

Aplicación de la metodología SOLVE en la red hidráulica de una Cementera.

Ing. Nayeli Martínez García

Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Veracruz, México, nayeli_maga@hotmail.com

M.C. Marcos Salazar Medina

Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Veracruz, México, marc_sal@yahoo.com.mx

ABSTRACT

Fresh water is a very important resource for survival all around the world since only 2.53% of the total amount of water belongs to this kind and only 0.007% (93000 km³) is at human's reach. However this amount of water has been reduced due to pollution and climate change. Nowadays there is water shortage everywhere in the globe therefore the need to manage in an efficient way this resource in its 3 main uses: companies, crops and human consumption. SOLVE methodology was applied in this cement manufacture company to streamline the hydraulic system and, therefore, reduce water consumption due to unnecessary aspects. Several problems were detected inside the manufacture plant such as: leakage, lack of training to the personnel, malfunction and insufficiency of water meters, outdated planes, insufficient signaling, lack of personnel.

Keywords: Water, Efficiency, Consumption, Measurers.

RESUMEN

El agua dulce es un recurso muy importante para la sobrevivencia de todo el mundo, ya que, solo el 2.53% del total de agua es dulce y solo el 0.007%, equivalente a unos 93 000 km³ esta alcance del ser humano. Sin embargo, este porcentaje se ha visto disminuido debido a la contaminación y al cambio climático. Actualmente ya se presenta escasez de agua en todo el mundo, y por ello, surge la necesidad de manejar de manera eficiente este recurso en sus tres principales usos: consumo en las empresas, consumo en los cultivos, y consumo humano. En la empresa cementera se aplico la metodología SOLVE para lograr hacer eficiente el sistema hidráulico y con ello disminuir los consumos de agua por aspectos innecesarios. Se detectaron varios problemas en la planta como son: fugas, falta de capacitación al personal, medidores con mal funcionamiento e insuficientes, planos desactualizados, señalizaciones insuficientes, falta de personal.

Palabras claves: Agua, Eficiencia, Consumo, Medidores.

1. INTRODUCCIÓN

En la cementera ubicada en el estado de Veracruz, surge la necesidad de ahorrar y reutilizar el agua para disminuir el consumo de este recurso, dentro del sistema de gestión que existe en la empresa. Debido a que debe manejar con eficiencia el agua, porque desde hace 6 años en alianza con la International Union for Conservation of Nature (IUCN), estableció una directiva mundial para medir y disminuir su huella hídrica, y en noviembre de 2012 la cementera fue evaluada como una de las plantas que consumen mayor cantidad de agua debido a su tecnología instalada y condiciones de operación.

La relevancia de este proyecto radica en que se podrá tornar eficiente el sistema hidráulico, también la empresa contribuirá al cuidado de los recursos naturales y disminuirán los pagos de consumo de agua actuales y a largo plazo.

El objetivo principal de este trabajo fue el de disminuir el consumo y desperdicio de agua en la cementera, de manera que exista una variación menor al 10% entre la entrada y salida del sistema hidráulico, para lograr tener un sistema hidráulico eficiente.

La tecnología SOLVE que fue creada por la empresa, y fue utilizada para la resolución de los problemas que surgieron en la red hidráulica, dentro de la planta. Las herramientas que se utilizaron son: el ciclo Deming, el diagrama causa y efecto, la tormenta de ideas, el análisis TPN, entre otros.

2. PROBLEMA

Para disminuir el consumo de agua y volver eficiente el sistema hidráulico se debían resolver varios problemas que se detectaron, estos son:

El grado de conocimiento del personal acerca de la red hidráulica era bajo. Lo que generaba que no se pueda dar mantenimiento a la red de tuberías y que se crearán más problemas de fugas y fallas. Estos problemas extras a corto y largo plazo equivalen a pérdidas económicas y utilización extra de recursos.

Las señalizaciones no eran útiles, ni suficientes para guiarse a la hora de hacer alguna reparación o cambio en la red hidráulica. Esto implicaba que, el personal no se sintiera orientado al momento de seguir una línea de alimentación, o retorno de la red hidráulica, cuando debía hacer alguna reparación, y con ello los trabajadores invertían más tiempo del necesario. Esta inversión de tiempo extra, equivale a una pérdida de tiempo valioso que se podría invertir en realizar otras actividades necesarias para la empresa.

