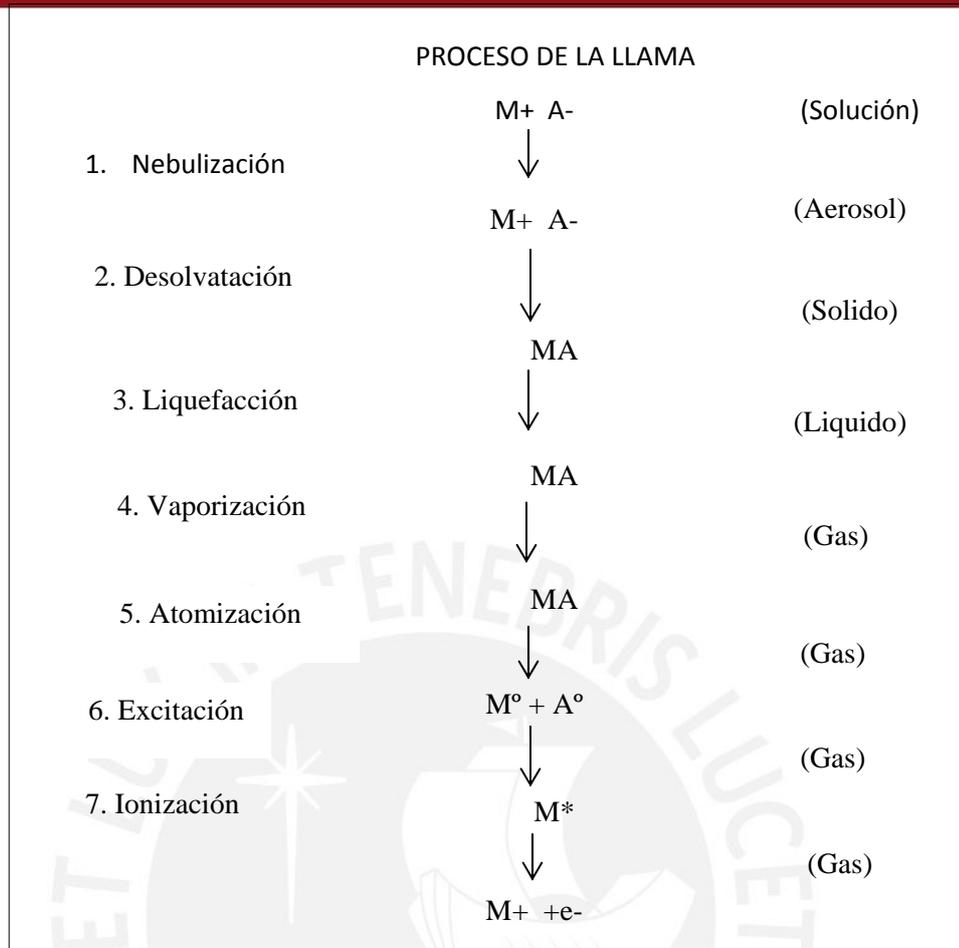


Figura 3 Proceso de la llama
Fuente Beaty (1979)

En la Tabla 1 se presenta una lista de las temperaturas de algunas de las llamas más utilizadas en absorción atómica. Las llamas más frías están sujetas a más problemas de interferencias, provenientes de la insuficiente energía para una completa atomización. Mientras que la llama de aire-acetileno es satisfactoria para la mayoría de los elementos determinados por absorción atómica, la llama más caliente de óxido nitroso-acetileno es requerida para muchos elementos que forman compuestos refractarios. Además, el óxido nitroso-acetileno es efectivo en el control de interferencias en otras situaciones.

Tabla 1 Temperatura de llama

TEMPERATURAS DE LLAMAS DE PRE-MEZCLA *	
OXIDANTE-COMBUSTIBLE	°C
Aire-Metano	1875
Aire-Gas natural	1700-1900
Aire-Hidrogeno	2000-2050
Aire-Acetileno	2125-2400
N ₂ O-Acetileno	2600-2800

Fuente: Beaty (1979)

El número formado de átomos del metal en estado fundamental en el paso 5 de los procesos en la llama (Figura 3) determinará la cantidad de luz absorbida. Se determina la concentración al comparar la absorbancia de la muestra con la obtenida de concentraciones patrón conocidas. Las relaciones entre el número de átomos en la llama y la concentración del analito en la solución está gobernada por el proceso en la llama. Si algún constituyente de la muestra altera uno o más pasos en este proceso de lo observado para los estándares, existirá una interferencia resultando entonces que la media de la concentración será errónea si es que no se reconoce la interferencia. Existen tres áreas en las que este proceso es vulnerable a las interferencias.

1.1.2. INTERFERENCIAS DE MATRIZ

El primer lugar del proceso de la llama sujeto a interferencia es la nebulización. Si la muestra es más viscosa o tiene una tensión superficial característica considerablemente diferente a la de los patrones, la velocidad de aspiración de la muestra o la eficiencia de nebulización pueden ser diferentes entre las muestras y los patrones. Si las muestras y los patrones no son introducidos en el proceso a la misma velocidad, es obvio que el número de átomos en el rayo de luz y por consiguiente, la absorbancia no

correlacionará entre los dos. Existirá entonces una interferencia generada por la matriz.

Un ejemplo de este tipo de interferencia es el efecto de la concentración del ácido sobre la absorbancia. Se puede ver en la Figura 4 que conforme se incrementa la concentración del ácido fosfórico, la viscosidad incrementa, disminuyendo la velocidad de aspiración y se reduce la absorbancia de la muestra. Altas concentraciones del ácido o sólidos disueltos producirán un error negativo si es que no sabemos reconocerlos a tiempo. Las interferencias de la matriz también pueden producir un error positivo. La presencia de un solvente orgánico en una muestra producirá un mejoramiento de la eficiencia de nebulización, lo que resulta en un incremento de la absorción. Una forma de compensar este tipo de interferencia es la de asemejar lo más que sea posible los componentes mayores de la matriz en los patrones y muestras. Algún ácido o cualquier otro reactivo, añadidos a la muestra durante se preparación, deberían ser añadidos a los patrones en la mismas concentraciones.

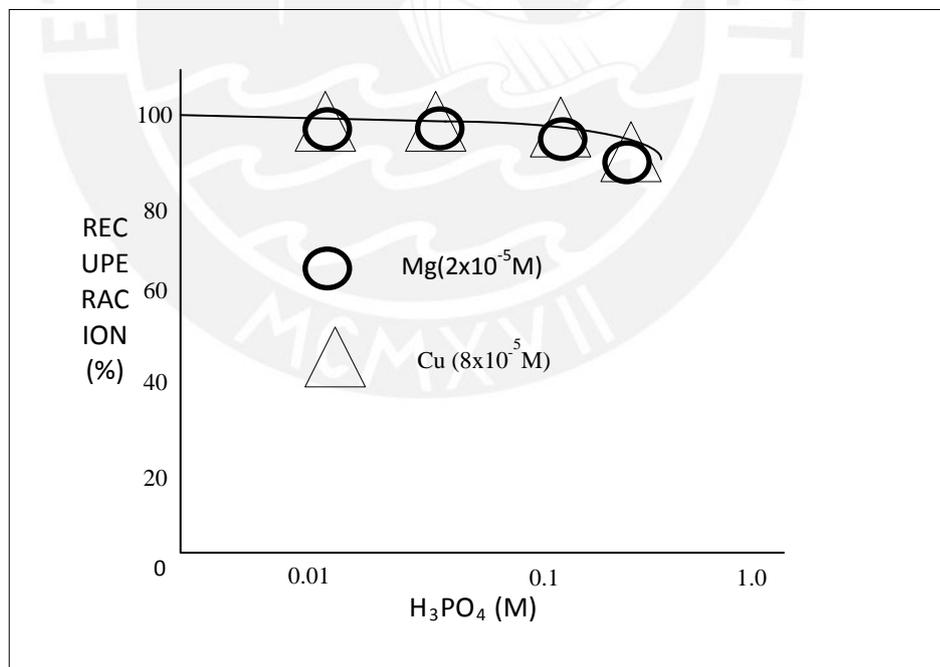


Figura 4 Interferencia de la matriz por efectos de viscosidad
Fuente Beaty (1979)

1.1.3. INTERFERENCIA QUÍMICA

En un segundo lugar durante el proceso en la llama, en el cual se puede producir interferencias, es el paso número 5 de la Figura 3 el proceso de atomización. En este paso se debe disponer de suficiente energía para disociar la fórmula molecular del analito y crear átomos libres. Si la muestra contiene un componente el cual forma un compuesto térmicamente estable con el analito y no es completamente descompuesto por la energía disponible de la llama, existirá una interferencia química.

El efecto del fosfato sobre el calcio, ilustrado en la Figura 5 es un ejemplo de interferencia química. El fosfato de calcio no se disocia completamente en una llama aire-acetileno, y entonces, conforme se incrementa la concentración de fosfatos, la absorbancia debida a los átomos de calcio, va a disminuir. Existen dos formas de proceder con este problema. Una consiste en eliminar la interferencia añadiendo un exceso de otro elemento, el cual forme con la interferencia un compuesto térmicamente estable. En el caso del calcio, se añade lantano, el cual se enlaza al fosfato y deja libre el calcio, que será atomizado; teniendo el calcio una absorbancia independiente de la cantidad de fosfato.

Existe una segunda aproximación a la solución del problema de interferencia química. Si el problema existe originado por la insuficiente energía para descomponer el compuesto del analito, térmicamente estable, se puede eliminar el problema incrementando la cantidad de energía, esto es, usando una llama más caliente. La llama del óxido nitroso-acetileno es considerablemente más caliente que la del aire-acetileno y puede ser usada para minimizar las interferencias químicas para elementos generalmente determinados con aire-acetileno. No se observa la interferencia del fosfato sobre el calcio, por ejemplo, en óxido nitroso-acetileno, eliminado la necesidad de adicionar lantano.

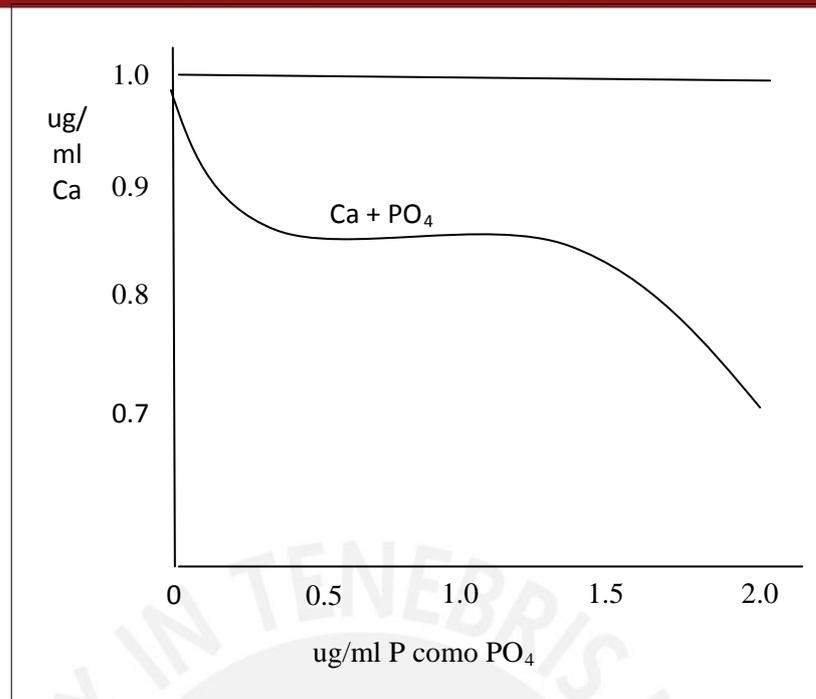


Figura 5 Interferencia del fosfato sobre el calcio
 Fuente Beaty (1979)

1.1.4. INTERFERENCIA POR IONIZACIÓN

Hay una tercera interferencia mayor, la cual a menudo se encuentra en llamas calientes. Como se ilustra en la Figura 3 el proceso de la disociación no termina necesariamente en el átomo en estado fundamental. Si se aplica energía adicional, el átomo al estado fundamental puede ser térmicamente elevado al estado excitado o si la energía termal es suficiente, el electrón puede ser completamente removido del átomo originando un ion. Como estos arreglos electrónicos disminuyen el número de átomos disponibles en estado fundamental para absorción de luz, se reducirá la absorción atómica a la longitud de onda de resonancia. Cuando un exceso de energía destruye el átomo en estado fundamental, existe una interferencia por ionización.

Se puede eliminar la interferencia por ionización añadiendo un exceso de un elemento que sea fácil de ionizar, lo que originara un gran número de electrones libres en la llama y que a su vez eliminará la ionización del analito. Comúnmente se emplean el sodio o el potasio como supresores de ionización. La Figura 6 muestra la eliminación de la ionización en la determinación de bario en una llama de óxido nitroso-acetileno. El incremento en absorción en la línea de resonancia para el Bario, como una

función del potasio añadido, ilustra el mejoramiento de las especies en estado fundamental, conforme se suprime la forma iónica. Los efectos de la ionización pueden ser eliminados por la adición de 200 ug/ml a 500 ug/ml de potasio a todas las soluciones patrón y muestras.

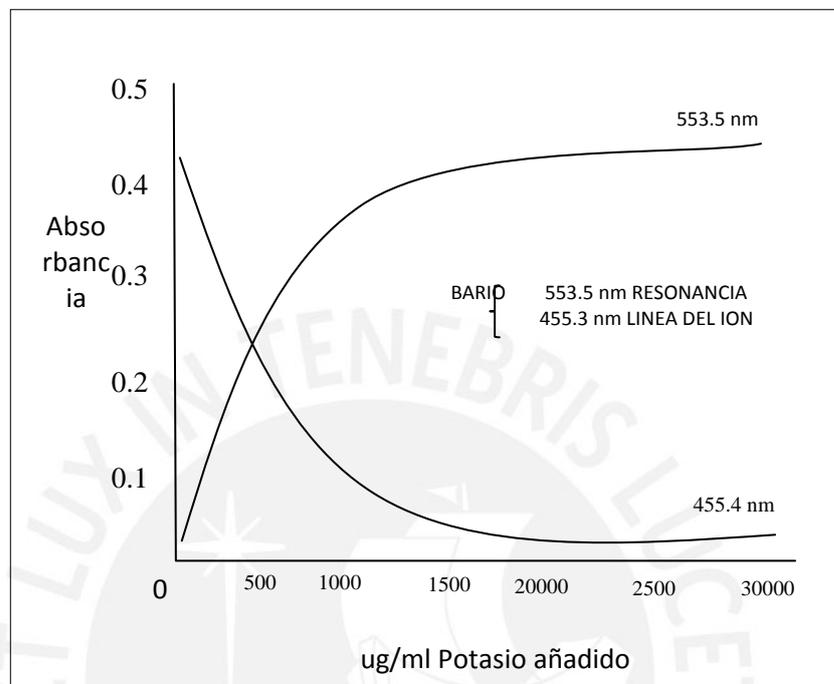


Figura 6 Interferencia por Ionización – Efecto de la adición de potasio
Fuente Beaty (1979)

1.1.5. INTERFERENCIA ESPECTRALES

Si el perfil de la absorción atómica de un elemento sobrecubre la línea de emisión de algún otro, se dice que existe una interferencia espectral. Como se ha mencionado anteriormente, esto es raro que ocurra por la naturaleza muy específica de la longitud de onda que se usa en absorción atómica. Aún si una línea de absorción para un elemento cae en el paso de banda espectral para la determinación de otro elemento, solo existirá interferencia si una línea de emisión de precisamente la misma longitud de onda está presente en la fuente. Como el ancho de una línea típica de emisión puede ser solo de 0.002 nanómetros. La posibilidad de las interferencias espectrales se incrementa cuando se emplea lámparas multi-elemento, en las cuales la fuente puede contener líneas de emisión muy cercanas para algunos elementos. Se debe ejercer especialmente cuando se utilizan longitudes de onda analíticas secundarias en una lámpara multi-elemento. Los procedimientos para eliminar las interferencias espectrales incluyen el

estrechamiento del ancho de la apertura espectral del monocromador o usar una longitud de onda alterna.

Las mayores interferencias en absorción atómica caen en una de las categorías discutidas. Para las primeras tres interferencias: matriz, química o de ionización, se puede compensar los problemas generados, tomando especialmente cuidados en la preparación de las muestras o con el uso del método de adiciones. La aplicación de las técnicas descritas, hace posible determinaciones exactas de absorción atómica en muestras muy complejas. En la figura 7 se muestra un equipo de absorción atómica marca Perkin Elmer dentro del área de absorción atómica.



Figura 7 Equipo de absorción atómica
Elaboración propia

1.2. NATURALEZA DE LA QUÍMICA ANALÍTICA

La Química Analítica es la ciencia de caracterización de las sustancias químicas. En la práctica, la química analítica recurre a todos los métodos, mediciones y técnicas para obtener información acerca de la estructura y la composición de la materia.

La caracterización química completa de la composición de toda porción de materia ha de comprender información cualitativa y cuantitativa. En el análisis cualitativo, el químico está interesado por el descubrimiento e identificación de los componentes que constituyen la muestra que analiza. Los resultados de un análisis cualitativo se expresan en palabras, nombres o símbolos de las clases o agrupamientos especiales de átomos, iones o

De ordinario ha de preceder la identificación cualitativa a la determinación cuantitativa, porque los resultados de la primera sirven como guía necesaria para la selección del método y el procedimiento que han de emplearse en la segunda. Sin embargo, con frecuencia los procedimientos y el aparato experimental son los mismos para ambas clases de análisis y en general un buen análisis cualitativo da información que es semicuantitativa al igual que cualitativa. Un Químico Analítico es aquel cuyo interés primario está en el desarrollo de métodos experimentales de medición y en su plena explotación para obtener información que le sirva para la caracterización química de la materia. Virtualmente, todo tipo concebible de reacción química y de propiedad fisicoquímica es de interés real o potencial para el Químico Analítico, como lo son también muchos principios y técnicas de campos tan diversos como óptica, electrónica y estadística.

1.2.1 MÉTODOS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO

Una determinación cuantitativa completa consiste en general de cuatro pasos mayores: la obtención de una muestra para el análisis, la separación del componente deseado en una forma mensurable, la medición y el cálculo de los resultados y la obtención de conclusiones del análisis. De estos cuatro pasos, la medición es el paso central. Los dos primeros tiene por objeto preparar la muestra para la medición deseada y el cuarto hacer significativos los resultados de esa medición. Así, toda determinación cuantitativa se basa fundamentalmente en la medición de alguna propiedad relacionada, directa o indirectamente, con la cantidad del componente deseado presente en la muestra. En definitiva, las únicas cosas que puede medir directamente el químico en el laboratorio son propiedades físicas o estructurales. Aun cuando obtenga información acerca de las propiedades químicas o reactivas, durante ella o después de ella. Sobre esta base, la mayoría de los procedimientos cuantitativos pueden clasificarse en cuatro grupos: gravimétricos, volumétricos, ópticos y eléctricos

El término gravimétrico significa medición de peso, pero el significado en análisis químico cuantitativo es un poco más restringido. Una determinación gravimétrica implica la separación del componente deseado en una forma cuya composición en porcentaje se conoce y que puede ser pesada con exactitud. Los métodos gravimétricos pueden subdividirse a su vez en métodos de precipitación, métodos galvanoplastia o de electrodeposición, y métodos de volatilización, según la manera en que se separa el componente deseado en una forma ponderable antes de su medición.

Cada determinación volumétrica comprende, como su nombre implica, una o más mediciones de volumen. Los tipos más comunes de procedimientos volumétricos, en los cuales se mide el volumen de una solución de composición conocida necesaria para reaccionar cuantitativamente con el componente en la solución de composición desconocida. La reacción química que interviene en la valoración proporciona una fuente de selectividad, lo que a menudo hace innecesario el paso de separación previo. Los métodos valorimétricos pueden subdividirse a su vez a base del tipo de reacción química que ocurre entre el componente deseado y la solución estándar. Así, hay cuatro categorías principales de métodos valorimétricos: métodos de valoración ácido-base, valoraciones de precipitación, métodos en los cuales la reacción consiste en la formación de un ion o una molécula complejos y métodos de óxido-reducción. El análisis de mezclas gaseosas puede hacerse con frecuencia por una o más mediciones de volumen gaseosos.

Además de los tipos de cantidades que se miden en los métodos analíticos gravimétricos, volumétricos, hay otras propiedades cuya medición es útil para fines analíticos.

1.2.2. DETERMINACIÓN DEL PUNTO FINAL DE UNA VALORACIÓN

No todas las reacciones químicas que transcurren de manera estequiométrica son adecuadas para utilizarlas como fundamento de un procedimiento volumétrico; sino que para que una reacción dada pueda servir de base a un método volumétrico ha de cumplir con los siguientes requisitos:

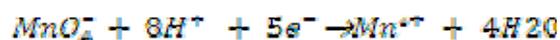
- La reacción entre la disolución del reactivo y la sustancia valorada debe de ser cuantitativa, de acuerdo con la ecuación que la expresa y alcanzar el estado de equilibrio dentro de la precisión deseada. De ordinario las condiciones de equilibrio pueden predecirse a partir de los valores de las constantes del producto de solubilidad, de las constantes de ionización, de los potenciales REDOX, y de los constantes de estabilidad de los iones complejos.
- La reacción debe transcurrir de manera rápida. La velocidad de reacción no puede predecirse teóricamente y debe determinarse siempre de manera experimental. Las reacciones lentas no son utilizables en el análisis volumétrico, pero pueden hacerse aprovechables acelerándolas por medio de catalizadores.
- La reacción debe de ser estequiométrica, es decir, que debe poder representarse por medio de una o varias ecuaciones químicas y no debe dar lugar a reacciones secundarias.
- Debe existir un procedimiento fácil para poner de relieve el punto de equivalencia de la valoración

1.2.3. CÁLCULO DE ANÁLISIS VOLUMÉTRICO

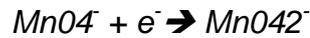
Cualquier disolución de concentración exactamente conocida se llama una disolución valorada o disolución patrón. Todos los métodos volumétricos se basan en el uso de disoluciones valoradas que contiene cantidades exactamente conocidas de reactivo por unidad de volumen de las mismas. La concentración de tales disoluciones es expresada generalmente en que representa el número de "equivalentes gramo" de sustancia que existe en un litro de la disolución.

$$\text{Normalidad} = \frac{\text{N.º de equivalentes gramo}}{\text{N.º de litros}}$$

La normalidad lo mismo que el peso equivalente depende del tipo de reacción en el que se utilice la disolución. Por ejemplo, una disolución de permanganato de Potasio utilizada en medio ácido actúa conforme la reacción:



Y para preparar un litro de una disolución normal es preciso disolver 1/5 de su mol/g; pero si el permanganato se va a utilizar en medio fuertemente alcalino, reacciona según la ecuación:



Y se necesita un mol de permanganato para preparar un litro de disolución que sea normal para este proceso. Esta misma sustancia aún puede actuar con otros equivalentes de valores 1/7, 1/4 y 3/10 de su mol/g, o mejor dicho de su peso-fórmula.

Esto es causa de que los que se inician en el estudio del análisis volumétrico cometan frecuentes errores en los cálculos del resultado final multiplicando o dividiendo éste por un número entero. Como por otra parte existen casos en que, un expresando claramente la normalidad de las disoluciones, sería preciso escribir, al lado de ella la reacción que se ha utilizado para definirla, la costumbre de utilizar las normalidades en los cálculos volumétricos no por ser general es más recomendable, G. A. Bottomley(1956), juzga que el "peso equivalente" y la "normalidad", son términos que no deben permitirse en un trabajo científico y expresa su creencia de que ambos serán olvidados en el futuro.