El personal no había recibido capacitación recientemente sobre la red hidráulica. En cualquier empresa y área de la empresa es necesario proporcionar capacitación al personal, para que estos puedan realizar de manera adecuada sus labores, la falta de capacitación implica que los trabajadores ya no realicen sus actividades en tiempo y forma.

El personal detectó más de 10 fugas durante el periodo 2011-2013 y ellos observaron que el tiempo de reparación de esas fugas fue mayor a 6 días. El tiempo de reparación de una fuga debe ser pronta, ya que entre más tiempo se deje pasar, más pérdida de agua de tendrá y de ello se obtendrá un incremento en el pago del agua que utiliza la cementera. Por otra parte el que se presenten varias fugas implica que no se ha dado mantenimiento a la red hidráulica y que se generaran gastos de reparación.

El consumo anual de 2001 a 2013 no era constante, ni controlado. El que no se tenga un consumo constante y controlado en la cementera genera que la cuota que se paga por consumo de agua sea variable y por tanto que haya ocasiones en que se pague más o menos.

Los planos de la red hidráulica no estaban actualizados. Esto generaba que el personal desconociera con exactitud la dirección del agua que viaja a través de las tuberías y la localización de cada tubería. El desconocimiento de la localización y dirección de las tuberías genera incertidumbre en los trabajadores cuando han de reparar una fuga, eh incluso que generen una fuga mayor. Con lo que se generarían gastos extras de recursos.

De 17 medidores, solo 4 estaban calibrados, el resto se validó con un medidor portátil, y se encontró que 3 no estaban funcionando como debieran. Esto generaba que se tuvieran datos falsos acerca del consumo de agua, ya sea datos mayores o menores a los reales, además que los pagos por consumo varíen, por lo que en ocasiones la empresa puede pagar más o menos de lo esperado.

9 medidores de 17 no estaban enviando sus lecturas al sistema TIS. Esto generaba que en el caso de estos medidores, el seguimiento de las lecturas fuera manual, y por tanto que pudieran existir errores en el registro de

las lecturas, también que cuando algún medidor presentara una falla, el personal tardara más tiempo en detectarla y por ende que fuese mayor el tiempo de reparación, y que se incrementara el pago por consumo.

El técnico ambiental era el encargado de la red hidráulica, pero se apoyaba con personal de otras áreas para realizar las actividades, porque no contaba con personal adicional en su departamento y él solo no podía realizar todas las actividades, por falta de tiempo y porque no posee diversos perfiles profesionales, lo que implicaba un retraso en las actividades realizadas ya que el personal de apoyo debía hacer otras labores de mayor relevancia por el área en el que se encontraban cada uno de ellos.

El agua no se consideraba un factor relevante en la planta, por lo que no se había asignado un presupuesto para esta problemática en muchos años. Esto generó más problemas con el paso del tiempo.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. METODOLOGÍA SOLVE

La metodología SOLVE actualmente es utilizada en una cementera para la solución de problemas de manera estandarizada, esta metodología surgió debido a que no se contaba con una manera sistematizada y bajo cierto estándar en todo el consorcio para resolver los problemas que se presentan día a día. Los pasos a seguir son los siguientes:

Paso 1 Definir el problema

- Recolectar síntomas, observaciones, información relevante e identificar a las personas “claves” para resolver el problema.
- Reunir a todos los implicados.
- Preguntar a cada uno por su descripción del problema y discutir todos los enunciados que surjan.
- Acordar cuál es el problema.
- Contestar las siguientes preguntas: ¿Qué? ¿dónde? ¿cuándo? ¿cuánto? ¿Quién? ¿Por qué?

Paso 2 Analizar las causas

- Elaborar un diagrama causa efecto

Paso 3 Seleccionar la solución correcta. Utilizar las siguientes técnicas para determinar la solución correcta:

- Realizar la técnica tormenta de ideas
- Realizar un análisis TPN (total, parcial, ninguno)
- Realizar una matriz de facilidad y efecto

Paso 4 Implementar las mejores soluciones.