En la figura 8 se muestra un equipo titulador semiautomático modelo Titrino con agitador utilizado en la titulación de las muestras del área de volumetría

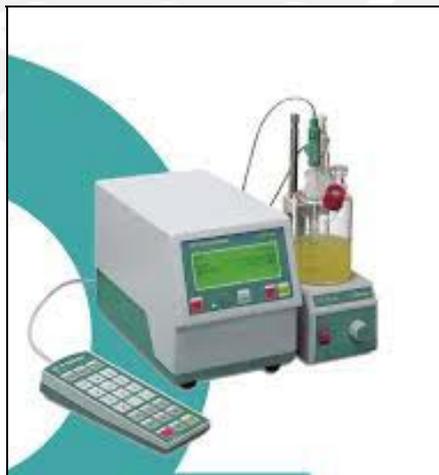


Figura 8 Análisis volumétricos
Fuente HW Kessel

1.3. FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS DE METALES PRECIOSOS POR FUNDICIÓN

Los procesos para analizar Oro y Plata mediante la fundición a nivel del laboratorio sigue los mismos principios y fórmulas que se aplican a nivel industrial para obtener el dore a partir del precipitado que proviene del proceso llamado Merrill Crowe.

El propósito de la fundición es retirar los metales y otras impurezas que se encuentran en mayor concentración, para dar como resultado una aleación de Oro – Plata que típicamente para los metales preciosos están alrededor de 95 %.

Los dos procesos principales son la fundición y copelación para poder obtener el dore en el cual está contenido el Oro y a Plata que son los elementos de interés, presentados en la figura 9.



Figura 9 Procesos de fundición y copelación
Elaboración propia

1.4. DEFINICIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA.

La manufactura esbelta es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios o excesos, entendiendo como exceso todo aquella actividad que no crea valor en un proceso pero sí costos y trabajo, descubriendo continuamente en toda empresa aquellas oportunidades de mejora que están escondidas con el fin de crear procesos más efectivos, innovadores y eficientes.

Para que una empresa esbelta o ágil quiera obtener el mejor beneficio dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, debe de ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios. Para ello debe recurrir a las herramientas idóneas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, tener hábitos que influyan en la cultura y de disponer de una administración congruente con liderazgo que motive el cambio y el auto crecimiento tal como se indica en la Figura 10. (Socconini, 2008)

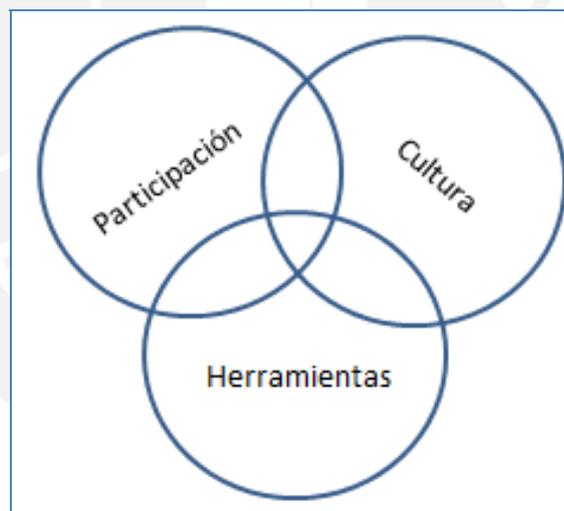


Figura 10 Implementación esbelta
Fuente: Socconini (2008)

La manufactura esbelta es más que un conjunto de herramientas y enfoques, es un modelo de pensar que los gerentes y empleados de todos los niveles de una organización deben de comprender y adoptar. Cada paso en la cadena de Valor afecta la creación de valor de alguna manera; por tanto, los principios y el pensamiento esbelto deben aplicarse con amplitud a toda la cadena de valor. (Collier, 2009)

Una parte fundamental de la manufactura esbelta es que se basa en la participación activa del personal en las mejoras por iniciativa propia, este enfoque se logra facultando a la gente para participar en las mejoras y permitiéndoles tomar decisiones sobre lo que para la producción y sus procesos es relevante en la creación del valor.

1.4.1. PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANUFACTURA ESBELTA

La filosofía de la manufactura esbelta es una forma de concebir los procesos del trabajo y los de la casa. Dicho modo de pensar se edifica en torno de cinco principios que incluyen conceptos, principios y técnicas específicas y pretenden entregar valor a los clientes de una manera eficiente. (Schroeder, 2011)

- **Especificar precisamente qué es aquello acerca de un producto o servicio que crea valor desde la perspectiva del cliente:** El valor lo define el cliente y se brinda en el producto o servicio que el consumidor necesita en un lugar, momento y precio que esté dispuesto a pagar. El valor no es lo que la empresa dice, sino lo que el cliente dice.
- **Identificar, estudiar y mejorar la corriente del valor del proceso para cada producto o servicio:** La corriente de valor identifica todos los pasos y tareas de procedimiento que se pretenden para completar un producto o para proporcionar un servicio desde el principio hasta el fin; por lo tanto una corriente común de valor puede incluir pasos y tareas de procesamiento con o sin un valor añadido, una técnica que ayuda a este principio es el mapeo de la corriente de valor.
- **Asegurarse de que el flujo de un proceso sea simple, uniforme y libre de errores, evitando con ello el desperdicio:** Eliminar todo aquello que no aporte valor al producto o servicio que se produce y entrega al cliente, en lugar de añadir valor el desperdicio incrementa costo. Las empresas quieren eliminar los desperdicios evidentes pero muchas formas de valor están ocultas, las mismas pueden clasificarse de acuerdo a la Tabla 2

Tabla 2 Siete formas de desperdicio

Sobreproducción	Producir más que la demanda de los clientes, dando como resultados inventarios, acarreos, trámites y espacios de almacenamiento innecesarios.
Tiempo de espera	Los operadores y las maquinas esperan que las partes o los trabajos se reciban de los proveedores o de otras operaciones; los clientes esperan.
Transporte innecesario	Movimientos dobles o simples de los materiales debido a una distribución física ineficiente, una falta de coordinación y una mala organización del lugar del trabajo.
Exceso de procesamientos	Diseño deficiente o mantenimiento inadecuado de los procesos, lo que implica mano de obra o tiempo de máquina adicional.
Exceso de inventarios	Demasiado inventario debido a lotes muy grandes, artículos obsoletos, pronósticos deficientes o una adecuada planeación de la producción.
Movimientos innecesarios	Desplazamientos innecesarios de las personas o recorridos adicionales para obtener los materiales.
Defecto	Uso de los materiales, la mano de obra y la capacidad para la producción de defectos, clasificación indebida de partes o costos de las garantías con los clientes

Fuente: Schroeder (2011)

- **Producir solo lo que el cliente requiere:** Implica que para su cumplimiento, se reemplace la mentalidad de productos propuestos por la empresa (Push) en la producción tradicional en masa por la de productos demandados por el cliente (Pull) en la producción esbelta
- **Esforzarse en la perfección:** implica un mejoramiento continuo de todos los procesos, así como un cambio radical cuando ello es necesario. Cuando esto se hace, puede aportarse más valor en la búsqueda de la perfección definitiva para el cliente.

1.4.2. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MANUFACTURA ESBELTA

La manufactura esbelta usa varias herramientas para lograr reducir los costos y desperdicios, pero tiene como base el orden y la limpieza.

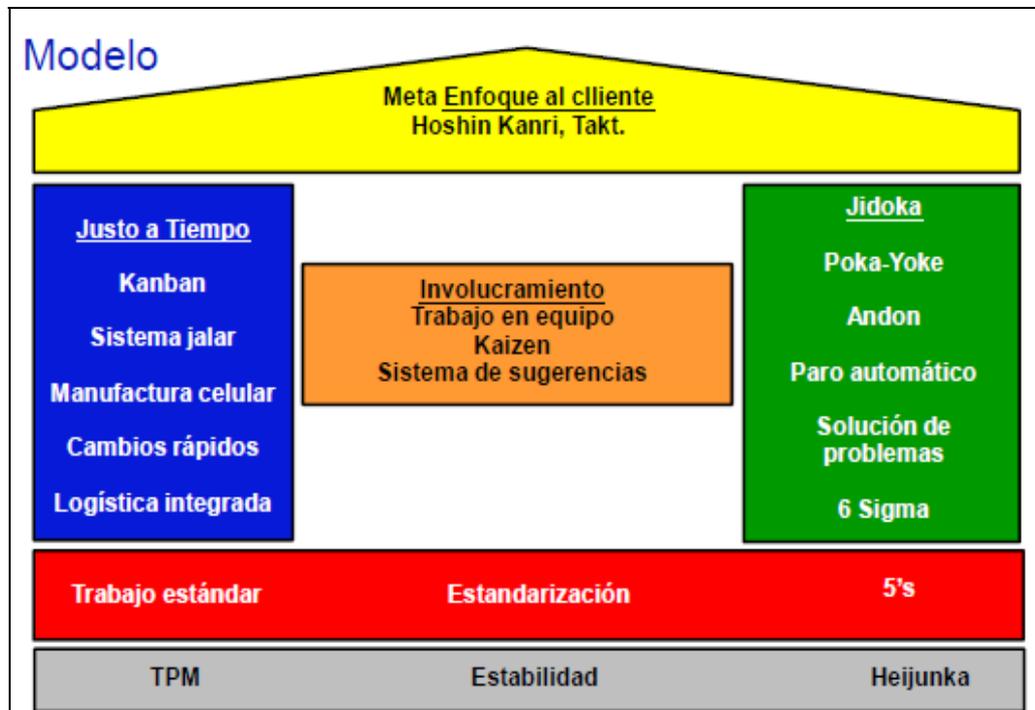


Figura 11 Casa de las herramientas de manufactura esbelta
Fuente Socconini

En la figura 11 se muestra todas las herramientas contempladas para la implementación de la manufactura esbelta, todas estas herramientas nos ayudan al objetivo de la reducción de errores y aumentar la calidad de los productos de las empresas.

1.4.2.1. MAPA DE FLUJO DE VALOR

El mapa de valor se utilizan para conocer a fondo el proceso tanto de la planta como en la cadena de suministro, el cual ha permitido entender completamente el flujo pero principalmente detectar las actividades que no agregan valor al proceso.

Como punto de partida se debe establecer algunos aspectos de las operaciones que se debe contestar al realizar un mapa de valor.

- ¿Cuál es la capacidad del sistema de producción?
- ¿Cuál es el cuello de botella?
- ¿Cuál es la velocidad a la que compra el cliente?

- ¿Cuál es el porcentaje de capacidad disponible?
- ¿Las restricciones son internas o externas?
- ¿Cuáles son las limitantes para las metas del negocio?
- ¿Cómo diseñar el sistema para cumplir con los compromisos?

Este análisis de valor puede aportar información muy valiosa para diseñar un sistema que se adapte a las fluctuaciones de la demanda.

1.4.2.1.1. Definición

Un mapa de flujo de valor es una herramienta cualitativa de los sistemas esbeltos para eliminar el desperdicio o muda, que incluye un diagrama del estado actual, un diagrama del estado futuro y un plan de implementación. (Krajewski, 2008).

El mapa de flujo de valor abarcan toda la cadena de valor, desde que la empresa recibe las materias primas hasta la entrega del producto terminado al cliente, para realizar un mapa de valor se siguen los siguientes pasos ilustrados en la Figura 12.

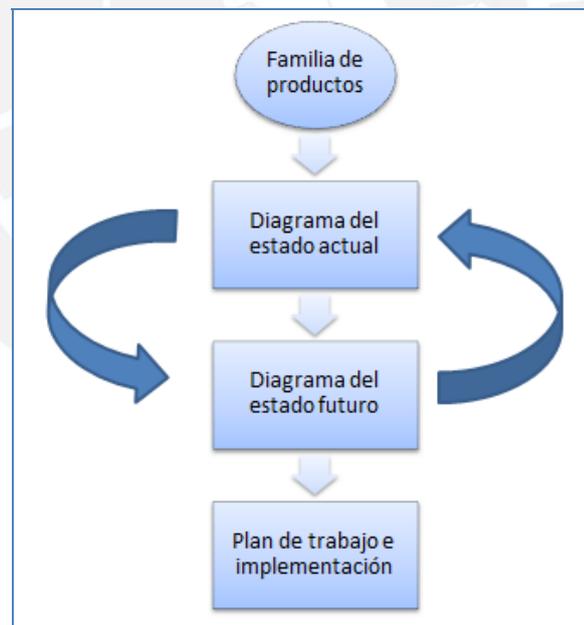


Figura 12 Pasos para trazar un mapa de flujo de valor
Fuente Rother, (2003)

1.4.2.1.2. Procedimiento para crear un mapa de valor

- **Establecer familias de productos**

Para realizar el estudio de la cadena de valor, primero se debe elegir el producto de interés en función a las necesidades que se tengan en el

momento, como tiempo elevado de proceso, sobreproducción, lead time elevado, etc. Será más interesante elegir el producto perteneciente a una familia de productos que compartan la mayor cantidad de procesos y operaciones, de esta manera se aprovechara el estudio no solo para una referencia sino para todo el conjunto.

Para establecer las familias de productos, se debe listar todos los procesos e indicar las operaciones por las que pasa un producto, así como anotar el tiempo de ciclo para cada operación tal como se muestra en la Figura 13.

Operaciones Productos		Cortar piezas	Pintar	Perforar	Esamble electrónico	Cargar Software	Ensamble de módulo de control	Esamble final	Puebas	Empaques	Total
		Modelo	Descripción								
AX - 1	Tablero Básico	25	45	12	45	22	34	114	35	55	387
AZ - 2	Tablero de Control remoto	35	45	14	62	22	56	134	56	66	490
WB - 3	Tablero Web	28	45	19	56	22	44	121	33	49	417
XR - 4	Tableros colors	22	45	11	50	22	32	119	44	51	396
MN - 5	Manual estándar	15	45	5	X	X	X	123	47	48	291
MN - 6	Manual Financiero	10	45	15	X	X	X	123	49	45	286
MN - 7	Manual Global	6	45	15	X	X	X	123	52	42	282

Figura 13 Agrupamiento de familias de productos
Fuente Socconini (2008)

En esta tabla se puede observar que los primeros cuatro productos pasan por el mismo número de operaciones, además podemos observar dos tipos de familias identificadas.

Una familia es un grupo de números de parte que pasan por el mismo número de operaciones y cuyo tiempo total agregado no excede a 30% sobre el rango.

- **Crear el mapa de valor actual**

El mapa del estado actual será un documento de referencia para determinar excesos en el proceso y documentar la situación actual de la cadena de valor.

En este mapa se puede observar los inventarios en procesos e información para cada operación relacionada con su capacidad, disponibilidad y eficiencia. Además proporciona información sobre la demanda del cliente, la forma de procesar la información del cliente a la planta y de la planta a los proveedores, la forma en que se distribuye al cliente y la distribución por parte de los proveedores y, finalmente, la manera en que se suministra la información a los procesos.

Para establecer el mapa de flujo de valor se dispone de un sistema formal de símbolos que permite representar en un papel todos los procesos encontrados en un sistema productivo. Para el caso de flujo de materiales, estos símbolos se pueden apreciar en la Figura 14.

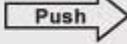
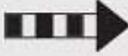
Símbolos del Flujo de Materiales									
									
Operación de Valor Añadido	Operación de Control	1000 piezas 1.3 días Material Parado	Movimiento de Materiales Empujado						
	<table border="1" data-bbox="774 985 885 1108"> <tr><td>T/C: 65 seg.</td></tr> <tr><td>C/S: 400 seg.</td></tr> <tr><td>2 Turnos</td></tr> <tr><td>OEE: 60%</td></tr> </table>	T/C: 65 seg.	C/S: 400 seg.	2 Turnos	OEE: 60%	<table border="1" data-bbox="949 996 1061 1064"> <tr><td>máx. 30 Piezas</td></tr> <tr><td>—FIFO—</td></tr> </table>	máx. 30 Piezas	—FIFO—	
T/C: 65 seg.									
C/S: 400 seg.									
2 Turnos									
OEE: 60%									
máx. 30 Piezas									
—FIFO—									
Movimiento de Material Tirado	Datos de Proceso	Flujo de Materiales en Secuencia	Localizaciones Externas						
									
Transporte por Camión	Transporte Interno	Supermercado							

Figura14 Iconos del flujo de material
Fuente Rajadell (2010)

Una vez dibujado el mapa de la situación actual con respecto al flujo de materiales, se debe seguir el flujo de la información existente entre los clientes, la planta y todos los proveedores.

La simbología estándar que se utiliza para la identificación del flujo de la información es la que se indica en la Figura 15.

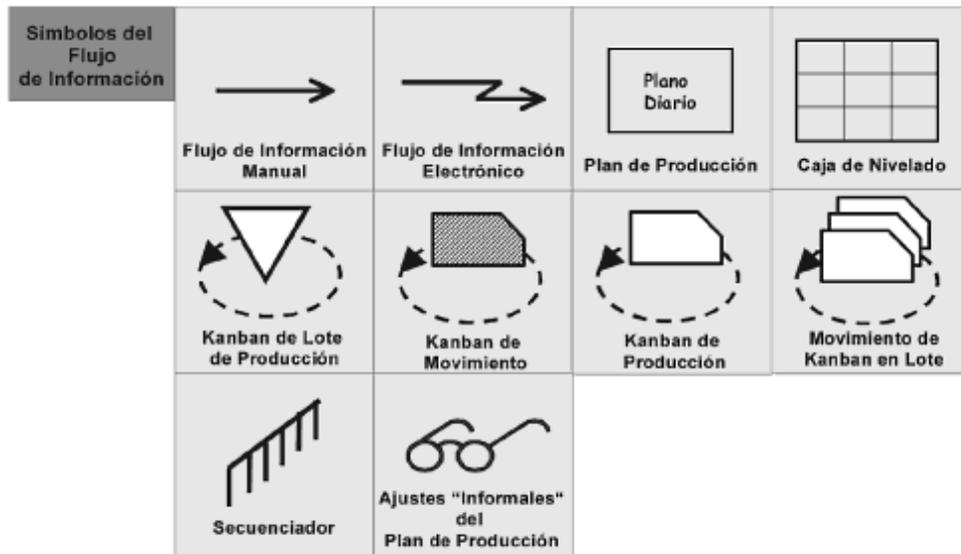


Figura15 Iconos de flujo de información
Fuente Rajadell (2010)

Una vez obtenidos todos los pasos de los diferentes procesos para la obtención del producto, el grupo de trabajo se retira a un lugar donde comenzarán a dibujar siempre a mano, con papel y lápiz los diferentes símbolos para cada tarea donde finalmente se obtendrá el mapa actual.

Según Rajadell(2010) para obtener el mapa actual se presentan los siguientes pasos.

- Flujo de materiales a partir del cliente
- Se representan las operaciones apuntadas en la hoja "Análisis del flujo del proceso"
- Se presenta el flujo de información
- Se calcula y representa el lead time
- Se dispone del mapa completo

El flujo de materiales siempre comienza por el cliente con los datos referentes al producto seleccionado. Se dibuja una caja de datos debajo del icono del cliente y se anotan todos los requerimientos o condiciones, se deben incluir las necesidades mensuales y diarias de cada producto, y el número de contenedores por día.

En los iconos de camión deben anotarse de forma precisa las frecuentes entregas, seguidamente se colocan las diferentes operaciones apuntadas en

la hoja “Análisis del flujo del proceso” junto con todos los datos numéricos que se han obtenido.

Se representan las operaciones del proceso de fabricación, cada proceso es representado por un icono que se etiqueta y se dibujan cajas para los datos debajo de cada icono del proceso. Ver Figura 16.

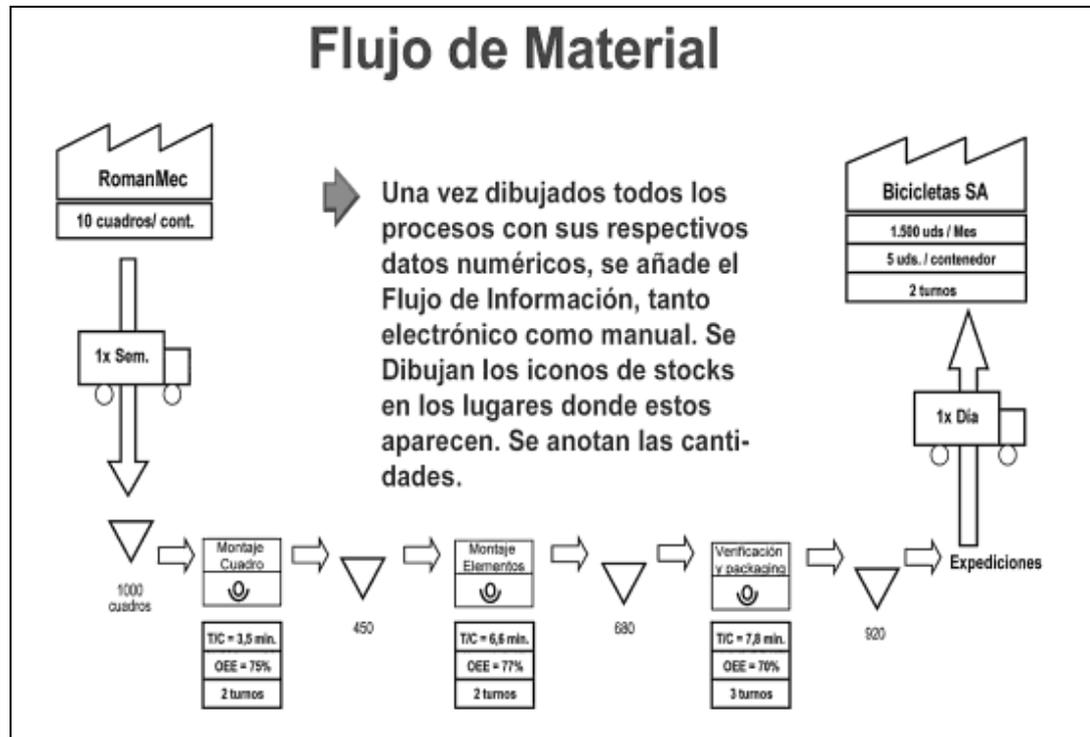


Figura 16 Flujo de material
Fuente Rajadell (2010)

Una vez representados todos los procesos con sus respectivos datos numéricos, se añade el flujo de información, se dibujan los iconos de stocks en los lugares donde estos aparecen, se anotan todas las cantidades.

Después de que todos los miembros del equipo están de acuerdo con los detalles del mapa de flujo de valor, se hace una versión final. Independientemente de la complejidad del proceso objeto de estudio, anotar con suficiente detalle para entender el funcionamiento y evitar convertir el mapa en algo confuso y difícil de entender.

Según Rajadell(2010), para dibujar el mapa de flujo de valor que define la situación actual del sistema conveniente se debe tener presente las siguientes consideraciones.

- Entender cuál es la situación inicial antes de poder decidir hacia donde se desea ir.

- La información que se representa ha de ser precisa (tomando datos cuantificados) y útil de manera que deben evitarse los datos irrelevantes.
- La información debe recogerse en la planta (gemba), ya que obviamente no debe usarse datos tipo estándar. Durante la fase de recogida de datos debe aprovecharse la oportunidad de escuchar las opiniones y las preocupaciones de los operarios, porque la conversión en una empresa lean incluye la integración en el proceso de los conocimientos y la creatividad de todos.
- Para la representación gráfica deben utilizarse los símbolos establecidos y se recomienda utilizar un lápiz o una pizarra ya que se producirán numerosos cambios, ver figura 17.
- Debe anotarse solo el proceso, no las excepciones en dicho proceso.

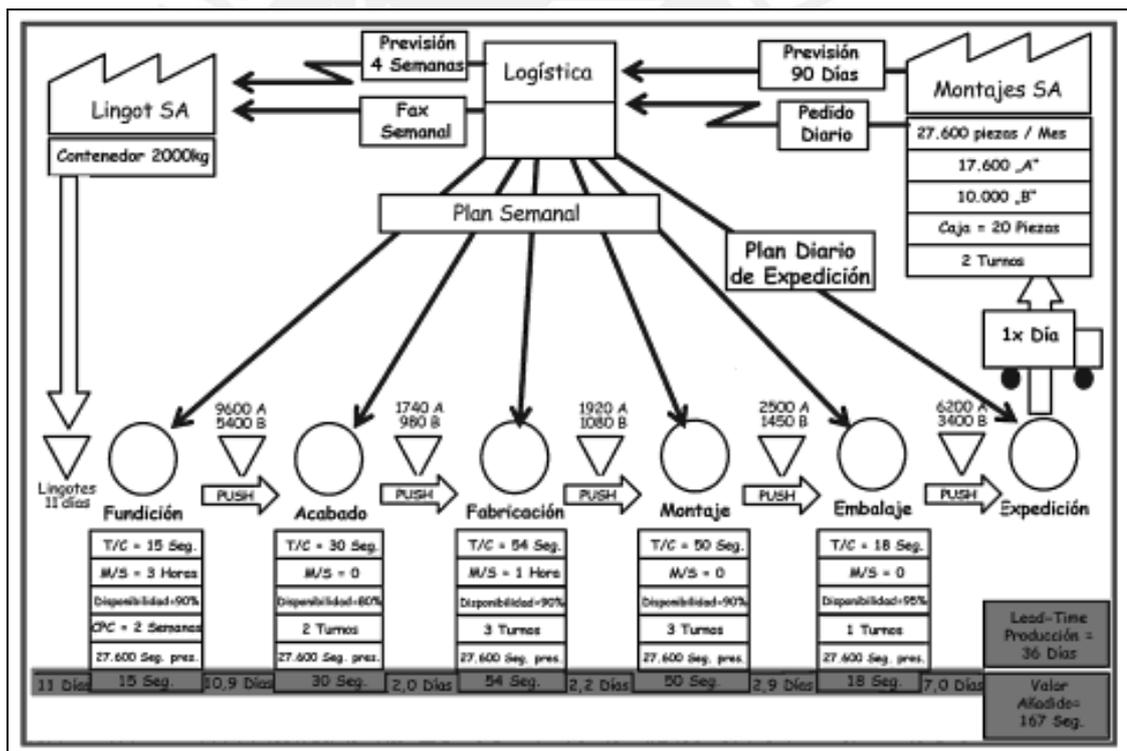


Figura 17 Iconos de flujo de información
Fuente Rajadell (2010)

• **Crear el mapa de Valor futuro.**

Terminado el mapa del estado actual, los analistas pueden usar los principios de los sistemas esbeltos, como la nivelación de las cargas de trabajo, programación por el método de tirón, tarjetas Kanban y otras

El diagrama del estado futuro resalta las causas de desperdicio y cómo eliminarlas, el desarrollo de los estados actual y futuro son esfuerzos que se traslapan. Finalmente el plan de implementación para el logro del estado futuro.

El mapa del estado futuro se convierte, en esencia en una guía para la implementación del sistema esbelto, y se va puliendo a medida que la implementación avanza. Cuando el estado futuro se vuelve una realidad, se traza un nuevo mapa del estado futuro, llegando así al mejoramiento continuo en el nivel del flujo de valor. Es interesante indicar que Krajewski, (2008, p.362) define que la meta del mapa de flujo de valor es *“acercar la tasa de producción de todo el proceso a la tasa demandada deseada por el cliente”*.

Los beneficios de aplicar esta herramienta al proceso de eliminación de desperdicio incluyen una reducción en los tiempos de entrega e inventarios de trabajo en proceso, tasas inferiores de reelaboración y desperdicio y costos inferiores de mano de obra directa.

- **Realizar mejoras mediante la aplicación de eventos Kaizen**

Kaizen, palabra japonesa que significa mejora gradual y continua en forma ordenada, es una filosofía que comprende todas las actividades de negocios y a todos los integrantes de una organización. En la Filosofía Kaizen, la mejora en todas las áreas del negocio (Costo, cumplimiento de los programas de entrega, seguridad de los empleados y desarrollo de sus habilidades, relaciones con los proveedores, desarrollo de nuevos productos o productividad) sirve para aumentar la calidad de la empresa. (Evans, 2008) El concepto de Kaizen tiene que estar arraigado en la mente de directivos y empleados, que a menudo ni siquiera piensan en términos de mejora, al enseñar la filosofía Kaizen a las personas y capacitarlas en el uso de las herramientas básicas para mejorar la calidad, los trabajadores pueden llevar esta filosofía a su labor y buscar formas de mejorar continuamente.

Según Evans (1991), para que un programa Kaizen tenga éxito, se requieren tres cosas: prácticas operativas, involucramiento total y entrenamiento.

Las prácticas operativas exponen nuevas oportunidades de mejorar. El enfoque JIT permite descubrir el desperdicio y la ineficiencia, así como la mala calidad. En segundo lugar, en la filosofía Kaizen todos los empleados buscan la mejora. Los directivos, por ejemplo, ven la mejora como un componente inherente de la estrategia corporativa y apoyan las actividades de mejora distribuyendo los recursos con eficiencia y ofreciendo estructuras de reconocimientos que dan lugar a la mejora. La gerencia media puede implementar los objetivos de los directivos mediante el establecimiento, actualización y mantenimiento de estándares operativos que reflejan estas metas, mejorando la cooperación entre los departamentos y logrando que los empleados tomen conciencia de sus responsabilidades con la mejora y desarrollo de sus habilidades para solucionar problemas a través de la capacitación y el entrenamiento.

Los supervisores pueden prestar mayor atención a la mejora y menos a la supervisión, lo que a su vez facilita la comunicación y ofrece una mejor guía para los trabajadores. Por último, los empleados pueden participar en la mejora a través de sistemas de sugerencias y actividades de grupos pequeños, programas de autodesarrollo que enseñan técnicas prácticas de solución de problemas y mayores habilidades para el desempeño laboral. Todas estas mejoras requieren de una capacitación significativa, tanto en la filosofía como en las herramientas y técnicas.

Kaizen requiere de un significativo cambio cultural de cada uno en la organización, desde los altos ejecutivos hasta los empleados en la línea del frente. En muchas organizaciones, esto es difícil de lograr. Como resultado y también porque el típico enfoque de negocio a corto plazo que busca la solución, Kaizen no siempre es implementado de manera adecuada.

1.4.2.2. LAS 5 S

Los trabajadores no pueden ser eficientes si sus lugares de trabajo están desordenados o desorganizados. Se puede desperdiciar mucho tiempo en buscar la herramienta correcta o al cambiar de sitio los materiales que pueden estar dispersos. Las plantas de manufactura eficientes son limpias y están bien organizadas, las empresas usan los principios 5S para crear este ambiente de trabajo. (Collier, 2009)

1.4.2.2.1. Que son las 5S

Es una metodología de trabajo que consiste en desarrollar actividades de orden, limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual y grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y la productividad.

Según Rey F, los 5S son principios japoneses cuyos nombres comienzan en S como se muestra a continuación:

Seiri(Organizar y Seleccionar).-Se trata de organizar todo, separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/máquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar. (Rey, 2005).

Seiton(Ordenar).- Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa, Además, vamos a colocar las normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente.

Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. (Rey, 2005).

Seiso (Limpiar).- Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados.

No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo como son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, dónde están los focos de suciedad de su máquina/puesto. (Rey, 2005).

Seiketsu (Mantener la Limpieza).- A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente

una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos. (Rey, 2005).

Shitsuke(Rigor en la aplicación de consignas y tareas).- Realizar la auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Estos principios se pueden observar en la Figura 18.

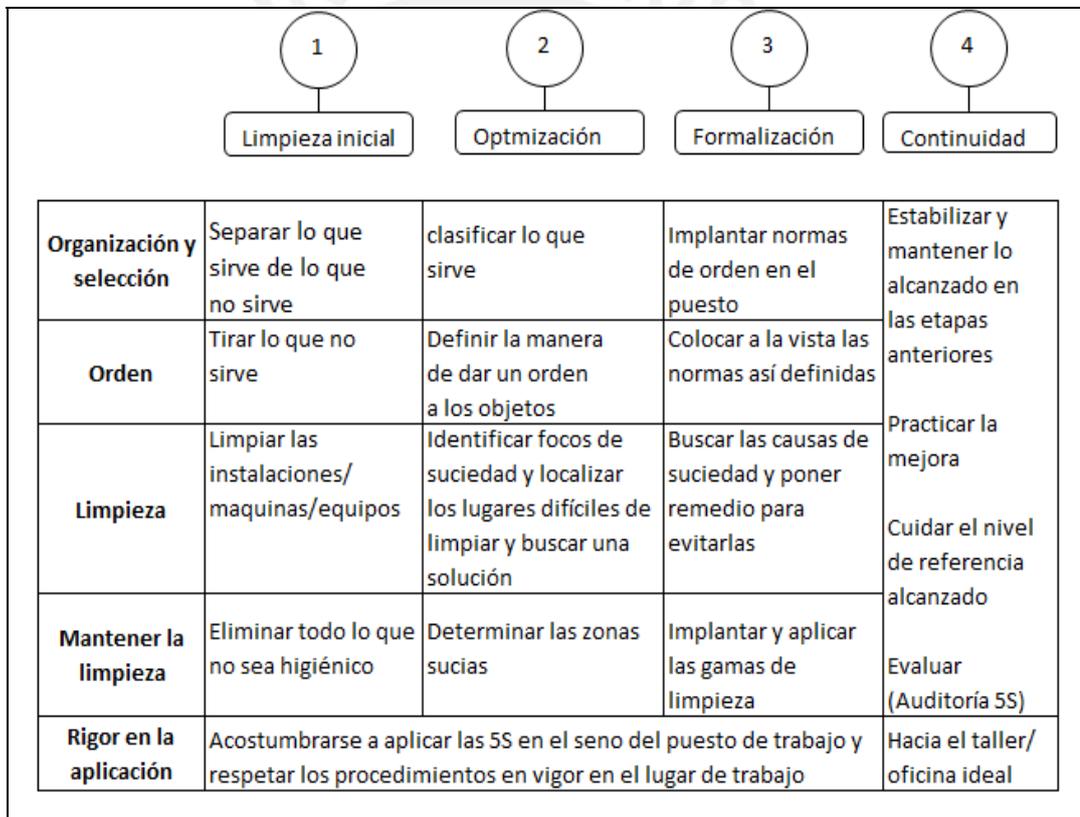


Figura 18 Síntesis del proceso 5S
Fuente Rey (2005)

1.4.2.3. EVENTOS KAIZEN PARA APLICAR MEJORAS LA PROCESO

Kaizen es una palabra japonesa que significa “mejora”. Sin embargo, solo recibió el término de “continua” hasta que sus principios empezaron a ser adoptados por organizaciones occidentales. En la cultura japonesa todos tienen claro (por tradición) que al hablar de mejora se habla de cambios constantes, mientras que en occidente se tiene la costumbre de especificar lo que se necesita. Así pues, hoy en día todos relacionamos el concepto de kaizen con” mejora continua”.

Kaizen es una forma poderosa de hacer mejoras en todos los niveles de la organización, y hoy en día la practican las corporaciones líderes de todo el mundo. Su principal utilidad radica en su aplicación gradual y ordenada, que implica el trabajo conjunto de todas las personas en la empresa para hacer cambios sin hacer grandes inversiones de capital.

Para entender el poder de la mejora continua se debe preguntar cuántas mejoras aporta cada persona a la organización en la que trabaja. Por ejemplo, si cada trabajador aporta tan solo 10 propuestas al año, serían 10000 mejoras al año en una compañía de 1000 empleados. Como consecuencia, tendríamos un sinnúmero de cambios y nuevas oportunidades de ser más productivos. No se necesitan cambios espectaculares, sino mayores de 1%, pero hay que hacerlos todos los días.

Un evento kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes. Mediante estas acciones, los dueños de los procesos y los operadores pueden realizar mejoras significativas en su lugar de trabajo que se traducirán en beneficios de productividad (y como consecuencia, de rentabilidad) para el negocio.

1.4.2.3.1. Objetivos de los eventos kaizen

Los eventos kaizen resultan extremadamente efectivos para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas que ayudan a:

- Reducir los desperdicios (menos mudas)
- Mejorar la calidad y reducir la variabilidad (menos muras)
- Mejorar las condiciones de trabajo (menos muris)

Será en la implementación de estos eventos kaizen cuando surja la necesidad de utilizar algunas herramientas Lean, dependiendo de las metas que cada organización quiera alcanzar.

1.4.2.3.2. Aplicación de los eventos kaizen

Por lo general, la aplicación de eventos de mejora se lleva a cabo cuando:

- Existe un problema de calidad
- Se quiere mejorar la distribución de áreas.
- Se necesita reducir el tiempo de preparación de las maquinas
- Se necesita disminuir el tiempo de entrega a los clientes (internos o externos)
- Se desea reducir los gastos de operación
- Se necesita mejorar el orden y la limpieza
- Se quiere reducir la variabilidad de una característica de calidad
- Se desea hacer más eficiente el uso de equipos

1.4.2.3.3. Logros con los eventos kaizen

- Mejoras rápidas en el desempeño de procesos específicos de producción o celdas de manufactura
- Tiempos muy cortos de cambio de productos
- Mejores distribuciones de planta
- Mejor desempeño de la maquinaria
- Mejora en orden y limpieza
- Mejor calidad de primera intención
- Mejor comunicación entre los operadores
- Mayor capacidad de producción
- Condiciones de trabajo más seguras y ergonómicas

Como se muestra en la figura 19, en una empresa con un enfoque tradicional, las actividades que no agregan valor superan por mucho a las que si lo hacen, y son las principales causas de los problemas de competitividad.



Figura 19 Distribución de actividades inicial
Fuente Socconini

1.4.2.3.4. Resultados esperados después de un evento kaizen

El objetivo de un evento kaizen es que al finalizar cada proyecto de mejora, la empresa vea cambios en los resultados de los procesos al ir eliminando sus fuentes de pérdida (muda, mura, muri).

El desperdicio en el trabajo total de un proceso debe ser cada vez menor, con lo cual se provechan mejor los recursos del negocio y se incrementa su rentabilidad y respuesta al cliente, como se muestra en la figura 20.



Figura 20 Distribución de actividades final
Fuente Socconini

1.4.2.3.5. Tiempo que toma realizar un evento kaizen

Dependiendo del impacto en el proceso y la dificultad del mismo, regularmente toma de uno a cinco días llevar a cabo cada evento kaizen. Es

importante tener claro que este rango no es al azar; esto significa que cada equipo debe tener bien definida la agenda de trabajo antes de iniciar el evento. Así pues, se debe conocer con anterioridad si se dedicará un día, dos o cinco, ya que todos los miembros del equipo deben programar muy bien su agenda de trabajo para que puedan dedicarse de manera ininterrumpida al evento, sin que sus labores diarias los distraigan del mismo.

Si se cuantifica el tiempo efectivo que se ha dedicado a un trabajo que ha tardado meses en realizar y que ha producido cambios significativos, se puede determinar que no son más de 40 o 48 horas efectivas. El problema es que, como siempre se está ocupado resolviendo problemas a corto plazo, no se dedica tiempo efectivo a la mejora.

1.4.2.4. MANUFACTURA CELULAR

Manufactura celular es un concepto de fabricación en el que la distribución de la planta se mejora de manera significativa haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo drásticamente el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones.

La manufactura celular consiste en agrupar máquinas y operaciones secuenciales, en las que se pueda fabricar un producto completo de principio a fin sin recurrir tanto al uso de transportes, eliminando inventarios en proceso y haciendo fluir la producción continuamente. En empresas tradicionales, los procesos están separados o departamentalizados, lo cual provoca que se tengan que almacenar, mover, trasladar y manipular los materiales por muchas áreas antes de terminarlos.

1.4.2.4.1. Utilidad de la implementación de manufactura celular

Las siguientes son algunas de las utilidades de aplicar células de manufactura:

- Da continuidad en las operaciones de la planta
- Elimina inventarios en proceso que tienen un costo económico y generan defectos por manipulación
- Crea procesos flexibles al producir diversos productos en una sola área.

- Aumenta la flexibilidad y eficiencia de las empresas
- Permite que los operadores sean más eficientes ya que se puede producir lo mismo con menos personas
- Los operadores se involucran en más tareas relacionadas con el producto, al grado de que a veces un solo trabajador elabora un artículo completo, incrementado así su sentido de pertenencia con ese producto.
- Conecta directamente las operaciones para evitar transportes, demoras, movimientos de materiales, inventarios en proceso y sobreproducción.

1.4.2.4.2. Cuándo utilizar manufactura celular

La manufactura celular se utiliza cuando se necesita acortar los tiempos de respuestas de un proceso o de entrega al cliente, mediante una mayor variedad y volúmenes bajos o medios de producción. Además, se utiliza cuando la demanda del mercado empieza a ser muy variable y la gama de productos demandados es mayor que antes.

1.4.2.4.3. Tiempo para implementar la manufactura celular

Para el diseño de nuevos procesos se necesita de uno a dos meses, ya que no siempre se dispone de toda la información necesaria (como los estándares de trabajo ya explicados) para apoyar el proyecto y es necesario hacer investigaciones.

Si se trata de rediseñar procesos existentes, puede tomar de una a dos semanas, ya que es fácil recolectar la información necesaria y existen los elementos para realizarlo en poco tiempo. Sin embargo, en algunas empresas, contadas por cierto, este tiempo puede ser mayor debido a que el cambio de ubicación de las estaciones de trabajo puede requerir cimentaciones o instalaciones especiales.

1.4.2.5. SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

Para entender esta metodología se puede pensar lo que sería de un piloto de Fórmula 1 que está realizando una espléndida carrera manteniéndose adelante, si cuando parara en su box para cambiar los neumáticos, justo en ese momento, los mecánicos se fueran a buscar los materiales al camión, no

encontraran las herramientas o cada rueda estuviera fijada al coche con cuatro tuercas imposibles de aflojar.

Hace algunos años esta analogía se comparaba con algunos sectores de la industria, cuando Shigeo Shingo analizó el enorme tiempo que se requería para cambiar ciertos tipos de troqueles y moldes en el momento de cambiar de modelo en una línea de producción. Esa enorme parada que provocaba el cambio de un producto a otro, llevaba a que en las fábricas, se produjeran lotes de gran tamaño de manera que no fuera necesario el cambio de un determinado molde, más que “de vez en cuando”.

EL SMED (Single Minute Exchange of Die), que en su traducción al español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”, nació precisamente de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando el proceso de cambio de una matriz a otra.

Cuando se produce un cambio de matriz en una prensa o cualquier otro útil en una máquina de producción, se realizan unas operaciones que incluyen las tareas de preparación y ajuste que se realizan antes y después de procesar cada lote.

Estas operaciones se pueden clasificar en dos tipos:

1. Preparación interna: Incluye todas las tareas que solo pueden hacerse estando la máquina parada. Por ejemplo, en una prensa solo puede montarse una nueva matriz estando la máquina parada y en el caso de nuestra carrera de Fórmula 1, solo se pueden cambiar las ruedas y poner gasolina en los depósitos cuando el coche para en los “pits”.

2. Preparación externa: Esta clase de preparación incluye las tareas que pueden hacerse con la máquina en funcionamiento. Por ejemplo, los pernos que hay que instalar en la matriz pueden ensamblarse o desmontarse mientras la prensa está operando. Si pensamos en el bólido, se ha comentado anteriormente que los mecánicos pueden preparar todos los elementos del cambio (ruedas, herramientas, etc.) mientras el coche vuela sobre el asfalto.

Esta misma técnica aplicada a la preparación de equipos, máquinas o líneas de producción durante las actividades de cambio de modelo o producto o, también durante la ejecución del mantenimiento, como por ejemplo el

mantenimiento preventivo, puede conllevar a reducir hasta en un 60% los tiempos de parada programada de máquina.

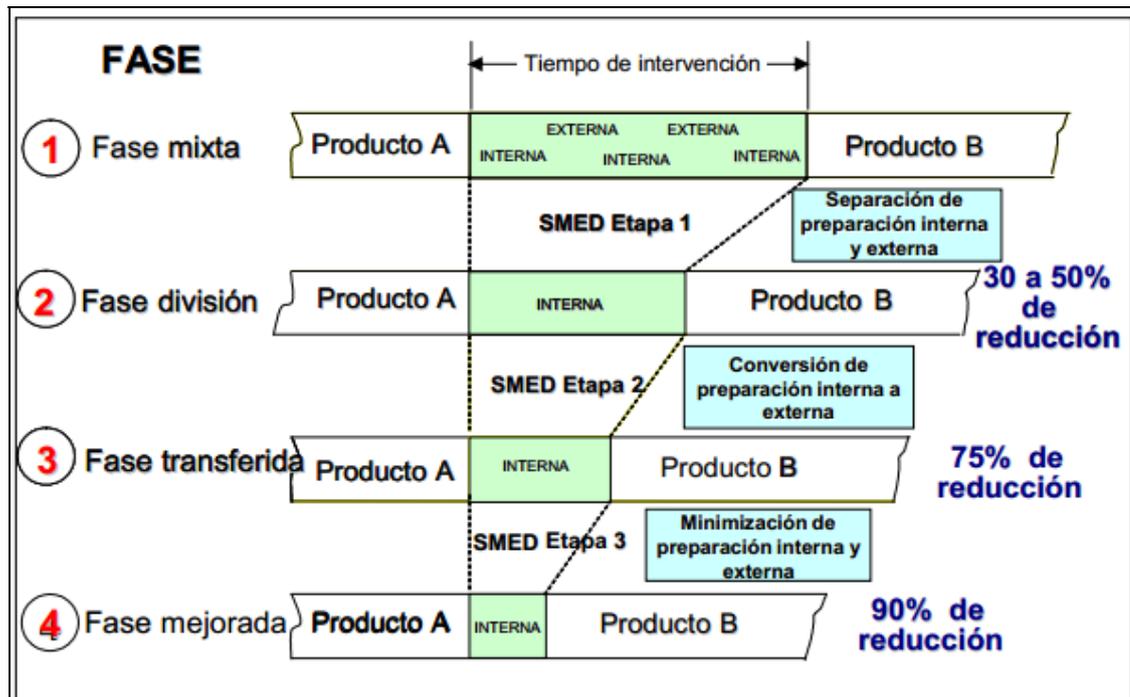


Figura 21 Visión general del sistema SMED
Fuente Lean –Visión

El sistema SMED es un método probado que puede dar grandes resultados en una situación donde una máquina está involucrada en el proceso. En ese caso se necesita apenas, seguir la receta y ejecutar los 3 pasos o etapas del SMED (Fig. 21). No siempre será posible reducir los % indicados, sin embargo, al aplicar las fases del SMED los tiempos de intervención se reducen drásticamente.

ETAPA 1. Luego de la revisión de las actividades de preparación internas y externas. El primer paso y quizás el más importante. Como primer paso para mejorar el tiempo de preparación es distinguir las actividades que se llevan a cabo: Preparaciones externas y preparaciones internas. El tiempo es reducido eliminando del tiempo de preparación interna todas las tareas que pueden ser desempeñadas mientras el equipo está en funcionamiento, este es el primer paso en las mejoras. Se pueden conseguir reducciones de tiempo de hasta 50% sin casi nada de inversión.

ETAPA 2. Conversión de preparaciones internas en externas. Los siguientes métodos pueden ser usados para convertir las preparaciones o actividades internas a externas:

- Preensamble. Hacer esto durante la preparación externa, posicionarlo en la preparación interna.
- Uso de estándares o plantillas de rápido acomodo. Considere el uso de plantillas de rápido posicionamiento.
- Elimine los ajustes. Establezca valores constantes que permita intervenciones rápidas.
- Use plantillas intermedias. Tienen preparada la herramienta en la posición ya ajustada.

Para eliminar pequeñas pérdidas de tiempo considere las siguientes preguntas:

- ¿Qué preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
- ¿Qué herramientas se deben tener a la mano?
- ¿Están las herramientas y plantillas en buenas condiciones?
- ¿Qué tipo de mesa de trabajo es necesaria?
- ¿Dónde deberían los dados y plantillas colocarse después de ser removidos, si serán transportados?
- ¿Qué tipo de partes son necesarias, cuantas se necesitan?