- Realizar el ciclo PDCA: Planificar, hacer, verificar y actuar (Holcim Apasco, 2004).

La representación de la metodología SOLVE se muestra a continuación en diagrama A “Diagrama de metodología SOLVE”.

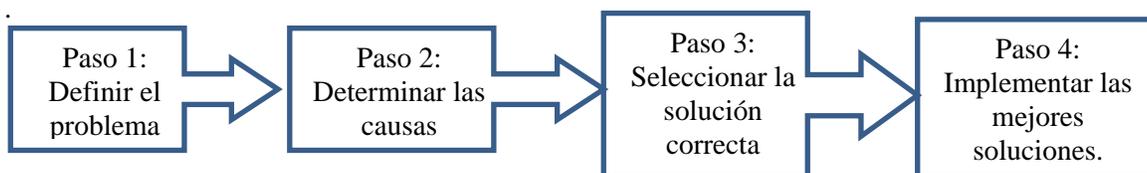


Diagrama A. Diagrama de metodología SOLVE

3.2. TORMENTA DE IDEAS

Es una técnica utilizada en la etapa de selección, identificación y observación del problema. Es una técnica de grupo para la generación de ideas nuevas y útiles, que permite, mediante reglas sencillas, aumentar las probabilidades de innovación y originalidad. Se utiliza para identificar problemas y sus posibles soluciones (Ruiz, 2009).

3.3. DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es también llamado curva 80-20, es una herramienta que ayuda a detectar aquellas causas de mayor importancia al explicar un problema, llegando al punto de que solo un 20% de los factores ocasionan un 80% del problema y ello ayuda al investigador a determinar qué factores son más relevantes que otros y en cuales debe centrarse al querer solucionar el problema (Miranda González, Chamorro Mera, & Rubio Lacoba, 2007)

3.4. DIAGRAMA DE AFINIDAD

El diagrama de afinidad es una manera de organizar la información recabada en sesiones de lluvia de ideas, fue creado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se hayan en un estado de desorganización. Ayuda a agrupar todos los elementos que están relacionados entre si de forma natural. El diagrama fue creado por Kawakita Jiro.

3.5. 5W y 1H

Es una herramienta de análisis que apoya la identificación de los factores y condiciones que provocan problemas en los procesos de trabajo o la vida cotidiana. Las 5 w's vienen del inglés, y son Who, What, Where, When, Why (quién, qué, dónde, cuándo, por qué), ésta última (why, por qué), tantas veces como sea necesario (al menos 5 veces como sugería el Dr. Edwards Deming) y se incluye la H, "How" (cómo) .

3.6. ANÁLISIS TPN

Es una técnica utilizada para identificar soluciones y consiste en numerar las ideas planteadas en la tormenta de ideas y analizar a cada una para determinar si la organización tiene control total, parcial o ninguno sobre el problema a resolver si se implementa dicha idea.

3.7. MATRIZ DE FACILIDAD Y EFECTO

Es una técnica utilizada para identificar y analizar propuestas de solución a un problema. Primero se debe definir con qué criterios se evaluarán las soluciones, después se realiza la matriz utilizando como ejes los 2 criterios anteriormente definidos, después ubique cada propuesta de solución en la matriz de acuerdo a la evaluación que obtenga de cada criterio. Las soluciones que se localicen en el cuadrante superior derecho serán las que deberán implementarse.

3.8. CICLO DEMING

Ciclo Deming o también nombrado ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar). El ciclo Deming es utilizado entre otras cosas para la mejora continua de la calidad dentro de una empresa. El ciclo consiste de una secuencia lógica de cuatro pasos repetidos que se deben de llevar a cabo consecutivamente. Estos pasos son: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Dentro de cada uno de los pasos podemos identificar algunas actividades a llevar a cabo, a continuación agrego algunas que espero y te sirvan de guía. Recuerda estas son sólo algunas (Maya, 2005).

4. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1. PASO 1: DEFINIR EL PROBLEMA

Las herramientas que se utilizaron para definir el problema que existía en la red hidráulica de la cementera fueron las siguientes:

- Encuesta al personal

- Investigación documental
- Búsqueda de planos
- Investigación de campo
- Formación de equipo de trabajo

4.1.1. ENCUESTA AL PERSONAL

Se llevó a cabo una encuesta de 12 preguntas al personal con el objetivo de determinar el nivel de conocimiento acerca del sistema hidráulico es bajo y verificar si habían detectado anomalías. Para esta encuesta se contó con la participación de un grupo de expertos en el sistema hidráulico, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia y no de forma aleatoria.

Este tipo de muestreo se utilizó ya que el personal no se eligió de manera aleatoria, más bien bajo los siguientes criterios:

- El personal debe estar en contacto directo con la red hidráulica, y
- El personal debe tener un alto grado de experiencia laboral, ya que para estos trabajadores es más fácil hallar los problemas que existan.

El grupo seleccionado estuvo conformado por 20 trabajadores de 240 que laboran en la planta. Las opciones de respuesta que se plantearon a los encuestados en este proyecto están basadas en la escala de Likert. De la aplicación de la encuesta se concluyó:

- El grado de conocimiento del personal acerca de la red hidráulica es bajo.
- El personal detectó anomalías como son:
- Que las señalizaciones no son útiles ni suficientes para guiarse a la hora de hacer alguna reparación o cambio en la red hidráulica.
- El personal no ha recibido capacitación recientemente sobre la red hidráulica.
- El personal afirma que los planos de la red hidráulica no están actualizados.
- El personal detectó más de 10 fugas durante el periodo 2011-2013 y ellos observaron que el tiempo de reparación de esas fugas fue mayor a 6 días.

4.1.2. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

La información referente a consumos de agua y elementos del sistema hidráulico, normalmente se localiza en el archivo de cualquier empresa, pero en esta industria ese tipo de información se encuentra en el sistema computacional de información llamado TIS. Se buscó información del periodo 2001 al 2013.

De la investigación documental se concluyó:

- La cisterna principal es alimentada por tres abastecimientos, de los cuales se cuenta con información histórica de sus consumos en el TIS.
- El consumo anual de 2001 a 2013 no es constante, ni está controlado y en el 2 trimestre de cada año se consume más agua.
- Los indicadores que se manejan son: la cantidad de agua suministrada a la cisterna principal por tonelada de producción de cemento mensual y las cantidades de agua suministradas a la cisterna principal por cada uno de los tres aprovisionamientos de agua.
- La cementera cuenta con 17 medidores, distribuidos en diversas áreas de la empresa.

4.1.3. BUSQUEDA DE PLANOS

Para conocer el sistema hidráulico era importante obtener sus planos, en esta planta los planos de toda la empresa, se encuentran recopilados en físico, en un archivo, ordenados de acuerdo a la fecha en que se realizaron. Así que se buscaron los planos del periodo de 2001 a 2013, De la búsqueda de los planos se concluyó:

- Que los planos de la red hidráulica no están actualizados, la última actualización fue en el año 2002.

4.1.4. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se procedió a una investigación de campo, mediante un recorrido exhaustivo por la planta para recaudar información mediante la observación, y verificar si los planos correspondían con las instalaciones. La información obtenida fue registrada en una bitácora que se llevó de manera diaria, junto con fotos de las actividades realizadas. De la investigación de campo se concluye:

- Los planos de la red hidráulica no están actualizados.
- Algunas señalizaciones están en sentido contrario, y no hay señalizaciones en todas las áreas.
- De 17 medidores, solo 4 están calibrados, el resto se validó con un medidor portátil, y se encontró que 3 no están funcionando como debieran.
- 9 medidores de 17 no están enviando sus lecturas al sistema TIS.