Tres reglas simples deben tenerse en mente al tratar de mejorar tiempos de intervención:

- Que no se busque por partes o herramientas.
- No mover cosas innecesariamente, establecer la mesa de trabajo y el área de almacenaje de forma apropiada.
- No usar las herramientas o repuestos incorrectos. Estas reglas están relacionadas a las 2 primeras etapas de la aplicación de las 5S: Seiri (clasificación) y Seiton (orden). Implementando mejoras descubiertas por este tipo de interrogaciones, se puede reducir el tiempo de preparación en un 30-50%.

ETAPA 3. Perfeccionar los aspectos de la operación de preparación. En esta etapa se busca perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales.

- Preparaciones externas.
- Preparaciones internas.

Aunque se recomienda ser sistemático, esta etapa suele hacerse junto con la segunda. Se deja para una “tercera etapa” la mejora de las operaciones externas.

Para reducir operaciones o mejorarlas es preciso preguntarse...

- ¿Es necesaria la tarea? ¿Puede eliminarse?
- ¿Son apropiados los procedimientos actuales?, ¿Son difíciles?
- ¿Puede cambiarse el orden de las tareas?, ¿Pueden hacerse de forma simultánea?
- ¿Es adecuado el número de personas?
- ¿Cuál es la carga de trabajo de las personas que intervienen en la máquina?

Eliminando ajustes. Muchos ajustes pueden ser ejecutados sin prueba y error, sólo los ajustes inevitables deben permanecer. Para eliminar ajustes analice su propósito, causas, métodos actuales y eficacia.

- Investigue causas. Identifique porqué los ajustes son necesarios.
- Considere alternativas y finalmente considere mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes.
- Mejora de ajustes inevitables.

Cuando los ajustes no pueden ser eliminados, varias estrategias pueden ser adoptadas:

- Seleccione valores definidos. Use valores constantes para evitar ajustes, considere métodos de medición que permitan evaluar con valores numéricos, o intente diferentes atributos.
- Establezca un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes.
- Mejore y/o incremente las destrezas de los trabajadores practicando los procedimientos.

Después de pasar por estas tres fases de mejora en la aplicación del SMED, es seguro que el tiempo de preparación de máquinas se debe de haber reducido a un punto en el cual las líneas de producción tendrán mayor disponibilidad, podrán trabajar con lotes más pequeños y los tiempos de entregas de producto habrá mejorado, necesitándose para ello, menos inventario. Así, se habrá superado una etapa más hacia la productividad, haciendo que la empresa sea más flexible y más rápida.

CAPITULO 2. ESTUDIO DE CASO

2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

LOGISTICA S.A.C. disponía, de un depósito de 7,000 m². Este cambio hizo reorientar de manera inmediata sus actividades hacia la mediana minería manteniendo su posición de liderazgo en la pequeña minería. En el año 1996 LOGISTICA SAC inauguró un depósito en el Callao de 33,560 m² de losa para almacenar concentrados e instalaciones, incluyendo un moderno laboratorio de análisis, maquinaria pesada y equipos complementarios necesarios. En el año 2001 manejaba unas 420,000 TM en este depósito (300,000 de LOGISTICA SAC y 120,000 de servicios). Este Depósito fue desactivado y se puso en proceso de venta.

El 1º Octubre del año 2001 LOGISTICA SAC tomó el control de un ex depósito de Minerales de 77,000 m², único conectado a las minas del centro del país y la refinería de la Oroya por ferrocarril y a sólo 500 metros del Puerto del Callao, después de ganar la Concesión por 30 años mediante concurso internacional.

En este nuevo depósito se ha desarrollado un intensivo programa de mejoras con una inversión a la fecha de algo más de US\$ 10 millones. En la remodelación integral de las instalaciones se ha invertido en 14 meses la suma de US\$ 2.5 millones; en la construcción y puesta en marcha de un depósito hermético para concentrados de Plomo: US\$ 2.3 millones; una reciente ampliación de 24,000 m² de una nueva losa reforzada, hacia el patio colindante de Ferrovías y un estacionamiento de 4650 m² para camiones, con US\$ 1.0 millón, llevaron al depósito a 105,000 m² de instalaciones. Otros US\$ 4.2 millones se han invertido hasta la fecha en nuevos equipos y otras mejoras.

El depósito maneja aproximadamente 1'200,000 toneladas de exportación que representan el 62% del total de las exportaciones del Puerto del Callao y el 100 % de las importaciones de Cobre, Carbón y Coke. De esta forma, LOGISTICA SAC ha pasado a ser líder en servicios logísticos de almacenamiento, embarque, desembarque y análisis químico a la minería del país, cumpliendo con estándares internacionales de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente, orientados a la satisfacción de sus clientes.

2.1. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

La gestión de esta nueva empresa se apoya en personas altamente calificadas, el trabajo en equipo, la innovación constante de sus procesos; el respeto por la comunidad y el compromiso con el medio ambiente que buscan la excelencia en la calidad de sus servicios. Prueba de este nuevo ordenamiento es que LOGISTICA SAC mantiene desde el 2003 la certificación internacional ISO 9001 de Calidad y desde el 2004 el ISO 14001 de Gestión de Medio Ambiente. Ambas certificaciones vienen siendo renovadas periódicamente luego de severos procesos de auditoría internacional.

La cadena de mando de la empresa es jerárquica y la plana gerencial se encuentra conformada por un Gerente General (Gerente a Nivel de Negocio) y cuatro Gerentes Funcionales (Operaciones, Servicios, Proyectos y Finanzas) como se muestra en la figura 22. Se define al Gerente General como Gerente a Nivel de Negocio ya que le reporta a Directores de nivel corporativo que califican como Gerentes a nivel corporativo, para el caso de esta organización.

De forma estratégica se ha sub dividido la parte operativa en las actividades que se realizan netamente en el almacén y aquellas que se realizan dentro del edificio administrativo como son el laboratorio, muestrera.

Dentro de la gerencia de servicios se engloba los mantenimientos de las maquinarias y equipos que se tienen dentro del depósito del mantenimiento estructural es decir todo aquello que implica modificaciones de áreas e instalaciones.

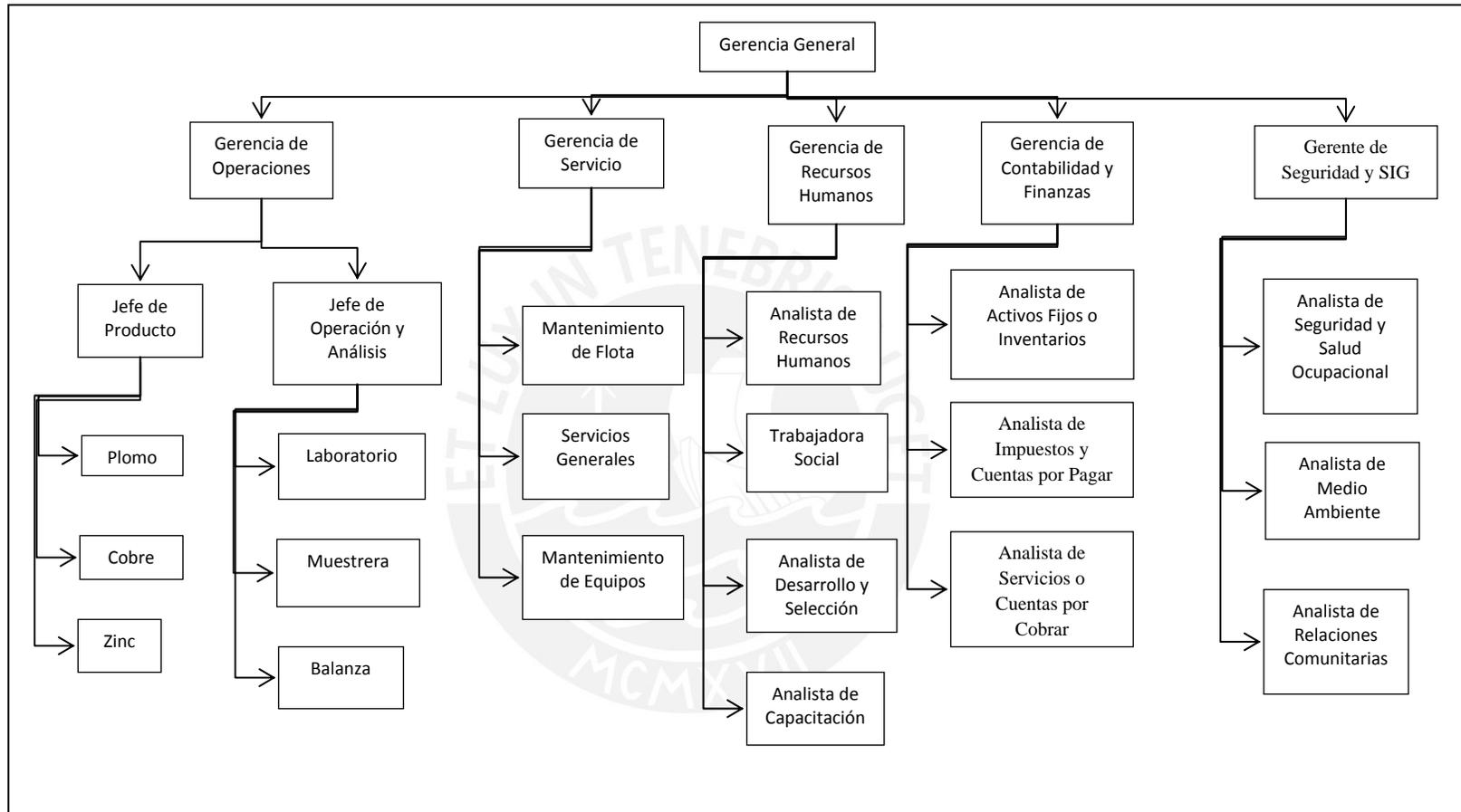


Figura 22 Organigrama empresa LOGÍSTICA SAC
Elaboración: propia

2.1.2. CULTURA ORGANIZACIONAL

La empresa cuenta con una cultura organizacional bastante fuerte, con valores fundamentales bien arraigados y difundidos, centrados en el valor de la persona y la actitud de servicio, tanto al prójimo como al cliente final. Este concepto se reafirma con los compromisos voluntarios asumidos en la certificación de su sistema integrado de Calidad, Medio Ambiental y de prevención de la Seguridad y Salud Ocupacional.

Los valores por los que se rige son tomados de la base corporativa y se aplican para todas las subsidiarias, se detallan sin ningún orden en particular:

- Pasión por el cliente
- Trabajo en equipo
- Honestidad
- Responsabilidad
- Creatividad

2.1.3. PROCESOS DE LA EMPRESA

La empresa tiene certificación de calidad ISO 9001 y de medio ambiente ISO 14001; por lo tanto su mapeo de procesos de la figura 23 está orientado al cumplimiento de los requisitos de ambas normas.

Se muestra como procesos principal de acondicionamiento de material: la recepción, almacenamiento, mezcla y despacho y dentro de estos procesos tenemos procesos adicionales como: pesaje, muestreo y análisis químico.

Como procesos de dirección tenemos revisión por la dirección, planificación comercial, planificación estratégica y operativa.

Como procesos de soporte tenemos: gestión de mantenimiento y servicios, gestión de contabilidad y finanzas, gestión de capital humano, gestión de abastecimiento y gestión de calidad, dentro de sus principales pilares tenemos auditorías internas, medición, análisis y mejora de los procesos y de los servicios, acciones correctivas y preventivas y por ultimo medición y análisis de la satisfacción del cliente.

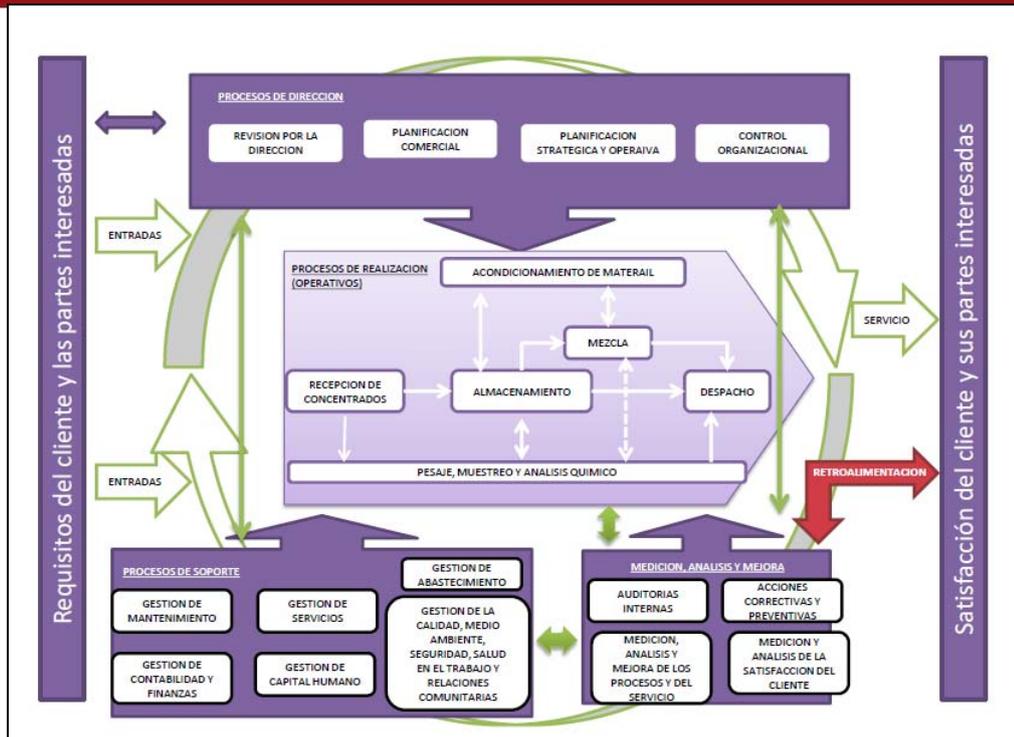


Figura 23 Mapeo de procesos
Elaboración Propia

2.1.3.1. PROCESOS DE OPERACIONES

Consta de las operaciones referentes al almacenamiento y tratamiento de los minerales y concentrados que llegan al depósito del callao de los diferentes clientes de la empresa. Ver figura 24.

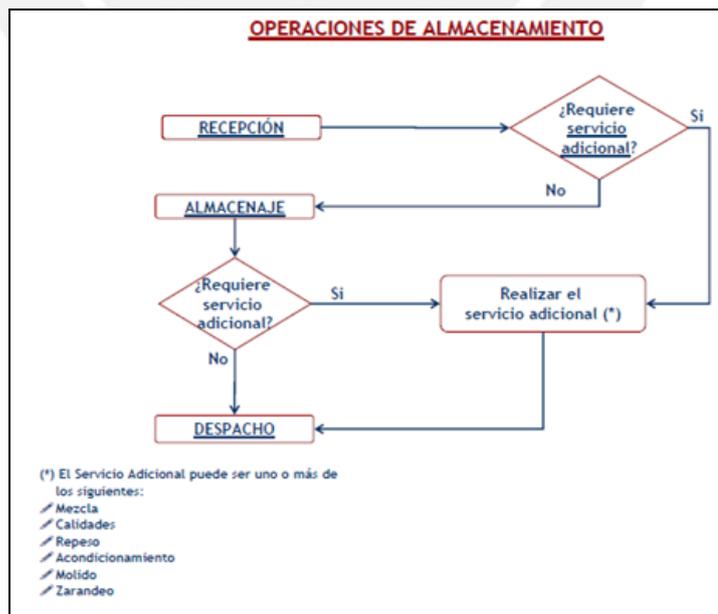


Figura 24. Diagrama de procesos de la empresa LOGÍSTICA SAC
Elaboración Propia

2.1.3.2. RECEPCIÓN DEL MINERAL

Este empieza con el ingreso de camiones por el área de balanza, debe contar con las instrucciones para realizar la recepción del material y continua con el pesado de los camiones, este proceso genera un ticket donde se consigna el lote al cual hace referencia el mineral que contiene el camión, la placa del carro para poder ser ubicado dentro del depósito en todo momento y hacerle seguimiento.

2.1.3.3. ALMACENAJE

El área de operaciones coordina para darle una ubicación al mineral que será descargado del camión de acuerdo al tipo de concentrado Cu, Pb y Zn, estas 3 áreas están debidamente separadas dentro de las instalaciones del depósito, también se coordina la maquinaria, equipos y herramientas necesarias para esta actividad sin dejar de mencionar al personal debidamente capacitado. En muchos casos es necesario realizar una inspección posterior al mineral para ver las condiciones en la cual llega como por ejemplo: humedad, granulometría, esto genera en algunos casos un servicio adicional como acondicionamiento, molienda, mezcla.

2.1.3.4. DESPACHO

Esta operación empieza con las instrucciones del área de operaciones para el despacho lo que genera la coordinación de maquinarias, herramientas y personal capacitado para esta actividad, el material puede ser despachado en camiones o góndolas de acuerdo a lo coordinado con el cliente. Esta actividad genera un ticket de salida donde se consigna el peso de material que se despacha por camión o góndola con la debida identificación para hacer seguimiento si fuese necesario.

2.1.3.5. EMBARQUE Y DESEMBARQUE

El servicio termina muchas veces en el embarque del mineral en el puerto del Callao donde también se tiene personal para brindar este servicio de acuerdo a las instrucciones del cliente y la información del destino final como el nombre de la nave a la cual está asignada, esta tarea necesita la coordinación de maquinarias como fajas y personal para la tarea, es necesario contar con planos de estiba de la nave así como la programación para el embarque.

El proceso de operaciones cuenta además con 2 procesos de apoyo como son el mantenimiento de equipos e instalaciones y para el servicio de análisis se cuenta con un laboratorio exclusivo dentro de las instalaciones.

2.2. MISIÓN Y VISIÓN

La misión y visión de la empresa en Perú, vienen a ser implantadas como parte del proceso de planeación corporativa liderada por el CEO de la empresa, al estar la empresa en constante crecimiento adecuara a su normatividad legal de ser necesario algunos de estas declaraciones.

2.2.2. MISIÓN

Somos un equipo humano de primer nivel, brindamos servicios logísticos especializados de almacenamiento, embarque, desembarque y otros complementarios a los productores mineros. Ofrecemos infraestructura apropiada, tecnología de última generación, servicio personalizado.

Aplicamos a nuestros procesos estándares internacionales de calidad, seguridad y protección del medio ambiente, orientando nuestros esfuerzos a la satisfacción de los clientes y al desarrollo social.

2.2.3. VISIÓN

Ser empresa líder mundial en servicios logísticos especializados para el sector minero y socio estratégico de nuestros clientes.

Para llegar a capitalizar la visión del año 2010, la principal estrategia empleada por la empresa fue la adquisición de nuevos depósitos en el mundo y empezó operaciones en China (Fang Cheng), Chile (Antofagasta), México (Manzanillo), Brasil, Colombia, etc.

Es evidente el crecimiento económico y estratégico del grupo a nivel mundial, pero cabe indicar que la operación de Perú ha sido considerada como centro de entrenamiento para los otros depósitos, es decir se lleva el “sabemos cómo” de la organización situada en el Callao a los depósitos en el mundo.

2.2.4. ANÁLISIS FODA

a. Fortalezas

- Solvencia financiera
- Ubicación estratégica del depósito, tamaño y posibilidad de expansión

- Existencia de sistema de gestión de calidad y gestión ambiental y en proceso de implementación de sistema OHSAS
- Servicio integral de almacenamiento y embarque.
- Flexibilidad en atención a clientes de acuerdo a necesidad.
- Capacidad de respuesta con calidad y oportunidad frente requerimientos urgentes.
- Equipamiento con tecnología de punta para brindar el Servicio que el cliente requiere.
- Mantenimiento de equipos programado.
- Personal con knowhow y comprometido con la Organización
- Adaptación al cambio, pro actividad, capacidad de innovación y flexibilidad
- Disponibilidad del personal para compartir conocimientos (Instructores Internos) brindando asesoría y como facilitadores

b. Oportunidades

- Existencia de un mercado potencial de clientes (Toromocho).
- Diversificación de servicios.
- Expansión del servicio logístico a otras áreas del país.
- Aumento de productividad por embarques mayores a 10,000 TMh por nave.
- Promover el recambio acelerado de camiones de tolva fija por tolva autovolcante.
- Embarques a través de fajas transportadoras cerradas, del depósito a puerto.
- Automatizar la Base de Datos de candidatos a través del reclutamiento vía web.
- Desarrollar software de soporte al proceso de gestión y evaluación del desempeño del personal.
- Optimizar nuestro sistema de seguridad física, a través del uso de equipos y nuevas tecnologías de monitoreo y seguimiento interno y perimetral.
- Disponibilidad de terreno libre para la posible expansión del depósito.

c. Debilidades

- Inadecuada estructura salarial.
- Falta de sistema de planificación integrado con los clientes principales.
- Falta de cultura de prevención de riesgos.
- Falta de acondicionamiento de instalaciones para trabajo nocturno.
- Eventuales robos internos y deshonestidad.
- Crecimiento explosivo con planificación insuficiente.
- Infraestructura insuficiente para el volumen proyectado
- Eficiencia operativa afectada por cambios de último momento y/o falta de comunicación y coordinación.
- Falta de sistematización de costos de operación y de servicios.
- Necesidad de completar la flota de camiones de embarque con tolva cerrada.
- Congestión vehicular en acceso a depósitos
- Área de estacionamiento de camiones insuficiente.
- No existe cultura de evaluación del desempeño.
- Clima laboral afectado por entorno familiar y/o personal conflictivo

d. Amenazas

- Traslado del depósito y/o Muelle por cambio de normas legislativas
- Incremento de tarifas de servicios de nuestros proveedores especialmente del flete.
- Fluctuación del tipo de cambio.
- Delincuencia genera riesgo de contaminación de la población (demandas), alto riesgo de robo a proveedores y alto riesgo de robo de concentrados.
- Ineficiencia de Ferrovías en la atención de nuestros clientes.
- Escasez de empresas de transporte que cumplan con requisitos legales y ambientales.
- Instrucciones de análisis de cliente incompleto e identificación de instrucciones diferente para una misma solicitud.

- Formación de sindicato y conflictos sindicales.
- Fuga de talentos y potencial pérdida de KnowHow.



	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solvencia financiera ▪ Ubicación estratégica del depósito, tamaño y posibilidad de expansión Servicio integral de almacenamiento y embarque. Capacidad de respuesta con calidad y oportunidad frente requerimientos urgentes. ▪ Personal con knowhow y comprometido con la Organización Adaptación al cambio, pro actividad, capacidad de innovación y flexibilidad ▪ Disponibilidad del personal para compartir conocimientos (Instructores Internos) brindando asesoría y como facilitadores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inadecuada estructura salarial. Falta de sistema de planificación integrado con los clientes principales. Falta de acondicionamiento de instalaciones para trabajo nocturno. ▪ Eventuales robos internos y deshonestidad. Algunos contratos con clientes sin firmar y otros por negociar Sistema de embarque obsoleto, genera polución en el traslado. Tecnología de embarque antigua. ▪ Congestión vehicular en acceso a depósitos Área de estacionamiento de camiones insuficiente.
<p>OPORTUNIDADES</p> <p>Existencia de un mercado potencial de clientes (Toromocho).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversificación de servicios. <p>Expansión del servicio logístico a otras áreas del país.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Embarques a través de fajas transportadoras cerradas, del depósito a puerto. ▪ Desarrollar software de soporte al proceso de gestión y evaluación del desempeño del personal. <p>Intercambio de profesionales con personal de otras unidades de TRAFIGURA.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Atraer a nuevos clientes ofreciendo un servicio de calidad y servicios completos • Aprovechar el crecimiento del sector minero para brindar servicios de traslado y embarque al puerto del mineral Exportación de nuestros profesionales a otros depósitos de LOGISTICA en el mundo. Necesidad de brindar nuevos servicios y análisis en el laboratorio. 	<p>La creación de nuevas sucursales para cubrir la demanda de mineras alejadas de la capital y ser más rápidos en los envíos de los concentrados hacia el puerto</p> <p>Hacer la planificación mediante un nuevo sistema on line para que los clientes puedan ver y hacer seguimiento a todos sus concentrados</p>
<p>AMENAZAS</p> <p>Traslado del depósito y/o Muelle por cambio de normas legislativas</p> <p>Delincuencia genera riesgo de contaminación de la población (demandas), alto riesgo de robo a proveedores y alto riesgo de robo de concentrados.</p> <p>Ineficiencia de Ferrovías en la atención de nuestros clientes.</p> <p>Escasez de empresas de transporte que cumplan con requisitos legales y ambientales.</p> <p>Fuga de talentos y potencial pérdida de KnowHow.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de faja transportadora hermética para evitar robos de concentrados y disminuir los problemas con la comunidad por contaminación. • Modernización de la recepción de concentrados mediante camiones autovolcantes para mejorar descarga del mineral. 	<p>Mejorar la estructura salarial del personal, sueldos competitivos con el mercado de otros laboratorios comerciales y de mina</p> <p>Adquisición de zona de estacionamiento para que los camiones puedan pernoctar mientras esperan su turno de atención.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar técnicas rápidas para detección de posibles cambios de mineral.

Tabla 3 Matriz FODA
Elaboración Propia

En la tabla 3 se presentan varias estrategias que aplican directamente al laboratorio, implementación de nuevas técnicas rápidas que den valores referenciales para tomar decisiones rápidas respecto a posibles cambios de concentrados.

Adicionalmente la posibilidad de cubrir el mercado actual con nuevos análisis que se piden para otros laboratorios y que podrían realizarse dentro del laboratorio.

Necesidad de entrega de resultados oficiales con mayor rapidez para satisfacer la demanda y que el depósito pueda captar nuevos clientes compitiendo con laboratorios comerciales en el tiempo de entrega de reportes.

2.3. ANALISIS DEL SECTOR

Las exportaciones de las 50 compañías mineras top del Perú crecieron más del 22% en el año 2011. Sus ventas totalizaron los 26 406.4 millones de dólares, superando el nivel de US\$ 21 582 millones registrado en el 2010.

Las empresas comercializadoras de minerales han ampliado y consolidado su liderazgo dentro del Ranking top de las mayores compañías exportadoras de la minería peruana. Durante el 2011 los Traders mineros ocuparon importantes posiciones dentro de las compañías exportadoras de minerales y entre ellas Consorcio Minero ocupa la tercera posición según lo muestra el cuadro, es por tal motivo que las relaciones de la comercializadora con el depósito LOGISTICA SAC se han visto fortalecidas.

Tabla 4 Perú: exportación minera 2010 - 2012



Fuente: SUNAT- Elaboración revista Proveedor Minero

El crecimiento económico basado en el precio de los minerales, se convertiría en un peligro si estos caen, debido a la dependencia que tienen las exportaciones nacionales sobre esos productos. El auge económico de los últimos años ha estado asociado a las buenas condiciones del mercado internacional, principalmente a los altos precios de los minerales.

Y si bien este crecimiento es positivo, esta dependencia a las exportaciones de materias primas se convierte en un peligro pues si los precios caen, el impacto sobre nuestros ingresos sería significativo.

Dentro de los principales productos exportados en el Perú en el 2011 se muestran en la tabla 5: (Cifras en millones de US\$)

Tabla 5 Principales productos exportados

PRODUCTO	2010	2011
1. Oro en bruto y platinado	9.905	7.725
2. Minerales de cobre y concentrad.	7.797	6.159
3. Cátodos de cobre refinado	2.773	2.527
4. Minerales de plomo y conc.	1.811	1.277

Fuente: SUNAT- Elaboración revista Proveedor Minero

Las exportaciones de minerales se incrementarán en 10% en el 2014, impulsadas por el inicio de operaciones del proyecto de cobre Toromocho (Junín), lo que permitirá aumentar los ingresos por canon, estimó el ministro de Energía y Minas, Jorge Merino.

Agregó que un contexto de mejores precios de los minerales para los próximos meses permitirá aumentar los niveles de recaudación de canon minero. “Los proyectos en Perú continúan en ejecución, el 2014 vamos a incrementar en 10% las exportaciones mineras por el inicio de operaciones del proyecto Toromocho, que desde octubre comienza a hacer las pruebas en vacío”, aseveró.

En conferencia de prensa en el marco de Perumin – 31 Convención Minera, remarcó que el objetivo de Toromocho es aumentar la producción nacional de cobre en alrededor de 300 mil toneladas anuales, lo que se verá reflejado en mayores exportaciones.

En diciembre comienza a producir Toromocho y el 2014 con los mejores precios de los metales va mejorar la recaudación del canon, comentó.

En otro momento, refirió que se está trabajando en una propuesta orientada a lograr una mejor distribución del canon minero con el fin de beneficiar a todas las regiones del país especialmente a las más necesitadas.

2.3.2. EMPRESAS MINERAS

De acuerdo a estadísticas de ADEX, entre las empresas que obtuvieron mayores ingresos en el 2011 se encuentran Antamina con US\$ 3,384,3 millones, Southern con US\$ 2,828.5 millones, Consorcio Minero Cormin US\$ 2,418.7, Cerro Verde US\$ 2,181.8 millones y Yanacocha US\$ 2,100.1 millones.

Las cuantiosas ganancias de dichas empresas son alarmantes si es que vemos su avance desde el año 2000. Así, Antamina desde ese año hasta la actualidad ha tenido un crecimiento exorbitante de más de 3 mil por ciento, pues en el 2000 apenas tuvo ingresos por exportaciones de US\$40 millones. Southern con un crecimiento de 331%, Consorcio Minero Cormin 3,327%, Cerro Verde 2,300% y Yanacocha con 312 por ciento.

2.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL LABORATORIO

A continuación se muestran en la figura 25 los diversos procesos del laboratorio de análisis desde el momento de la recepción de muestras y a partir de aquí las muestras se dividen para el análisis específico que el cliente requiere de cada muestra.

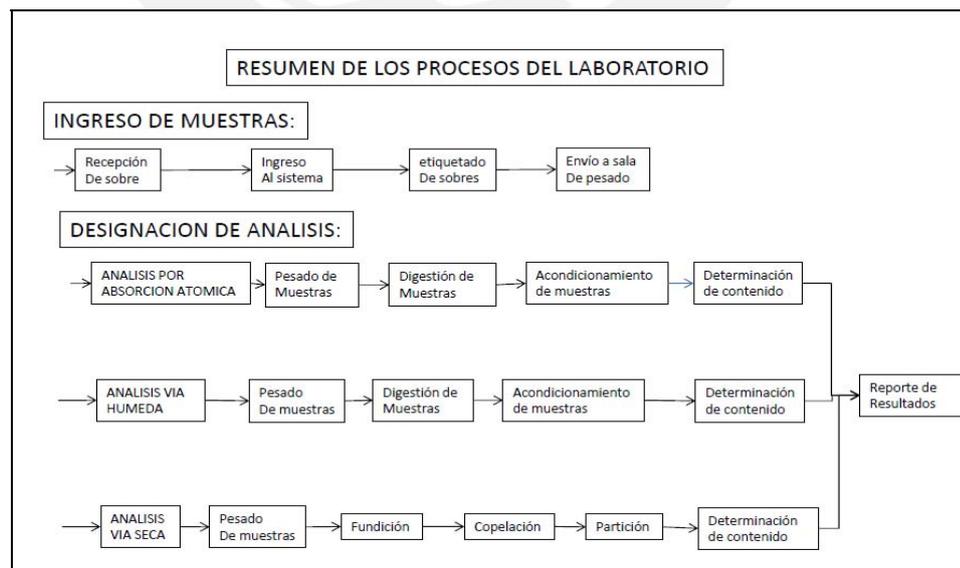


Figura 25 Resumen de procesos del laboratorio
Elaboración Propia

En el área de administración se reciben las muestras del único cliente principal que tiene el laboratorio que es Consorcio Minero quien administra los movimientos internos del depósito LOGISTICA SAC, como ya se ha mencionado dentro del depósito se hacen mezclas de rumas y movimientos internos tanto en la recepción como antes del momento del embarque, todos estos movimientos generan gran cantidad de muestras preliminares que se van tomando a medida que se realizan las operaciones para confirmar que los movimientos realizados sean los adecuados o que están dentro de lo que el cliente solicita.

Adicionalmente la empresa LOGISTICA pertenece a un consorcio internacional el cual tiene depósitos en todo el mundo por lo que usa a los laboratorios como dirimientes para comprobar las leyes de los minerales tanto de venta como de compra que llegan a los diferentes puertos del mundo con los que se hacen negocios.

La cantidad de análisis que ingresan al laboratorio no es necesariamente proporcional a la cantidad de muestras que se reciben ya que hay muestras en las que solo se realizan los análisis principales es decir los 3 elementos comercializables Ag, Au y el concentrado principal Pb, Cu o Zn.

Existen otro tipo de muestras en que se requiere un análisis completo de la muestra, donde se analizan los 13 elementos que se tiene implementado en el laboratorio y algunos análisis adicionales que no se tienen implementados se mandan a otros laboratorios según instrucción del cliente, pero las muestras siempre llegan primero al laboratorio y luego se hace la gestión de envío a otros laboratorios.

Como se representa en la figura 26 se tienen 2 tipos de muestras, aquellas que llegan en sobres independientes y se ingresan tal cual y otras muestras que previamente se necesita hacer un trabajo de composito¹ de un grupo de muestras para realizar los análisis al resultado de esta mezcla de muestras individuales.

¹Mezcla deliberada de varias calidades de concentrados en función al contenido de peso seco y representatividad de la calidad final



Figura 26 Administración de muestras
Elaboración Propia

De acuerdo a las instrucciones que recibe el área de administración de muestras y a la calidad de la muestra se generan los diferentes análisis para las diferentes áreas, por ejemplo en la figura 27 se muestra los procesos para el área de vía húmeda, se llaman así a los procesos para la determinación de Cu, Pb y Zn pero en concentraciones mayores a 10 % hasta aprox 60- 80 % de concentración.

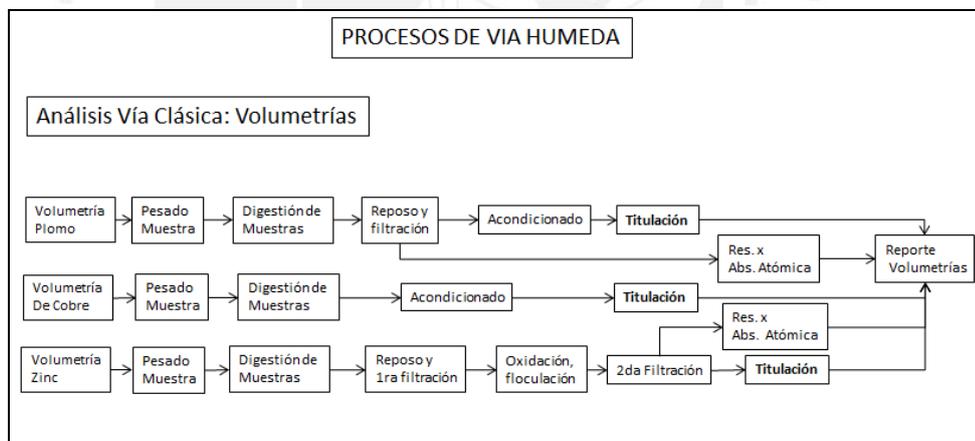


Figura 27 Procesos de vía húmeda
Elaboración Propia

Las áreas se han formado por la similitud de las actividades que se realizan es decir todos los métodos que se realizan para la determinación de muestras dentro del área de vía húmeda tienen actividades similares como pesaje, digestión de la muestra mediante la adición de diferentes ácidos concentrados como HCL, HNO₃, H₂SO₄ y HCLO₄ en cantidades mayores a 5 ml por análisis y sometidas a calor hasta su completa disgregación, es decir existe un cambio d estado del material de solido a líquido.

Luego del proceso de digestión se tiene la separación del analito de interés de sus contaminantes, se sabe que el Pb siempre está asociado a Zn pero en cantidades diferentes por lo que se deben separar mediante filtración, todos los analitos deseados necesitan convertirse en Sulfato para poder ser determinados. Cada analito principal como Pb, Cu y Zn necesitan para su determinación condiciones especiales de pH por lo que luego del proceso de filtración se tiene una etapa de acondicionamiento donde se lleva el análisis a las condiciones ideales por elemento bajo principios de las valoraciones complexométricas sigue la etapa de la titulación, aquí es donde se obtiene el valor final de concentración del analito deseado.

Otro grupo de análisis son para las muestras que se ingresan para el área de absorción atómica que se clasifican dentro de los procesos instrumentales los cuales se muestran en la figura 28, estos procesos normalmente se utilizan para los elementos con concentraciones menores a 10% y determina mayormente a elementos que no son comercializables pero si se necesita conocer el valor ya que al ser contaminantes se usan para reducir el valor final a ser comercializado, incluso existen países como China donde no se recibe mineral con concentraciones de As mayores a 0.50%.

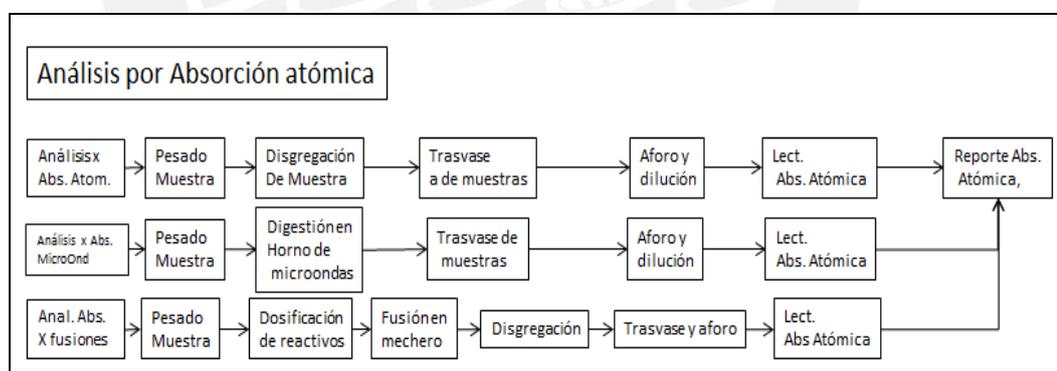


Figura 28 Procesos instrumentales
Elaboración Propia

Los subprocesos que contempla el análisis por absorción atómica son principalmente la disolución del analito de interés en un medio líquido el cual es necesario para la determinación en el equipo de absorción atómica mediante la elaboración de una curva de calibración que se usa como unidad de medición en la relación absorción – calibración.

Este proceso requiere de material volumétrico graduado a un volumen exacto ya que tiene como elementos de entrada el peso y el volumen final en el cual la muestra es determinada para obtener la concentración.

Todas las muestras que se reciben, si bien es cierto es destinada de acuerdo a su calidad y tipo a uno de los 2 procesos anteriores (vía húmeda - instrumental) todas las muestras sin excepción son ingresadas al área de procesos vía seca donde los elementos principales a ser determinados son Ag y Au, cuyas actividades se muestran en la figura 29.

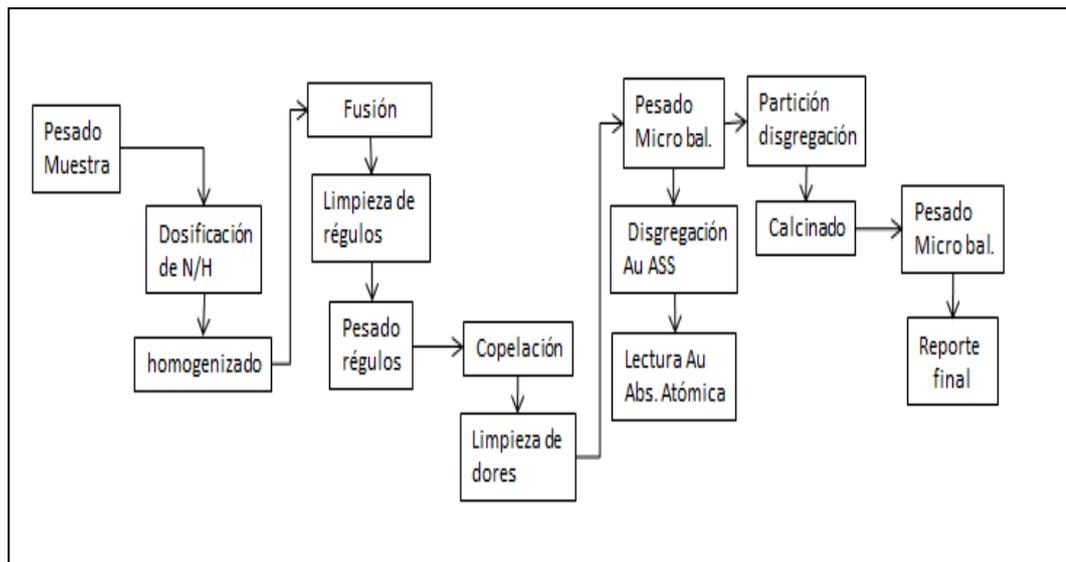


Figura 29 Procesos vía seca

Elaboración Propia

Los procesos de vía seca tiene en común a los otros procesos la actividad de pesado pero el principio de este método es la fundición del elemento deseado como son la Ag y el Au primero mediante un proceso de fundición donde con ayuda del PbO (litargirio) se colecta toda la Ag y Au presente en el Pb para luego esta mezcla ser colocada en unos recipientes especiales llamados copelas que tienen la propiedad de absorber el Pb y dejar libre la Ag y el Au. Como producto final de este proceso se tiene un dore que es la unión de Ag y Au el cual se pesa en balanzas especiales que pesa hasta 0.000001 g como mínimo, este peso expresa el contenido de Ag y Au presente en la muestra.

CAPITULO 3. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

3. DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA

En el capítulo anterior se realizó una descripción de la empresa y los procesos que involucran al laboratorio de análisis, en el presente capítulo tocaremos los problemas presentes en la parte de planificación y los tiempos de servicios, mediante un diagnóstico de ambos puntos:

- Para la planificación, se hará un análisis cuantitativo del servicio, incluido los tiempos actuales de emisión de resultados.
- Para la parte operativa se revisaran métodos de trabajo e indicadores de calidad.

3.1. OBJETIVO GENERAL

El presente capítulo tiene el objetivo de:

Presentar un detalle de las actividades actuales del laboratorio de la empresa LOGISTICA SAC con el propósito de:

Mostrar el detalle de las actividades necesarias para la implementación de la metodología Manufactura Esbelta.

3.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

El desarrollo de un proyecto completo de implementación de la metodología Manufactura Esbelta puede tardar varios meses en completar su implementación y se debe contemplar tres etapas:

- Desarrollo del proyecto
- Preparación del personal
- Desarrollo del piloto
- Construcción de la cadena de valor

En la siguiente figura 30 se muestra el plan de trabajo, como primer objetivo será analizar la formación de familias de acuerdo a actividades similares en la elaboración de productos.

Se elaborará el VSM actual del laboratorio en el cual se identificarán las oportunidades para la reducción de mermas presentes en el proceso.

Como base de toda implementación se necesita implantar la cultura de las 5S como base de cambio en la cultura de toda organización.

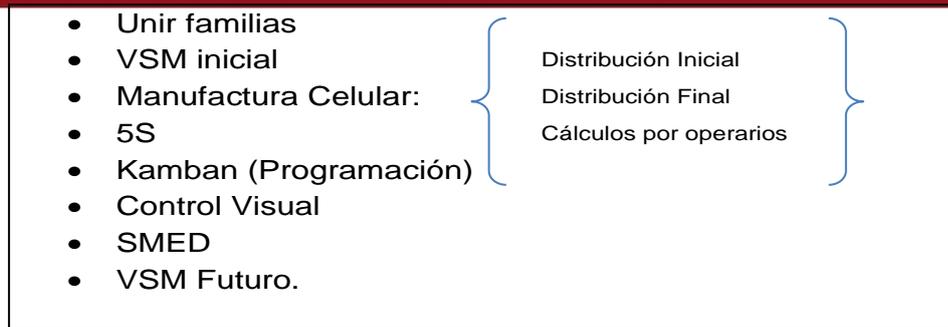


Figura 30 Metodología de implementación
Elaboración propia

Se analizarán todas las herramientas que conforman la manufactura esbelta y luego se analizará cuáles de ellas son aplicables en la organización de acuerdo a los valores que se observen en la VSM inicial.

3.3. DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE PILOTO

En la tabla 6 se presentan los 3 tipos de concentrados que ingresan al laboratorio y los análisis más frecuentes que se relacionan con los mismos.

Tabla 6 Análisis frecuentes por tipo de concentrado

Tipo de concentrado	Ag	Au	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Bi	Fe
Conc de Cu	X	X	X			X	X		
Conc de Pb	X	X		X				X	
Conc de Zn	X	X			X				X

Elaboración propia

Dentro de los 3 tipos de concentrados se tiene un porcentaje de los mismos que ingresan de forma diaria y mensual, teniendo un patrón muy marcado que es el ingreso en mayor proporción de los concentrados de Cobre, esto se ve reflejado en la tabla 7, donde se tiene que el concentrado de Cu ingresa en una proporción de 2 a 4, es decir de cada 4 muestras que ingresan al laboratorio para su análisis, 2 son de concentrado de Cu, los siguientes son concentrados de Pb y Zn en proporción de 1 a 4.

Se debe tener en cuenta que la mayor cantidad de productores con los que se trabaja son de la provincia Ica, donde el mineral en mayor proporción es el Cu.

Tabla 7 Porcentaje de ingreso de Muestras vs Concentrado

Tipo de Concentrado	% de Ingreso en el Laboratorio
Conc de Cu	50
Conc de Pb	25
Conc de Zn	25

Elaboración propia

En la tabla 8 de acuerdo a los principios de manufactura celular es primordial la formación de familias de acuerdo a la afinidad de procesos, esta metodología se aplicara en el laboratorio.

Esta metodología se aplicara en el laboratorio relacionando los análisis más solicitados por el tipo de concentrado para crear familias junto con el tipo de subprocesos que se llevan a cabo por cada tipo de análisis, estas familias formadas servirán de patrón para la implementación del proyecto de manufactura esbelta.

Las tres familias que se han formado son Absorción, Volumetría y Fundición y en base a estas tres familias se plantearan las mejoras.

Tabla 8 Formación de familias

Análisis	Pesado	Digestión	Acondicionado	Filtración	Titulación	Lectura	Fundición	Copelación	Reporte
Ag	X						X	X	X
Au	X						X	X	X
As	X	X	X			X			X
Sb	X	X	X			X			X
Bi	X	X	X			X			X
Fe	X	X	X			X			X
Cu	X	X	X		X				X
Pb	X	X	X	X	X				X
Zn	X	X	X	X	X				X

Elaboración propia

3.3.1. HALLAZGOS EN LA PLANIFICACIÓN

En los procesos actuales se observan varios problemas en la planificación por la cantidad de análisis de Cu volumétrico ingresado al laboratorio.

- Personal insuficiente para realizar los análisis que ingresan diariamente.

- Necesidad del cliente de recibir los resultados en tiempos menores a los actuales
- No existe una dotación diaria previamente establecida, no se tiene control sobre las muestras que llegan diariamente.

3.3.1.1. GRUPOS REDUCIDOS

Actualmente trabajan en el laboratorio solo 12 personas, como se muestra en la tabla 9, donde se observa la distribución actual del personal dentro de las diferentes áreas que se han creado dentro del laboratorio, para cumplir con casi 30 mil análisis mensuales. Adicionalmente se debe mencionar que el área total del laboratorio es fija y no se puede expandir.

Tabla 9 Dotación de personal del laboratorio

DISTRIBUCION DEL PERSONAL	
AREA	PERSONAS
ADMINISTRACION	2
FUNDICION	2
VOLUMETRIA	3
ABSORCION	3
SERVICIOS AUXILIARES	2
TOTAL	12

Elaboración Propia

3.3.1.2. REDUCIR TIEMPOS DE RESULTADOS

Existe frecuentemente la necesidad del cliente de solicitar los resultados de sus análisis en menor tiempo, teniendo como base que los resultados actualmente se reportan hasta en un máximo de 17 días, y los laboratorios comerciales emiten resultados en un máximo de 15 días.