4.1.5. FORMACIÓN DE EQUIPO DE TRABAJO

Posteriormente se conformó un equipo multidisciplinario de alto desempeño, con habilidades diferentes pero que en su conjunto permitió mirar el problema desde varios enfoques, y con ello definir el problema. El personal que se requirió fue:

- (1) ingeniero instrumentista o ingeniero electrónico: que pudiera emitir juicios y hacer aportaciones sobre aspectos de medición en el sistema.
- (1) ingeniero ambientalista o ingeniero químico: que pudiera hacer aportaciones en el aspecto de calidad, ambiental y normativo.
- (2) ingeniero mecánico: que tuvieran la habilidad de hacer aportaciones sobre planos y datos técnicos, mantenimiento al sistema y reparaciones.
- (2) arquitectos: que tuviera la habilidad de hacer aportaciones sobre planos, aspectos de construcción, materiales, etc.
- (1) ingeniero en sistemas computacionales: que tuviera la habilidad de hacer aportaciones en cuanto al tratamiento de los datos obtenidos de la implementación de las soluciones acordadas.

El personal se eligió de acuerdo al mayor grado de experiencia, habilidad y conocimientos de los ingenieros. Una vez que se determinó el personal necesario, se llevó a cabo una reunión para que mediante la técnica 5W y 1H. y lo que se obtuvo fue lo siguiente:

- Que la problemática es que: la planta cementera requiere tener todos sus sistemas trabajando de manera eficiente, sin embargo al ser evaluada la planta, se detecta que el sistema hidráulico no es eficiente, debido a diversas problemáticas existentes como son: fugas, falta de capacitación, etc.
- Además que este problema no era atendido porque el agua no se consideraba un factor relevante en la planta, por lo que no se había asignado un presupuesto para esta problemática en mucho tiempo.
- El técnico ambiental es el encargado de la red hidráulica, pero se apoya con personal de otras áreas para realizar las actividades, porque no cuenta con personal adicional en su departamento y él solo no puede realizar todas las actividades, por falta de tiempo y porque no posee diversos perfiles profesionales.

5. PASO 2: DEFINIR LAS CAUSAS

Para determinar las causas que originaron el problema de disminuir el consumo de agua de proceso y volver eficiente al sistema hidráulico, se reunió al equipo multidisciplinario, elegido en base a su amplio conocimiento en su perfil profesional y a su grado de experiencia en la planta debido a su antigüedad. Este equipo estaba conformado por:

(2) ingeniero electrónico: en la planta uno se encarga del buen funcionamiento de los medidores y otro del buen funcionamiento de las bombas.

(1) ingeniero químico: en la planta es el encargado del aspecto ambiental.

(2) ingeniero mecánico: en la planta uno a cargo de realizar las reparaciones de las fugas de agua que le son notificadas y otro es el encargado del departamento mecánico.

(2) arquitectos: en la planta están a cargo del departamento de mantenimiento civil.

(1) ingeniero en sistemas computacionales: en la planta está encargado de las modificaciones al sistema TIS.

5.1. TORMENTA DE IDEAS

Al aplicar la técnica de tormenta de ideas, se creó una lista con 24 posibles causas que originan el problema, estas causas fueron elegidas, viendo al problema desde diferentes perfiles profesionales, lo que garantiza que sean las principales, ya que este personal a lidiado con el tema agua durante más de 30 años desde sus diferentes áreas profesionales.

5.2. DIAGRAMA DE AFINIDAD

Después de tener la lista de causas, se aplicó la herramienta llamada diagrama de afinidad, para poder agrupar las causas en 5 categorías: medición, maquinaria, material, mano de obra y método; con el fin de organizar las causas que están relacionadas entre sí.

5.3. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

Después se procedió a realizar un diagrama causa-efecto para facilitar el análisis del problema de alto consumo de agua en la cementera con ayuda del equipo multidisciplinario.

5.4. DIAGRAMA DE PARETO

Posteriormente se evaluaron las causas por los encuestados, mostrándoles una lista y pidiéndoles votaran por la causa que consideraran principal, y se realizó un diagrama Pareto con los resultados obtenidos, y se encontro que causas son las que afectan de manera potencial al problema son: la espina de pescado material y a espina de pescado medición.

6. PASO 3: SELECCIONAR LA SOLUCIÓN CORRECTA

Se aplicó la técnica de tormenta de ideas en una reunión que se tuvo con el equipo, para plantear propuestas de solución a las causas de las espinas de pescado: materiales y medición. Para las causas de la espina de pescado material se propusieron 10 alternativas y para las causas de la espina de pescado medición se propusieron 4 alternativas.