3.3.1.3. FALTA DE PLANIFICACIÓN DE INGRESO DE MUESTRAS

No se ha podido tener una planificación de las muestras diarias que van a ingresar a análisis pudiendo oscilar estas entre 20 hasta más de 100 muestras diarias, lo que impide cumplir de manera adecuada con las necesidades del cliente a tiempo por el desconocimiento de la cantidad de trabajo que se va a tener de manera diaria, semanal y mensual.

3.4. DIAGNÓSTICO DE LA OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS

Para emitir este diagnóstico se tocarán 3 puntos importantes:

- Calidad en la utilización de recursos utilizados para la entrega de resultados.
- Servicios adicionales que el laboratorio no cubre por falta de implementación de los mismos y que se derivan a terceros.
- Servicio de análisis referenciales en tiempo menor a un análisis convencional.

3.4.1. EFICIENCIA EN LA UTILIZACIÓN DE RECURSOS

Un factor importante es el número de reprocesos que se generan diariamente en el laboratorio, estos reprocesos se deben a los errores de producción que diariamente se tienen como no conforme es decir al momento de hacer el reporte los valores de ambas muestras difieren entre ellas, con un valor mayor al aceptado por el laboratorio que es 5%.

Al volver a ser procesados se incurren en gastos de reactivos, horas hombre por el reprocesamiento, horas maquina ya que nuevamente debe realizar todo el proceso de análisis, que incluye uso de planchas, campana extractora, bomba de lavado de gases.

Se tiene una meta de 2 % del total mensual de análisis que ingresan pero esta meta no se ha podido cumplir, en la tabla 10 se muestra el porcentaje mensual de los reprocesos que se generan en el laboratorio y que en muchas oportunidades se ha sobrepasado la meta propuesta de dos por ciento.

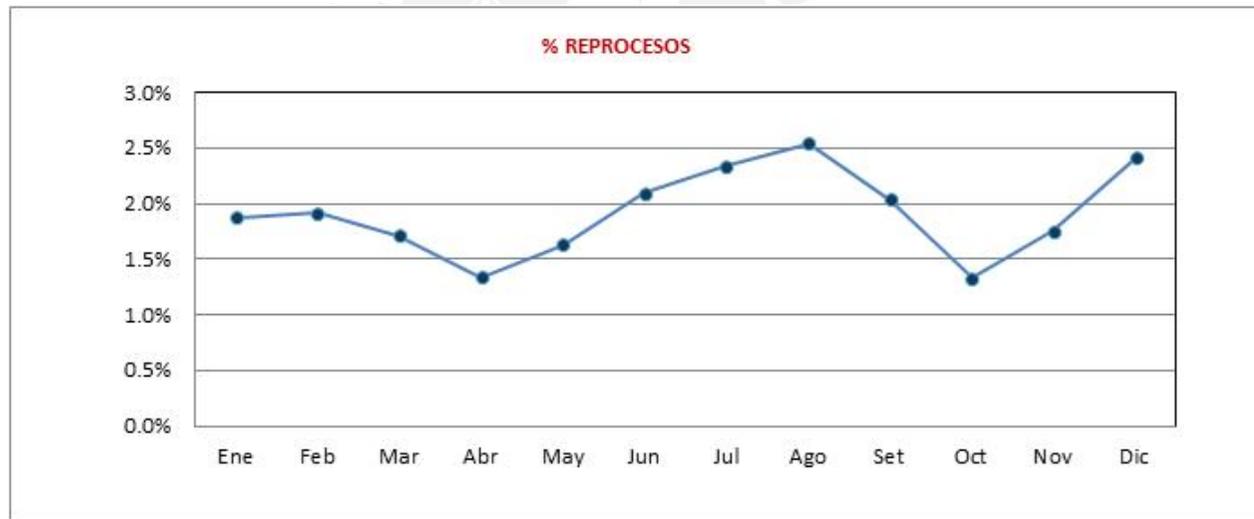
La tabla 10 se presenta gráficamente en la figura 31, donde se muestra la tendencia anual de los reprocesos, representando un fuerte punto de cambio o mejora para ayudar en la rentabilidad del laboratorio.

Tabla 10 Consolidado de reprocesos

CONSOLIDADO DE REPROCESOS													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	TOTAL
TOTAL ANALISIS	10495	12453	15118	12583	13672	15758	15341	16892	17149	12893	12287	12041	166682
REPROCESOS	197	239	259	169	223	330	359	429	350	172	216	291	3234
% REPROCESOS	1.88%	1.92%	1.71%	1.34%	1.63%	2.09%	2.34%	2.54%	2.04%	1.33%	1.76%	2.42%	1.94%

Elaboración propia

Figura 31 Consolidado de reprocesos



Elaboración propia

Es importante tener en cuenta que un análisis se considera finalizado cuando se tiene resultados de todos los análisis que se ingresaron por tipo de concentrado, es decir el concentrado de Cobre necesita tener resultados completos de Cu, As, Sb, Ag, y Au.

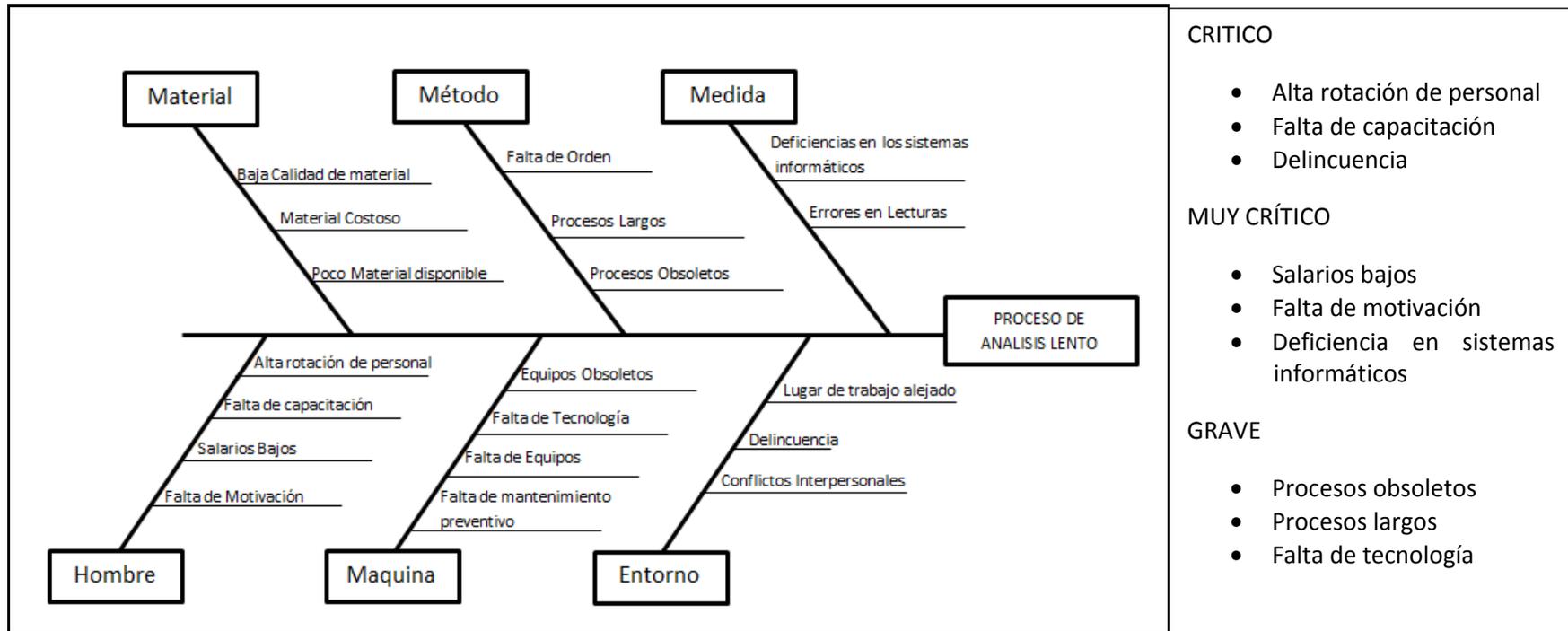
La variación en los tiempos de entrega de resultados y otros problemas de calidad durante el proceso ocurren por muchas razones como el tipo de material, deficiencia en los equipos, métodos obsoletos, personal no capacitado o desmotivado y también falta de seguimiento y medición.

En la figura 32 se muestra el diagrama de causa – efecto donde el objetivo es plantear solución a la demora en el tiempo de entrega de resultados a través de la identificación de las causas y poder corregirlas.

El Diagrama de Causa – Efecto se elabora en una atmosfera conocida como tormenta de ideas, donde todas las áreas involucradas participan y se debe hacer sentir al personal que sus aportes son fundamentales para la solución del problema planteado.

En el diagrama se observa problemas como poca disponibilidad de material de vidrio para trabajar además de mala calidad el cual se quiebra fácilmente. Personal desmotivado por la falta de liderazgo en la planificación de sus actividades diarias y sueldos bajos que no son competitivos con los del mercado, teniendo en cuenta el aumento de actividad minera en el país y la necesidad de mayor personal para cubrir esta demanda.

El laboratorio está ubicado en una zona insegura con alta presencia de delincuencia y alejada de rutas de transporte público.



CRITICO

- Alta rotación de personal
- Falta de capacitación
- Delincuencia

MUY CRÍTICO

- Salarios bajos
- Falta de motivación
- Deficiencia en sistemas informáticos

GRAVE

- Procesos obsoletos
- Procesos largos
- Falta de tecnología

Figura 32 Diagrama causa – efecto
Elaboración propia

CAPITULO 4. PROPOUESTAS DE MEJORA

4. PROPUESTAS DE MEJORAS

En el capítulo 3 se han planteado los hallazgos obtenidos del diagnóstico de la parte de planificación y de servicios del laboratorio, de acuerdo a este análisis se plantearán algunas mejoras para cada uno de los principales problemas observados.

Como primer paso se formaron las familias por afinidad de procesos, las cuales son análisis por absorción, volumetría y fundición.

4.1. MAPA DE PROCESOS (VSM ACTUAL)

Se muestra a continuación el mapa de valor inicial en la figura 33

De acuerdo al análisis llevado a cabo se identificaron aquellas etapas del proceso del laboratorio en las diferentes áreas que requerían un esfuerzo puntual para mejorar dicho flujo. Se trabajó con un takt time de 91 muestras por día, lo que significa un promedio de 4,78 bach de absorción y volumetría al día; y 9,08 bach de fundición como demanda diaria.

tiempo disponible por día	9 horas	540 minutos	
minutos de comida	60 min		
tiempo disponible por día	480 min		
	$\frac{480 \text{ min}}{\text{turno}}$	$\frac{1 \text{ turno}}{\text{día}}$	$\frac{60 \text{ seg}}{\text{min}}$ 28800 seg
demanda mensual	1999 analisis		
demanda diaria	$\frac{1999 \text{ analisis}}{22 \text{ dias habiles}}$	91 analisis diarios	
tiempo takt	$\frac{28800 \text{ seg}}{91 \text{ analisis}}$	317 analisis seg	

El mapa de valor inicial da inicio a la evaluación de los puntos dentro del proceso en el cual son factibles mejoras para reducción de errores y disminución de tiempo de entrega de resultados que son los principales objetivos en la implementación de los principios de manufactura esbelta.

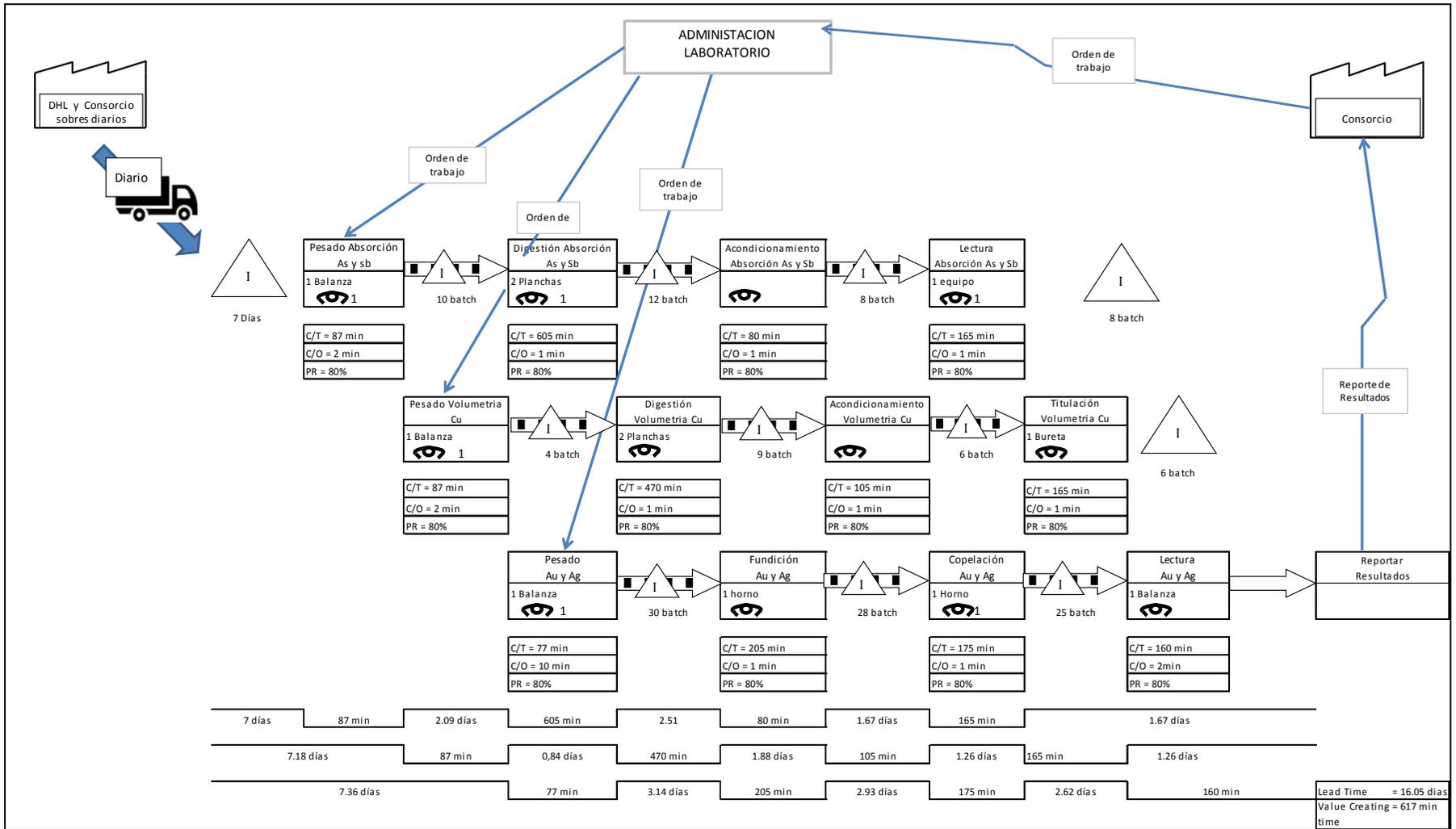


Figura 33 VSM actual del laboratorio
Elaboración Propia

El gráfico se tiene que en el área de Absorción se encuentra el subproceso con mayor tiempo de proceso, el subproceso de digestión química el cual requiere 365 minutos para culminar el proceso, incluyendo todos los tiempos muertos e inventario existente, lo que da como resultado que las actividades que agregan valor son solamente el 0.13 % del tiempo total del ciclo. El área de disgregación se mide desde el momento que el área de pesado entrega el material de vidrio con la cantidad de concentrado en el interior de acuerdo a lo indicado por el método hasta que la muestra es retirada de las planchas de calentamiento y pasa al subproceso de acondicionamiento.

Para el área de Volumetría se tiene que la eficiencia del proceso es 0.14%, considerar que en esta área se tiene solo a una persona que realiza todo el proceso desde el pesaje hasta el reporte.

En el área de Fundición se tiene que la eficiencia del proceso es 0.08% y la cantidad de personas que realizan todo el trabajo son dos.

De la tabla 11 se tiene la cantidad de bach que se producen al día de acuerdo a las ocho horas de trabajo que representan un turno completo y al tiempo de ciclo que demora cada subproceso.

Tabla 11 Número de bach producidos diariamente

ABSORCION			
PESADO	DIGESTION	ACONDICIONADO	LECTURA
4.41	0.63	4.80	2.33
VOLUMETRIA			
PESADO	DIGESTION	ACONDICIONADO	TITULACION
4.41	0.82	3.66	2.33
FUNDICION			
PESADO	FUNDICION	COPELACION	REPORTE
4.99	1.87	2.19	2.40

Elaboración propia

Se han establecido que diariamente la demanda es cerca de 4.78 bach para las áreas de Absorción y Volumetría pero se tiene como limitante el cuello de botella que es la digestión en ambos procesos ya que en un turno normal de trabajo no permite completar un bach completo de muestras.

Para el caso de Fundición se tiene que la demanda diaria es de 9.08 bach ya que por ser un trabajo mucho más delicado por la cantidad de pérdidas que se presentan al trabajar con altas temperaturas, se necesitan mayor cantidad

de controles que muestren las pérdidas reales que ocurren por muestra, por tal motivo los bach tienen menos cantidad de muestras, en este caso es solo de 10 muestras por bach; se puede observar que la principal demora empieza desde el pesaje ya que en un turno no se llega a completar de pesar la demanda diaria, acumulando inventario inicial desde el inicio del proceso.

Se debe considerar también que al laboratorio llega solo un sobre con la muestra que se desea analizar pero se tiene 3 áreas diferentes que van a realizar el análisis del mismo, por lo tanto el tiempo de espera para poder iniciar el proceso de pesaje depende del área que empieza a pesar la muestra, una vez que esta área ha terminado el pesado recién queda libre para que pueda ser pesada por la siguiente área y luego que esta termina pasa recién a la tercera área para ser pesada; esto genera mucho tiempo de espera solo para empezar el proceso de cada área.

En la figura 34 se presenta el VSM Futuro donde se está considerando la creación de celdas de trabajo como Manufactura Celular, por lo tanto cada área tendrá a su disposición una porción de muestra ya que esta será fraccionada en 3 partes iguales para evitar esperas innecesarias al momento de pesar.

Con la programación diaria se tendrán las prioridades de trabajo para cada área aprovechando al máximo el tiempo de cada operador aumentando su eficiencia en 10% como número esperado luego de la sensibilización al personal sobre la importancia del cumplimiento de sus metas diarias de producción, también se tiene pensado un sistema de recompensas para aquellas áreas que cumplan 3 días seguidos con completar al 100% su producción.

Necesariamente se está planteando aumentar a 2 y 3 turnos de trabajo para cubrir la demanda ya que los subprocesos son muy largos y no se tiene mayor disponibilidad de área para seguir creciendo en equipos; excepto en el área de Fundición y Copelación ya que los hornos que se pueden adquirir son más compactos y tienen la misma capacidad pero con un diseño más eficiente, de esta manera se espera tener 3 hornos de Fundición y 3 Hornos de Copelación.

Se planea hacer seguimiento al personal de Lavado de material de vidrio ya que esta área ha sufrido muchas rotaciones en los últimos 6 meses y se ha observado que el proceso no está estandarizado para los 2 operadores actuales.

A continuación en la tabla 12 se muestra el número de personas necesarias para cubrir la demanda diaria:

Tabla 12 Número de personas y turnos para cubrir la demanda

ABSORCION							
PESADO	N° TURNO	DIGESTION	N° TURNO	ACONDICIONADO	N° TURNO	REPORTE	N° TURNO
0.87	1.00	3.01	2.00	0.80	2.00	1.6	2.0
VOLUMETRIA							
PESADO	N° TURNO	DIGESTION	N° TURNO	ACONDICIONADO	N° TURNO	REPORTE	N° TURNO
0.87	1.00	4.68	2.00	1.05	2.00	1.64	2.00
FUNDICION							
PESADO	N° TURNO	FUNDICION	N° TURNO	COPELACION	N° TURNO	REPORTE	N° TURNO
1.62	2.00	4.31	2.00	3.68	2.00	3.36	3.00

Elaboración propia

Con estos cambios se planea disminuir el tiempo de reporte a casi 4 días, recordando que inicialmente se tiene un tiempo de reporte de 16 días, debido a esta reducción se planea recibir cuatro veces más cantidad de muestras por mes ya que la disponibilidad será mayor al entregar los resultados en la cuarta parte del tiempo.

4.2. MANUFACTURA CELULAR

Se muestra a continuación el diagrama de spaghetti inicial del laboratorio en estudio, con los principales desplazamientos que realizan las áreas principales como absorción, volumetría y fundición:

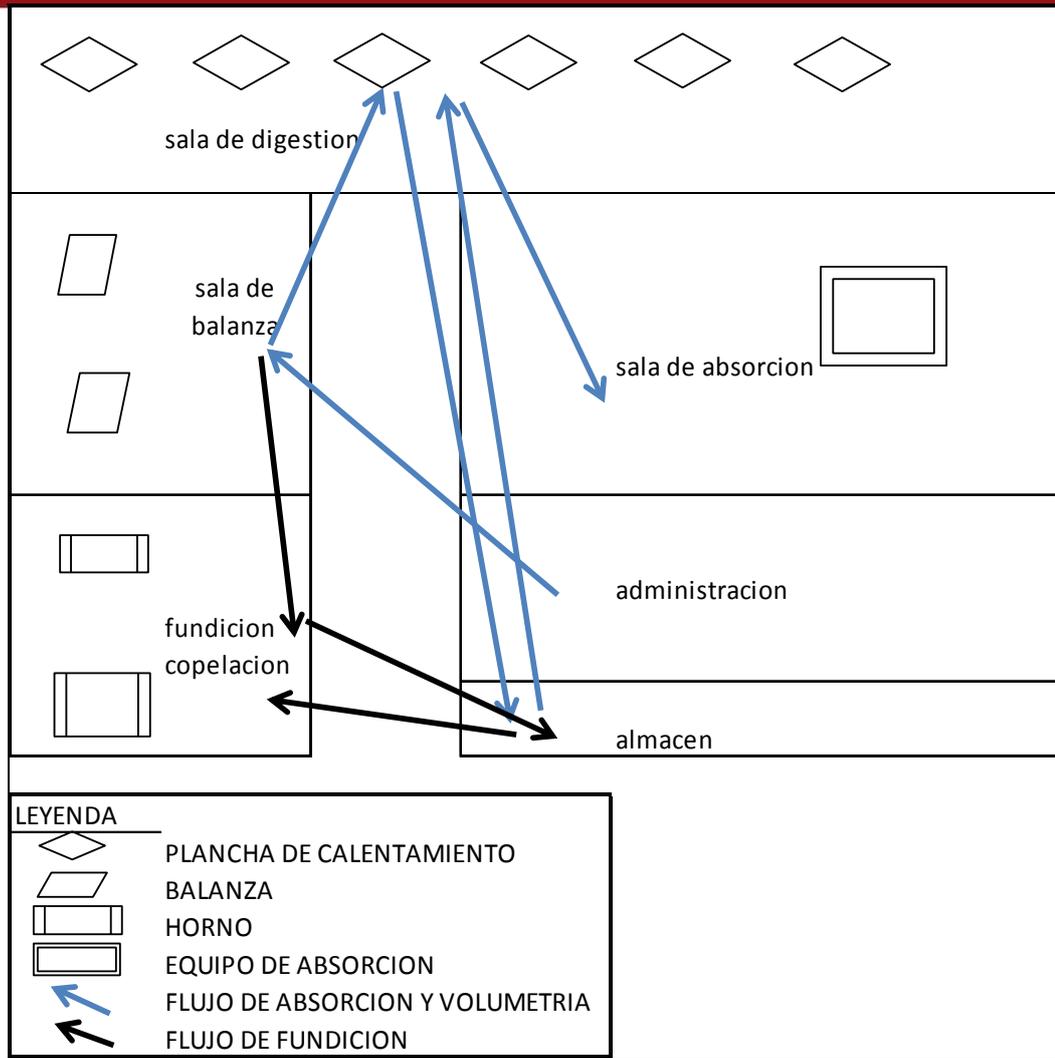


Figura 35 Diagrama de spaghetti inicial
Elaboración propia

En la figura 35 se observa que la sala de balanza está cerca de la sala de disgregación pero está alejada del área administrativa lo que genera desplazamientos innecesarios y esperar para tener las muestras listas en la sala de balanza, además se tiene el almacén alejado de la sala de digestión, teniendo en cuenta que del almacén se retiran los reactivos necesarios para la digestión generando desplazamientos innecesarios y tiempos de espera. A continuación en la tabla 13 se presenta las distancias que recorre cada analista al movilizarse para llevar a cabo sus actividades diarias.

Tabla 13 Distancia recorrida

DISTANCIAS MEDIDAS	m
Administracion - Balanza	12
Balanza - Digestion	16
Digestion - Almacen	20
Almacen - Digestion	20
Digestion - Lectura	16
Administracion - Balanza	12
Balanza - Digestion	16
Digestion - Almacen	20
Almacen - Digestion	20
Digestion - Titulacion	11
Administracion - Balanza	12
Balanza - Fundicion	13
Fundicion - Almacen	11
Almacen - Fundicion	11
Fundicion - Copelacion	7
Copelacion - Almacen	11
Almacen - Copelacion	11
Copelacion - Reporte	7

Elaboración propia

En la tabla 14 se observa el total de desplazamiento por proceso para las actividades que se realizan diariamente.

Tabla 14 Total de distancia recorrida y tiempo empleado

Distribucion Actual	Absorcion				Volumetria				Fundcion				DISTANCIAS (metros)							
	Pesado	Digestion	Acondicionamiento	Lectura	Pesado	Digestion	Acondicionamiento	Titulacion	Pesado	Fundicion	Copelacion	Reporte	Absorcion (m)	Tiempo (s)	Volumetria (m)	Tiempo (s)	Fundicion (m)	Tiempo (s)	TOTAL (s)	TOTAL (min)
Absorcion																				
Arsenico	x	x	x	x									84	580					1159	19
Antimonio	x	x	x	x									84	580						
Volumetria																				
Cobre					x	x	x	x							79	545			545	9
Fundicion																				
Plata									x	x	x	x					83	573	1145	19
Oro									x	x	x	x					83	573		

Elaboración propia

Ahora se debe dibujar las instalaciones con las alternativas planteadas, teniendo en cuenta el esquema de flujo, distancias, conveniencias e inconvenientes del nuevo Layout.

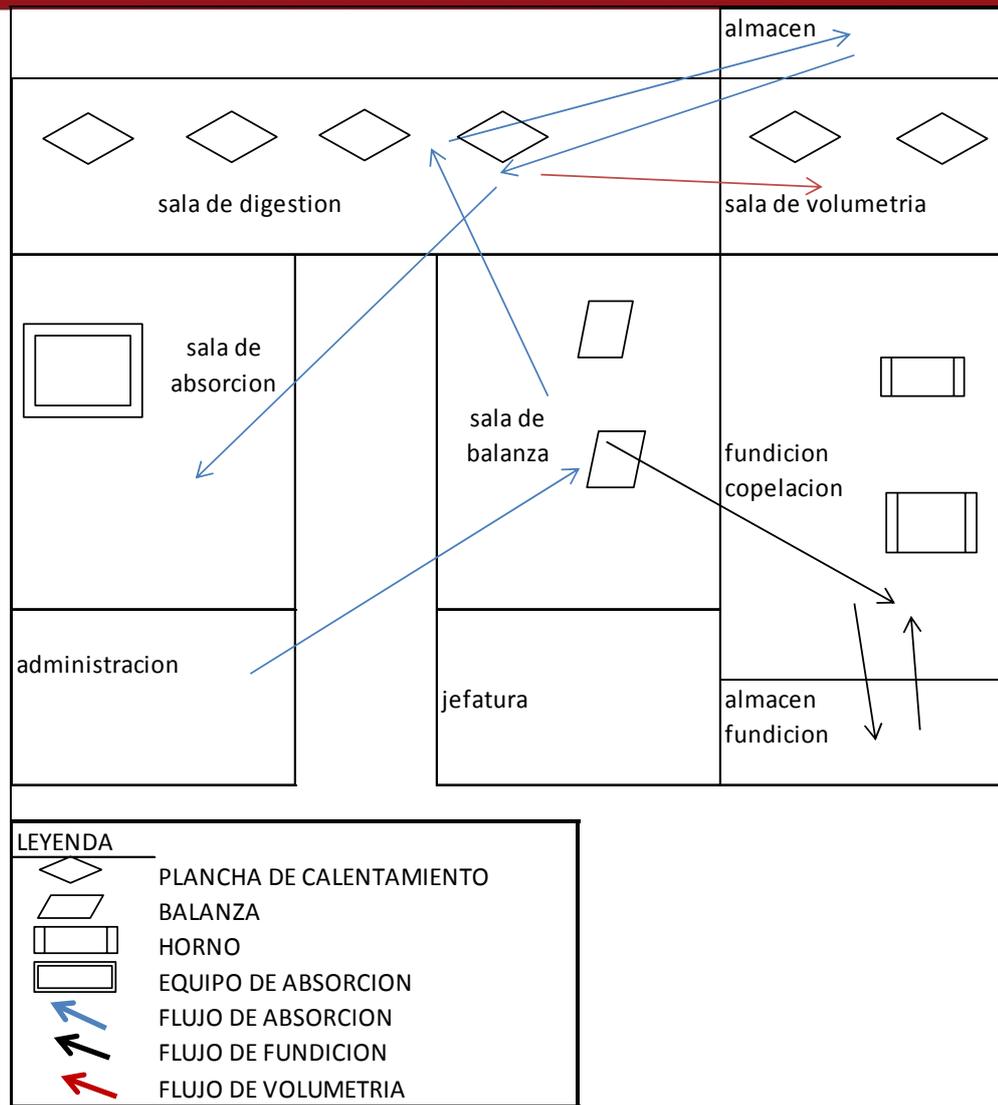


Figura 36 Diagrama de spaghetti futuro
Elaboración propia

En la nueva distribución presentada en la figura 36 se tiene la sala de balanza en el centro del laboratorio ya que es el lugar común de las tres principales áreas, se ha creado dos almacenes uno para el área de Fundición y otro para las áreas de Absorción y Volumetría, cerca al área de digestión para disminuir los desplazamientos ya que constantemente necesitan comunicarse con el almacén para retirar los reactivos necesarios para el trabajo diario, el área de Fundición se ha aislado hacia el lado derecho del laboratorio donde tiene un área más amplia y ventilada para el trabajo a altas temperaturas.

De la misma manera se presenta en la tabla 15 las nuevas distancias con la nueva distribución de las áreas.

Tabla 15 Nueva distancia recorrida

DISTANCIAS MEDIDAS	m
Administracion - Balanza	6
Balanza - Digestion	18
Digestion - Almacen	10
Almacen - Digestion	10
Digestion - Lectura	10
Administracion - Balanza	6
Balanza - Digestion	18
Digestion - Almacen	10
Almacen - Digestion	10
Digestion - Titulacion	14
Administracion - Balanza	6
Balanza - Fundicion	4
Fundicion - Almacen	8
Almacen - Fundicion	8
Fundicion - Copelacion	5
Copelacion - Almacen	3
Almacen - Copelacion	3
Copelacion - Reporte	10

Elaboración propia

Con esta nueva distancia se puede medir el ahorro que se consigue por desplazamientos del personal teniendo como base que realizan la actividad 5 veces al día, esta información se presenta en la tabla 16.

Tabla 16 Nuevas distancias totales recorridas y tiempo empleado

Nueva Distribucion	DISTANCIAS (metros)						TOTAL (s)	TOTAL (min)	AHORRO
	Absorcion (m)	Tiempo (s)	Volumetria (m)	Tiempo (s)	Fundicion (m)	Tiempo (s)			
Absorcion									
Arsenico	54	75					745	12	0.64
Antimonio	54	75							
Volumetria									
Cobre			58	80			400	7	0.73
Fundicion									
Plata					47	65	649	11	0.57
Oro					47	65			

Elaboración propia

Por lo tanto realizar estas modificaciones contribuye con mejorar los tiempos empleados por cada analista para realizar las actividades diarias, teniendo en cuenta el desplazamiento de una persona por proceso; si se aumenta el número de personas este ahorro crece de manera proporcional.

4.3. CINCO ESES (5 S)

Implementar técnicas como orden y limpieza para que todos los procesos estén controlados y el personal se encuentre en un estado de confort y comodidad para realizar un mejor trabajo. Recordar que esta herramienta es la base de todo proyecto de reducción de costos y manufactura esbelta.

Procedimiento para implementar las 5S

Etapa 0. Planeación y preparación

- Capacitación al personal sobre los beneficios de la implementación de 5s
- Campaña de difusión en la compañía sobre utilidad y beneficios
- Establecer responsables por áreas
- Implementar un tablero sobre los avances graduales

Etapa 1. Implementación de la primera S

- Asignar un líder que será responsable de la evaluación inicial
- Retirar del lugar de trabajo todas aquellas cosas que no son necesarias.
- Establecer criterios de selección, ver figura 37.

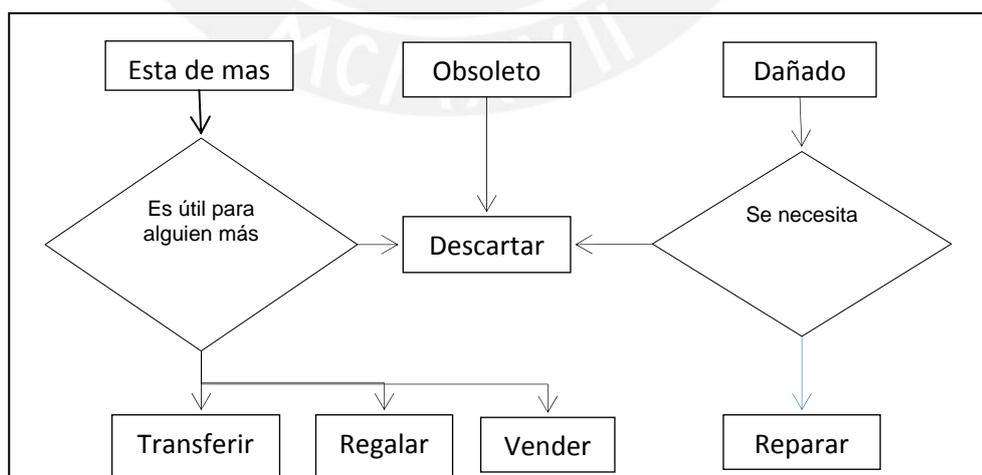


Figura 37 Criterios de selección de 5 S
Fuente propia

Etapa 2. Implementación de la segunda S

- Dividir el área de trabajo en partes manejables y fácilmente identificables
- Establecer sitios para cada objeto
- Hacer siluetas o delimitar con colores las posiciones de objetos en las áreas asignadas.

Etapa 3. Implementación de la tercera S

- Diseñar el programa de limpieza
- Establecer la disciplina
- Asignar responsables de las actividades de limpieza
- Definir su frecuencia y cuando se deben llevar a cabo
- Documentar las actividades de limpieza en un procedimiento.

Etapa 4. Implementación de la cuarta S

- Integrar las actividades antes propuestas en el trabajo regular
- Evaluar los resultados mediante estándares de colores, organización, limpieza, etiquetas y guías de ubicación.

Etapa 5. Implementación de la quinta S

- Hacer campañas de promoción de lo conseguido
- Organizar visitas a las instalaciones
- Proporcionar capacitación continua
- Realizar presentaciones de proyectos.

A continuación algunos avances de la implementación



Zonas de alto riesgo señalizadas con sus respectivos letreros de seguridad para evitar riesgos.



Se retiran objetos de los pasillos ya que cada objeto debe tener un lugar y además constituye un peligro para el personal.



Se retiran costalillos con material de construcción que fue abandonado en una zona donde no corresponde.

Se nombra un personal para liderar la inspección semanal, esta persona trabajar en el seguimiento e implementación de la cultura de Orden y Limpieza. Este va hacer un trabajo que requiera más esfuerzo ya que es un tema de cambio de mentalidad y es lo que más tiempo toma para tener una evidencia de mejora real en el tiempo.



Figura 38 Auditorias de inspección
Elaboración propia

En la siguiente figura 38 se muestra la evolución de las auditorías realizadas durante doce semanas al laboratorio para medir las mejoras en temas de orden y limpieza.

En la figura 39 se muestra gráficamente el seguimiento realizado a las tres áreas respecto a temas de orden y limpieza, teniendo como estándar una meta de 80%.

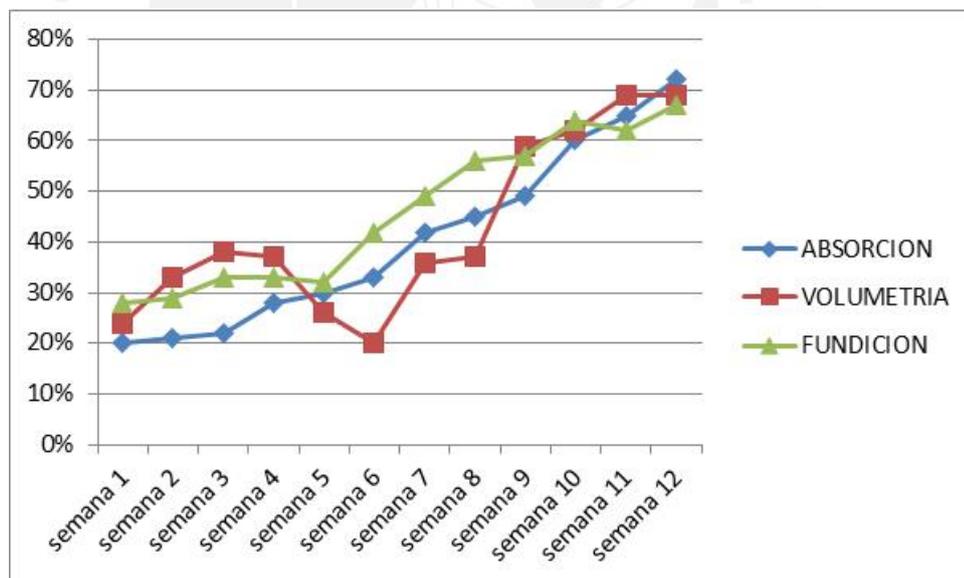


Figura 39 Grafica de evolución de las evaluaciones

Elaboración propia

Las evidencias de estas inspecciones y las mejoras logradas durante estas semanas de inspección a las tres áreas definidas del laboratorio, se muestran a continuación en las figuras 40:



Figura 40 Fotos de la situación actual de Orden y Limpieza

Elaboración propia



Figura 40 Fotos de la situación actual de Orden y Limpieza
Elaboración propia

4.4. KANBAN DE PLANIFICACIÓN

El kanban mediante una señal visual será propuesto como un evento de mejora o cambio. El kanban que se va a implementar consiste en presentar un cuadro diario de los análisis que han quedado pendiente de reporte y que están más próximos a la fecha de reporte, adicionalmente se dará prioridad a las muestras urgentes.

En la figura 41 se muestra un ejemplo de los análisis que quedaron pendientes, esta lista se presenta al iniciar el día para que todas las áreas organicen su trabajo de acuerdo a los análisis pendientes y las prioridades de los clientes.

Las 5'S son una herramienta esencial para facilitar las actividades de implementación.

Se debe considerar que los equipos deben tener un buen programa de mantenimiento que asegure que los equipos sean más confiables para trabajar en un ambiente sin pérdidas de tiempo por paradas de equipos.

Se debe considerar que los operadores estén capacitados en varias operaciones para que sean capaces de operar, mantener y analizar con calidad cada subproceso al cual se traslade.

Considerar el abasto de los materiales en ambos almacenes utilizando un sistema kanban (orden de producción) teniendo stock mínimos considerados en el almacén de reactivos.

	AG	AU	AS	BI	CD	CU	F	HG	PB	SB	ZN
análisis numero	GRTM	GRTM	%	%	%	%	PPM	PPM	%	%	%
20855	187	2.7	0.27	0.01		25.5		0	0.66	0.09	0
20856	12	0.233				0					
20859	160	2.1	0.03	0		24		0	0.09	0	0
20860	60	3	0.03	0		26.4		0	0.11	0	0
20861	383	4.4	0.07	0		24.3		0	0.64	0.01	0
20879	15	3.1				17.8	0				
20880	8	1.9				16.2	0				
20881	9	3.733				16.5	0				
20882	9	3.133				15.9	0				
20883	10	2.3				16.2	0				
20884	8	2				16.1	0				
20885	9	3.4				16.3	0				
20914	104	4.867				0					
20915	105	4.733				0					
20916	100	5.6				0					
20917	95	5.333				0					
20918	88	4.8				0					
20924	206	6.45				0					
20925	94	0.7				0					
20926	159	4.6				0					
20927	138	5.5				0					
20928	234	8.533				0					
20929	230	8.133				0					

Figura 41 Análisis pendientes de reporte
Elaboración propia

Aplicando un sistema Andon de control visual se mandan reportes de avance al iniciar el turno de trabajo y al finalizar el mismo de modo que los operarios

están consientes de los avances a manera de motivación del personal, como se muestra en la figura 42.

	AG	AU	AS	BI	CD	CU	F	HG	PB	SB	ZN	
	GRTM	GRTM	%	%	%	%	PPM	PPM	%	%	%	
	PROMEDIO											
Nª muestras ingresadas	132	131	30	19	1	126	8	4	23	25	12	511
Nª muestras reportadas	132	131	30	7	1	35	0	0	7	7	2	352
% Aprobado <= 3 días	100	100	100	37	100	28	0	0	30	28	17	69

Figura 42 Porcentaje de avance de muestras con 3 días de ingreso
Elaboración propia

Se muestra en color verde aquellos elementos en los cuales no se tiene análisis pendientes por reportar y en color rojo aquellos elementos cuyo porcentaje de reporte es menor al 90 % del total de ingresos.

De esta manera al iniciar el día cada área puede programar de manera eficiente aquellos elementos que se tienen retrasados y los cuales al ser reportados completan el análisis para ser reportado al cliente.



Figura 43 Kanban visual
Elaboración propia

En la figura 43 se presenta un ejemplo de kanban visual para ayudar a los trabajadores, mediante la señalización de urgencias y espacios de acuerdo al programa de producción que indica la prioridad de análisis, se limita el trabajo a dichas órdenes; bajo este sistema una orden de análisis es activada solo bajo las ordenes de producción cada vez que los equipos

necesarios se encuentren disponibles, lo que asegura que la producción diaria está limitada a cumplir con las ordenes de mayor prioridad.

4.5. EVENTOS KAIZEN

Para todas las mejoras propuestas fue necesario realizar eventos kaizen con todo el personal para encontrar las mejores propuestas planteadas por los trabajadores ya que ellos son los que realizan las actividades diarias, ver figura 44.



Figura 44 Reunión de presentación de la metodología
Elaboración propia

4.5.1. KAIZEN DE DISTRIBUCIÓN

El primer evento Kaizen realizado en el laboratorio fue centrado en generar un flujo continuo de los diferentes procesos de las áreas de absorción, volumetría y fundición; basados en el análisis del diagrama de Spaghetti, con la finalidad de disminuir el transporte de reactivos, aumentar el porcentaje de eficiencia de utilización del tiempo de los analistas, reducir el inventario y reducir el tiempo de ciclo de los análisis.

Este evento permitió observar ciertas características importantes de fallas existentes en la distribución del área:

- No existía un flujo continuo de actividades, lo que generaba desorden en los almacenes ya que los analistas retiraban reactivos en exceso para no tener que movilizarse constantemente hacia esta zona, lo que hacía difícil llevar un inventario real del consumo de los reactivos.
- Largos tiempos de desplazamiento ya que las zonas tenían los subprocesos distribuidos alrededor de toda el área del laboratorio.

- Tiempos perdidos por dificultad de movimientos generado por hacinamiento de personas dentro de espacios reducidos de pasillos.
- Altos tiempos de búsqueda de materiales necesarios para los procesos de análisis.
- Herramientas e instrumentos obsoletos para el proceso.
- Procesos con mal diseño que generaban dificultad para los operarios, generando trabajos ergonómicamente inadecuados.

Los principales cambios generados al proceso fueron:

- Flujo continuo de análisis, la sala de balanza está ubicada en el centro del laboratorio desde aquí las tres áreas confluyen en el proceso común a las tres áreas, el pesado. La flecha de color rojo muestra el desplazamiento del área de absorción, la flecha celeste muestra el desplazamiento del área de volumetría y la flecha morada muestra el desplazamiento del área de fundición, esto se muestra en la figura 45.

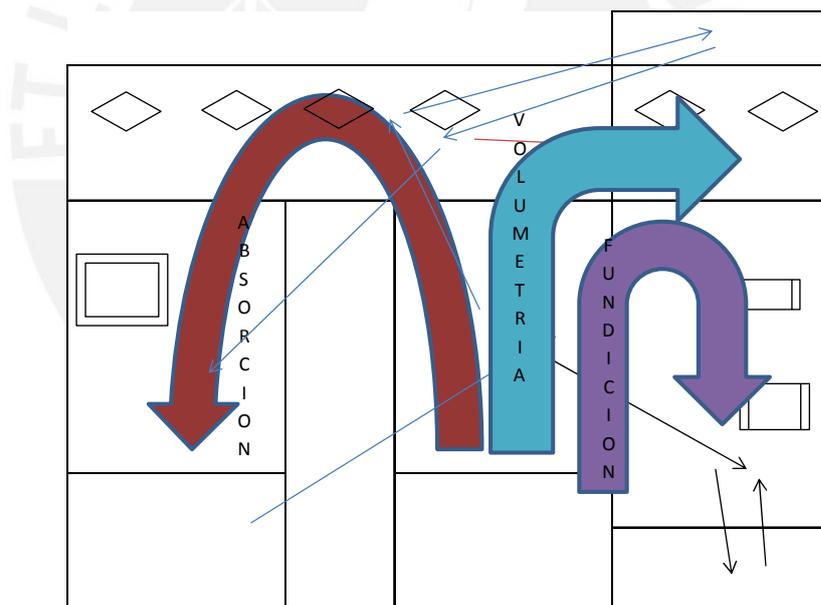


Figura 45 Escenario de mejoras desarrolladas en el evento kaizen
Elaboración propia

- Se evaluó el número actual de analistas por subproceso encontrándose que se necesita incrementar el número de personas que trabajan en cada subproceso para lograr satisfacer la demanda diaria del cliente en tiempo y calidad.
- Se planteó la adquisición de mayor cantidad de material para reemplazar aquellos materiales que están dañados y tener en cuenta

la cantidad suficiente para evitar tener demoras por falta de materiales, se estableció que la cantidad necesaria es de 3 bach de 40 análisis cada uno por cada uno de los tipos de procesos.

- Se adquirió coches para desplazar los reactivos de mayor uso, estos se muestran en la figura 46 para disminuir el esfuerzo de los analistas al momento de realizar las digestiones y disminuir la cantidad de mermas de reactivos por manipulación.



Figura 46 Carrito de transporte de ácidos frecuentes
Elaboración propia

4.5.2. KAIZEN DE ORDEN Y LIMPIEZA

El segundo evento llevado a cabo en el laboratorio fue la aplicación de los principios de las 5 S como la base fundamental para la mejora en manufactura esbelta, debido a que esta metodología tiene varias etapas se deja iniciado el proceso con la selección y el ordenamiento.

Durante el evento Kaizen se descubrieron las siguientes oportunidades:

- No se tiene a una persona que represente todo el trabajo que se va a realizar para lograr crear conciencia entre los trabajadores de la necesidad y beneficios de cumplir la metodología.
- Las zonas de almacenamiento de materiales no estaba identificada, el personal ubicaba el material en las zonas que otros analistas habían designado que deberían guardarse pero sin algún criterio de compatibilidad o necesidad de cercanía al proceso.

- El área de almacén de reactivos no tenía una ubicación adecuada donde se haya aplicado alguna metodología de almacenamiento o compatibilidad.
- Después del evento se plantearon algunas alternativas para mejorar el orden y la limpieza en todo el laboratorio.
- Se nombró a un líder para hacer seguimiento a las propuestas e implementación de las mejoras, este líder fue escogido de entre el personal netamente operativo pues es quien tiene mayor contacto con todas las operaciones y el personal.