Después Las listas de alternativas de solución que se crearon, fueron sometidas a tres tipos de evaluaciones para poder elegir las más viables. Los tres tipos de evaluación que se aplicaron son: análisis TPN, matriz de facilidad y efecto, y evaluación de dirección. El presupuesto que se asigno fue por 250,000.00 pesos. Las alternativas que pasaron las evaluaciones son:

Lista de soluciones a la ramificación material:

- A. Actualizar los planos hidráulicos.
- B. Actualizar los planos de drenajes y sanitarios
- G. Detectar y reparar las fugas.

Lista de soluciones a la ramificación medición:

1. Determinar los puntos clave de medición que debe tener la planta
2. Adquirir e instalar los medidores que hagan falta.

7. PASO 4: IMPLEMENTAR LAS MEJORES SOLUCIONES

7.1. SOLUCIÓN 1: ACTUALIZAR LOS PLANOS HIDRÁULICOS (RAMIFICACIÓN MATERIAL).

Se llevó a cabo el procedimiento de selección de un proveedor que realizará el levantamiento y actualización de los planos. Y el procedimiento para el ingreso del proveedor. Esta implementación tuvo una duración de 4 meses y un costo de \$35,000.00 pesos por mes.

7.2. SOLUCIÓN 2: ACTUALIZAR LOS PLANOS DE DRENAJES Y SANITARIOS (RAMIFICACIÓN MATERIAL).

Se llevó a cabo el procedimiento de selección de un proveedor que realizará el levantamiento y actualización de los planos de drenajes y sanitarios y otro de limpieza, ya que, había zonas que estaban cubiertas de material de desecho, lo que impedía que se pudiera dar seguimiento a las tuberías. También se realizó el procedimiento para el ingreso de los proveedores. Esta implementación tuvo una duración de un mes y medio.

- Costo por desazolve y limpieza de líneas de drenaje e instalaciones: **\$129,056.10**
- Costo por levantamiento de drenajes: **\$24, 350.00**

7.3. SOLUCIÓN 3: DETECTAR Y REPARAR LAS FUGAS (RAMIFICACIÓN MATERIAL).

Este proceso se realizó a la par del levantamiento de la red hidráulica y la red de drenajes y sanitarios. Ya que por observación al realizar estos levantamientos se fueron detectando fugas diversas. Después se hizo un presupuesto global de gastos de reparación por todas las fugas.

7.4. SOLUCIÓN 4: DETERMINAR LOS PUNTOS CLAVE DE MEDICIÓN QUE DEBE TENER LA PLANTA (RAMIFICACIÓN MEDICIÓN).

Se pudo determinar qué áreas no tenían medidor: torre de acondicionamiento de gases de horno 2, enfriamientos satélites de horno 2 y 3, servicios generales, riego de caminos, riego de áreas verdes, trampa de grasas y cantera.

7.5. SOLUCIÓN 5: ADQUIRIR E INSTALAR LOS MEDIDORES QUE HAGAN FALTA (RAMIFICACIÓN MEDICIÓN).

En esta solución se realizó el procedimiento de compra de 2 medidores de 6 que hacen falta, ya que el presupuesto no alcanzo para más medidores.

8. RESULTADOS OBTENIDOS

Actualmente se esta realizando la evaluacion de las soluciones implementadas.

REFERENCIAS

Holcim Apasco. (2004). SOLVE. México: Holcim Apasco.

Ruiz, A. (2009). Universidad Pontificia Madrid. Recuperado el 11 de mayo de 2013, de Universidad Pontificia Madrid: <http://web.cortland.edu/matresearch/herracalidad.pdf>

Miranda González, F. J., Chamorro Mera, A., & Rubio Lacoba, S. (2007). Introducción a la gestión de la calidad. Madrid: Delta Publicaciones.

Maya, J. (2005). Universidad Nacional de Colombia sede Medellin. Recuperado el 7 de mayo de 2013, de Universidad Nacional de Colombia sede Medellin: http://www.unalmed.edu.co/josemaya/Ing_prod/Control%20de%20Proceso-%20Metodo.pdf