Figura 47 Elección del líder para Implementar las inspecciones
Elaboración propia

- Se aplicó una metodología de compatibilidad en los almacenes para los reactivos químicos teniendo en cuenta la reactividad de ácidos y bases para evitar accidentes.
- En el área de almacén del laboratorio se guarda una variedad de material de laboratorio y repuestos de equipos a los cuales se les aplicó un ordenamiento de acuerdo a la rotación y tamaño de las piezas.

4.5.3. KAIZEN DE PROGRAMACIÓN

El tercer evento Kaizen que se llevó a cabo es de programación en el cual se tenía como principal objetivo organizar las tareas diarias que se llevan a cabo en el laboratorio pensando en el cumplimiento de las órdenes del cliente a tiempo y utilizando efectivamente los recursos tanto de horas hombre como cantidad de insumos.

Algunos hallazgos como oportunidad de mejora se listan a continuación:

- Al iniciar la jornada de trabajo se tienen varias muestras en proceso y una larga lista de pendientes por empezar su proceso y no se tiene

una lista de fácil manejo donde se indique cual es el orden de prioridades para trabajar los análisis.

- Durante el día se reciben gran cantidad de análisis urgentes que alteran la planificación diaria.
- No se tiene un apoyo visual que muestre los avances diarios lo que desmotiva al personal pues no ve reflejado su esfuerzo.
- Luego de la exposición de los problemas se plantearon algunas mejoras para ser implementadas:
- Al iniciar la jornada de trabajo se enviara una lista con las prioridades de elementos a ser trabajados, en estas prioridades se tienen aquellas muestras a las cuales le faltan por completar solo 1 ó 2 elementos y poder ser reportada la muestra, luego seguirán aquellas muestras que tienen mayor cantidad de días sin completar y luego las muestras que el cliente necesita con mayor urgencia.
- Se implementara un cuadro en el cual se muestra el porcentaje de avance de cada día con respecto a las muestras que faltan completar por tiempo de antigüedad, de esta manera el personal se sentirá motivado al ver su avance plasmado y se organizara solo en aquellos elementos que le ayuden a cumplir con su programación.
- Se conversara con los clientes para tener un máximo del 10 % del total de ingresos diarios como urgentes, de esta manera poder cumplir en un plazo razonable de 3 días aquellas muestras que el cliente necesita con mayor urgencia.

4.6. SMED TIEMPO DE LIMPIEZA DE MATERIAL DE VIDRIO

Luego de hacer un análisis de datos se evidenció que el tiempo de lavado del material de vidrio para las áreas de absorción y volumetría es un cuello de botella y no tiene tiempos estables, muestran una variabilidad en los tiempos de lavado.

Esta técnica consiste en analizar la metodología de limpieza para estandarizar en el menor tiempo posible cumpliendo con los requisitos de calidad que impidan contaminación, mediante la aplicación de las herramientas SMED.

Los principales problemas identificados:

- Los auxiliares de lavado no manejaban una metodología estándar de limpieza, cada uno realiza el lavado de acuerdo a su experiencia. Un auxiliar lava las fiolas en 50 minutos y el otro auxiliar lo hace en 45 minutos, cada uno debe dejar remojando 30 min las fiolas sumergidas en una solución de agua jabonosa, antes de sumergir las fiolas debe enjuagar su contenido pero también depende de la pericia para manipular las fiolas, se puede lavar cada 3 o 5 fiolas de esta manera lleva más tiempo lavar un bach de 40 fiolas.
- El consumo de agua en el lavado es de aproximadamente 1500 m³/año que representa un costo de \$ 2400 dólares/año por consumo de agua.
- Alta humedad en área, ya que todo el día se está manipulando el agua por el lavado del material.
- Las principales mejoras ejecutadas:
- Luego de varias pruebas se definió un instructivo estándar de lavado de material de vidrio que redujo el tiempo de lavado, inicialmente se tenía 50 minutos pero en la mejora se propone 45 minutos para el proceso de lavado de fiolas, este tiempo es el que demora el auxiliar más experimentado en lavar por lo tanto se tomara como referencia, estos datos se consignan en la tabla 17:

Tabla 17 Tiempos de lavado de acuerdo a las actividades de mejora

Operación	Actual	Unidad	Objetivo		Diferencia		Base	AHORRO	AHORRO	AHORRO
								mensual (hr)	mensual	anual
lavado de fiolas	3000.00	seg	2700	seg	5.00	min	horas	36.7	\$ 63	\$ 750
lavado de material de vidrio	1200.00	seg	900	seg	5.00	min	horas	36.7	\$ 63	\$ 750

Elaboración propia

Ahorro de 10 min que equivale a reducir el tiempo de set up de 36.7 horas al mes por las 2 personas de lavado, esto incrementa en \$ 750.00 de ganancia en tiempo de trabajo anual con un sueldo base de \$ 300.00, para una actividad tan rutinaria y simple.

Para hallar los tiempos de la tabla 17 se filmó la actividad de cada uno de los trabajadores y luego se hizo el análisis de cada uno además de encontrar las mejor forma de realizar la actividad y dejarla planteada en un instructivo de trabajo.

- Se capacito in situ a los auxiliares de lavado en la metodología de lavado de material de vidrio y el buen uso de los grifos para lavado, se cambió los caños de lavado para disminuir el desperdicio de agua mejorando la presión de chorro de salida y aumento eficiencia en el lavado.
- Se trabajó en el principio de lugar de trabajo seco, para reducir el tiempo de limpieza del área y mejorar la seguridad en el área ya que al ser una zona de alto transito no se debe permitir que esta área este húmeda por los peligros de caídas de nivel.



CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5. PROPUESTA ECONOMICA

El análisis económico se realizara en función a la reducción de los días propuestos como mejora que son 4 días comparados contra los 16 días que anteriormente se reportaba, lo que genera un aumento en la capacidad de recepción de muestras al incrementar la disponibilidad del personal.

El laboratorio es un laboratorio de primera parte, es decir solo analiza las muestras del depósito, no recibe muestras de otras personas como lo hacen los laboratorios comerciales que son abiertos al público.

Se hará una revisión de los precios de los principales laboratorios comerciales y se planteara una nueva tarifa que será el 70% del promedio de los precios de los otros laboratorios comerciales esto se muestra en la tabla 18.

Tabla 18 Precio unitario

LABORATORY					PRINCIPALES COMPETIDORES		
#	Elements	Symbol	Actual	Futuro	ABC	CD	EFG
1	ANTIMONIO	Sb	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
2	ARSENICO	As	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
3	BISMUTO	Bi	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
4	CADMIO	Cd	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
5	COBALTO	Co	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
6	COBRE	Cu	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
7	ESTAÑO	Sn (TIN)	15.50	40.29	65.00	45.93	61.75
8	HIERRO	Fe	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
9	INDIO	In	12.00	43.66	63.00		61.75
10	MAGNESIO	Mg	12.00	26.54	44.00	27.04	42.68
11	MANGANESO	Mn	12.00	23.62	34.50	32.22	34.51
12	MERCURIO	Hg	15.50	28.21	46.00	32.22	42.68
13	ORO	Au	15.50	29.15	51.50	30.74	42.68
14	ORO/PLATA	Au/Ag	25.50	44.09	74.00	45.93	69.02
15	PLATA	Ag	15.50	28.10	47.00	30.74	42.68
16	PLOMO	Pb	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51
18	SILICE	SiO ₂	20.00	39.10	71.00	34.81	61.75
20	ZINC	Zn	12.00	22.41	34.50	27.04	34.51

Elaboración Propia

Este ajuste de precios se compensara con el menor tiempo de reporte de las muestras ya que es prioridad para el cliente conocer los resultados de las muestras con mayor rapidez para poder comercializarlas en el mercado, recordar que los precios son muy variables y es necesario aprovechar las oportunidades cuando los precios de los minerales están elevados.

Este incremento de precios será la base para la sustentación del proyecto ante los directores de la empresa.

Se presenta en la tabla 19 todos los gastos para la implementación de las mejoras como la contratación de más personal, compra de nuevos equipos para hacer la producción más fluida, ya que se observó en el VSM la necesidad de incrementar personal, equipos y ampliar a 2 turnos de trabajo en algunos procesos.

Además se está considerando los movimientos de las instalaciones para disminuir los desplazamientos innecesarios del personal y las capacitaciones al personal en los eventos kaizen donde por ser jornadas de todo un día es necesario considerar el break.

Tabla 19 Costos de inversión

Mejora	Inversion en Personal	Cantidad	SalarioMensual	Costo 12 meses	Total
calculo de personal	analistas junior	15	S/. 1,000.00	S/. 180,000.00	S/. 270,000.00
calculo de personal	analistas senior	3	S/. 2,500.00	S/. 90,000.00	
Mejora	inversion en equipos	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Total
equipo fundicion	horno de fundicion	2	S/. 20,000.00	S/. 40,000.00	S/. 167,500.00
equipo fundicion	horno de copelacion	2	S/. 25,000.00	S/. 50,000.00	
equipo absorcion	equipo varian 280	1	S/. 50,000.00	S/. 50,000.00	
equipo volumetria	titulador semiautomatico	3	S/. 5,000.00	S/. 15,000.00	
equipo	material de vidrio	500	S/. 25.00	S/. 12,500.00	
Mejora	inversion instalacion	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Total
almacen	almacen de fundicion	1	S/. 8,000.00	S/. 8,000.00	S/. 38,000.00
almacen	almacen general	1	S/. 10,000.00	S/. 10,000.00	
balanza	reubicacion sala balanza	1	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00	
Mejora	inversion en implemetacion	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Total
capacitacion	evento kaizen	4	S/. 250.00	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00
				Inversion TOTAL	S/. 475,500.00

Elaboración Propia

En la tabla 20 se presenta los costos proyectados ya que al incrementar personal y ampliar los turnos de trabajo es necesario incrementar costos fijos como equipos de protección personal para todos los nuevos analistas, se incrementan gastos obligatorios de ley como seguros, vacaciones, alimentación, movilidad.

El monto mensual de pago de servicios como agua, luz y limpieza se verán modificados al haber mayor consumo pues los equipos estarán prendidos casi 24 horas al día, y por seguridad las zonas por las que se moviliza el personal debe permanecer limpia de humedad lo que incrementa la necesidad de limpieza por parte de la contrata que realiza la limpieza.

Los equipos van a sufrir mayor desgaste por lo que es necesario contemplar de forma preventiva servicios de calibración a los equipos, así como de mantenimiento de las instalaciones.

Tabla 20 Costos fijos proyectados

Mejora	inversion en personal	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Total
personal	epps	18	S/. 150.00	S/. 2,700.00	S/. 49,950.00
personal	asignacion familiar	18	S/. 150.00	S/. 2,700.00	
personal	ticket alimentacion	18	S/. 80.00	S/. 1,440.00	
personal	pago vacaciones	18	S/. 1,700.00	S/. 30,600.00	
personal	pago de seguros	18	S/. 80.00	S/. 1,440.00	
personal	pago de essalud	18	S/. 95.00	S/. 1,710.00	
personal	SCTR salud y pension	18	S/. 105.00	S/. 1,890.00	
personal	seguro ley vida	18	S/. 75.00	S/. 1,350.00	
personal	refrigerio	18	S/. 300.00	S/. 5,400.00	
personal	servicio transporte	18	S/. 20.00	S/. 360.00	
personal	control medico	18	S/. 20.00	S/. 360.00	
Mejora	inversion en personal	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	
reactivos	reactivos	4	S/. 3,000.00	S/. 12,000.00	S/. 13,360.00
reactivos	articulos de almacen	4	S/. 160.00	S/. 640.00	
reactivos	servicio de calibracion	4	S/. 180.00	S/. 720.00	
Mejora	inversion en personal	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total	Total
instalaciones	consumo diesel	2	S/. 1,500.00	S/. 3,000.00	S/. 7,236.00
instalaciones	electricidad	2	S/. 320.00	S/. 640.00	
instalaciones	agua	2	S/. 370.00	S/. 740.00	
instalaciones	montacarga	2	S/. 28.00	S/. 56.00	
instalaciones	servicio limpieza	2	S/. 1,000.00	S/. 2,000.00	
instalaciones	servicio de estacionamiento	4	S/. 200.00	S/. 800.00	
				Inversion TOTAL	S/. 70,546.00

Elaboración propia

En la tabla 21 se muestra la evaluación económica del proyecto en términos de costo beneficio con los indicadores económicos VAN y TIR.

El VAN (valor agregado neto) se entenderá a la suma de los valores actualizados de todos los flujos netos de caja que se esperan del proyecto al deducir la inversión inicial. Al tener un VAN positivo, el proyecto es rentable, si este hubiera presentado un VAN igual a cero se entendería que la rentabilidad del proyecto es la misma que invertir los fondos en el mercado con una tasa equivalente a la tasa bancaria utilizada a un año que es de 43% para este proyecto.



Tabla 21 Evaluación económica

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ingresos		S/. 420,000											
Egresos		S/. 70,546											
Inversión Inicial	S/. 475,500												
Diferencia	S/. -475,500	S/. 349,454											
TASA	43%												
VAN	S/. 326,069												
TIR	73%												

Elaboración propia

96

Para el caso de TIR (tasa interna de rentabilidad) que se entiende como aquella tasa que iguala el VAN de una inversión a cero para este proyecto la TIR obtenida de 73% es mayor que la tasa bancaria considerada de 43%, lo que como inversionistas haría pensar en la posibilidad de invertir en este proyecto ya que el fondo de capital invertido tendrá mayor rentabilidad en términos de interés ganado que depositar este fondo en una cuenta bancaria, esta evaluación se realiza a 12 meses.

Dentro de otras beneficios no considerados cuantitativamente tenemos la satisfacción del personal ya que al reubicar algunas áreas, crear divisiones por áreas, traer más personal para apoyar en el trabajo diario y de esta manera cumplir con los resultados solicitados por el cliente, disminuye el estrés laboral ya que el personal ve reflejado su trabajo de forma justa sin sobre cargar de trabajo lo que a la larga puede resultar en desmotivación y deseos de búsqueda de otras oportunidades laborales con condiciones más ergonómicas.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Incrementando la cantidad de analistas a 30 personas y aplicando las técnicas de manufactura esbelta, kanban de planificación, 5'S de Orden y Limpieza, se reducirán los tiempos de los procesos de análisis por lo menos la tercera parte pasando de 16 días a 4 días ya que los procesos estarán controlados y el personal estará más cómodo al realizar su trabajo.
- Implementando dos turnos de trabajo se llegara a una reestructuración aprovechando al máximo los espacios, equipos y personal, teniendo tareas exclusivas para cada turno y llevando a cabo el mantenimiento productivo total, el personal del laboratorio utilizara de manera eficiente los equipos de trabajo asignados
- Al aumentar la disponibilidad de análisis se hace rentable los cambios propuestos ya que se tiene más capacidad para recibir mayor cantidad de análisis y ser más competitivos con relación a los otros laboratorios comerciales para tener siempre cautivo a nuestro principal cliente.

6.2. RECOMENDACIONES

Para continuar con la implementación de herramientas de manufactura esbelta, se deja un listado de recomendaciones divididas en 4 grupos.

6.2.1. PLANTEAMIENTO DE REUNIONES DIARIAS

Se propone implementar un programa de reuniones diarias de una duración de entre 5 hasta 10 minutos, estas reuniones se llevaran a cabo al iniciar el turno de trabajo y serán dirigidas por el supervisor del área con la participación de su equipo de trabajo integrado por el personal de producción y el personal del área de control de calidad.

Propósitos de las reuniones diarias:

- Analizar los avances en productividad del turno anterior:
 - ❖ El supervisor lidera la reunión comunicando los avances de cumplimiento del plan de producción del turno anterior y actualiza el cuadro de trabajo pendiente para el presente turno de trabajo.

- ❖ Se presenta el desempeño de los principales indicadores del área para que el personal se sienta comprometido en el avance y cumplimiento de los mismos.
- ❖ El fin de cada reunión debería ser plantear acciones preventivas y correctivas que ayuden a mejorar cada día el índice de cumplimiento de productividad.
- Obtener retroalimentación de parte de los trabajadores :
- ❖ Escuchar todas las inquietudes, dudas y aportaciones de los trabajadores.
- ❖ Prestar atención a todas las dificultades encontradas durante la ejecución del plan de trabajo diario para establecer mejoras.
- ❖ Comunicar oportunidades de mejora encontradas durante las reuniones diarias.
- ❖ Comunicar el plan de implementación de mejoras aprobadas por la jefatura de acuerdo a la disponibilidad de tiempo y costo de inversión de las mismas.

6.2.2. ENTRENAMIENTO

Se debe elaborar un plan de crecimiento, entrenamiento y capacitación continua que implique un desarrollo permanente de un equipo en temas de Manufactura Esbelta, la capacitación debe ser en todos los niveles requeridos del personal, teniendo en cuenta que la manufactura esbelta se complementa con Six Sigma y este tiene diferentes niveles como White Belt, YellowBelt, Green Belt y Black Belt.

Un plan de capacitación propuesto se muestra a continuación en la figura 48.

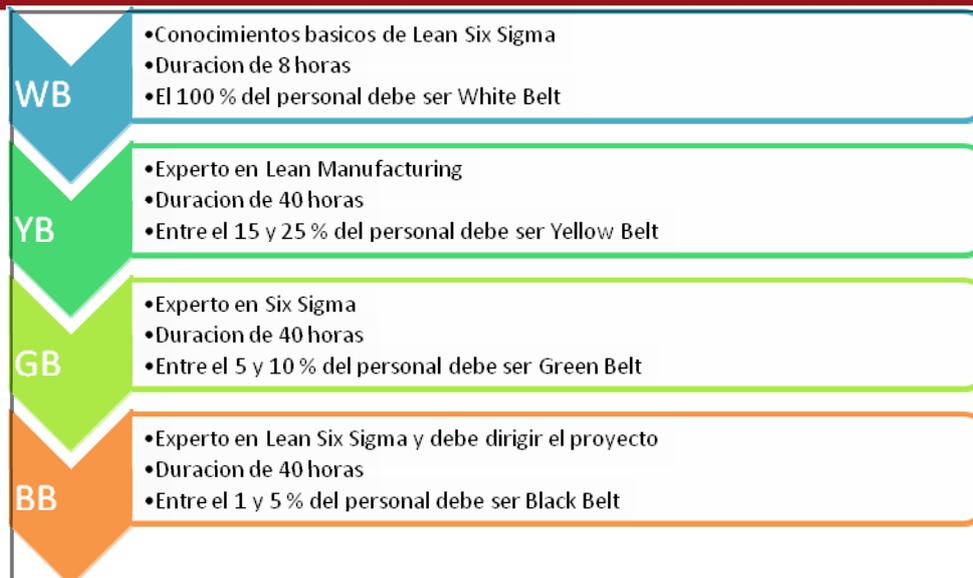


Figura 48 Plan de capacitación en Lean Six Sigma

Elaboración propia

Dentro de las propuestas de mejora llevadas a cabo se realizaron eventos kaizen donde se brindó capacitación específica sobre temas de orden y limpieza, manufactura esbelta y kanban.

Es necesario capacitar al personal ya que los usuarios son los concedores de sus procesos y con las herramientas adecuadas se espera lideren la actividad diaria de disminuir desperdicios durante todo su proceso.

Tener en cuenta el conocimiento tácito que es la información producto de la experiencia de los trabajadores por el puesto de trabajo y los años que realiza la actividad, este conocimiento es el que debe ser orientado junto a las herramientas estadísticas de análisis para la reducción de productos no conformes o reprocesos y reducción de actividades que no agregan valor.

6.2.3. ORDEN Y LIMPIEZA

Implementar las siguientes fases como Estandarización

- Homogenizar letreros de ubicación de los artículos necesarios en todas las áreas.
- Homogenizar entregables de todas las sub áreas en temas de 5'S como Mapas de Ubicación, Programas de Limpieza, Listado de Artículos.
- Homogenizar códigos de colores para tener reciclados los desperdicios que se generan en el área.

- Mantener la Evaluación constante en estandarización de temas de Orden y Limpieza en las áreas.
- Generar un Manual de 5'S

6.2.4. CÍRCULOS DE CALIDAD

Los Círculos de Calidad son equipos integrados por trabajadores y supervisores que se reúnen en forma regular para solucionar problemas relacionados con el trabajo, que comprenden la calidad y la productividad.

Se recomienda la formación de estos círculos con el personal del laboratorio para abarcar temas como:

- Seguridad y Medio Ambiente
- Mantenimiento de Equipos
- Control de Documentos
- Calidad y Validación de Métodos de Ensayo

Estas cuatro áreas son fundamentales en la generación de una cultura de calidad y mejora continua por parte de todo el personal del laboratorio.

Círculo de Seguridad y Medio Ambiente; ya que se trabaja con gran cantidad de productos químicos peligrosos que están en constante desplazamiento por parte de los trabajadores ya que forman parte de su método de trabajo, por lo que necesitan un ambiente ordenado y seguro para transitar.

Círculo de Mantenimiento de Equipos; la gran cantidad de equipos que requieren de un mantenimiento semestral y calibraciones hacen necesario un seguimiento a este programa así como la verificación de que el trabajo fue bien realizado y es acorde a las necesidades y especificaciones dadas.

Círculo de Documentos; por ser un laboratorio de ensayos se tiene gran cantidad de métodos, instructivos, procedimientos y manuales para realizar los ensayos, los cuales requieren una actualización constante por parte de los trabajadores por si existiera alguna mejora o cambio en las condiciones tradicionales de trabajo por lo que requeriría de una actualización.

Círculo de Calidad y Validación de Métodos; si bien es cierto los métodos de ensayo están sometidos a constante cambio por la aplicación de la metodología de disminución de desperdicios y agilización de procesos, todos estos cambios es necesario ser validados para asegurar que son aplicables

a todas las calidades de muestras que ingresan al laboratorio pues el resultado final emitido es comparado con otros laboratorios comerciales y deben estar alineados para no perder credibilidad frente a los clientes.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bermejo, M. Francisco, (1991). Química Analítica General, Cualitativa e Instrumental
- Cheng, E., Podolsky, S. (1996). Just-In-Time Manufacturing an introduction. UK: Chapman& Hall.
- Collier, D.A., Evans, J.R. (2009). Administración de Operaciones: bienes, servicios y cadenas de valor. México: CengageLearning Editores
- Company, R., Fonollosa, J. (1989). Nuevas Técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT. España: Marcombo.
- Evans, J., Lindsay, W. (2008). Administración y control de la calidad. México: CengageLearning Editores.
- Galen W. Ewing, (1978). Métodos Instrumentales de Análisis Químico. Mexico:Mc Graw Hill.
- Hirano, H. (1991). Manual para la implementación del JIT: una guía completa para la fabricación "just-in-time". España: Tecnologías de Gerencia y Producción.
- Kogyo, N. (1991). Poka – Yoke: Mejorando la Calidad del Producto evitando los defectos. España: Tecnologías de Gerencia y Producción
- Krajewsky, L., Ritzman, L., Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones: Procesos y cadenas de Valor. México: Pearson Educación
- Rajadell, M., Sánchez, J. (2010). Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad. España: Díaz de santos
- Rey, F. (2005). Las 5S: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo. España: Fundación Confemetal
- Richard D. Beaty. (1979) Conceptos, Instrumentación y Técnicas en Espectrofotometría por Absorción Atómica. Perkin-Elmer Corporation

Schroeder, R.G., Meyer, G.S., Rungtusanatham M. J. (2011). Administración de Operaciones: Conceptos y casos contemporáneos. México: Interamericana Editores

Skoog, Douglas, Holler, James, Nieman, Timothy. (2001). Principios de Análisis Instrumental. Mc Graw Hill.

Shingo, S. (1986). Zero quality control: Source Inspection and the Poka-yoke System. United States of America: Productivity, Inc.

Socconini, L. (2008). Lean Manufacturing paso a paso. México: Norma

