

Análisis con enfoque holístico e implementación de mejora a la línea de producción BTS

Ivette Navarro Hernández¹, Gabriel Ibarra Mejía¹, Jesús Gonzalo Palacios Valerio¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Introducción

El incremento en la globalización y la competencia entre las empresas ha afectado la manera en que se manufactura en las compañías, en diferentes partes del mundo, se ha respondido a esta nueva presión por medio de la mejora en la calidad, la eficiencia y la reducción de costos y tiempos de espera, para lograr esto los ingenieros cuentan con diversas técnicas de mejora como lo son Lean, Evaluación ergonómica, cadena de suministros, seis sigma, entre otras que nos permiten encontrar los factores que están causando el problema y corregirlo (Ringen, Aschehoug, Holtskog, & Jonas, 2014).

El presente estudio desea por medio de un estudio con enfoque Holístico integrar técnicas como son Evaluación Ergonómica, Lean, seis Sigma y cadena de suministros, para resolver las problemáticas en una línea de producción de partes automotrices de una empresa local.

Antecedentes

El análisis con enfoque holístico el término de Holística se refiere a la comprensión de un fenómeno o estructura en términos de un todo integrado, cuyas características no se pueden deducir de la suma de las propiedades de las partes constituyentes.

Para hacer frente a los sistemas complejos, de acuerdo con el enfoque holístico, debemos integrar el conocimiento experimental con el conocimiento científico disponible (Vaysburd, 2006).

La Holística nos ayuda a incorporar diversas técnicas y ha sido utilizada en diferentes áreas por ejemplo, Schwab (2013) en su artículo nos habla de un modelo metodológico holístico para introducir en manejo de la calidad en industrias manufactureras de pequeño y mediano tamaño y concluye que el modelo metodológico holístico, integrado por tres módulos, proporciona apoyo a la gestión a través de fases importantes de un nuevo método de gestión de la calidad industrial. Ofrece a las pequeñas y medianas empresas un nuevo instrumento para monitorear y evaluar las inversiones en QM Métodos- y la mejora continua de sus acciones, basadas en el Ciclo de Deming.

Zuccato, (2007) nos habla de cómo desarrolló un marco de gestión holístico de la seguridad, que permite a las empresas llevar a cabo la gestión de la seguridad con mayor facilidad, a menor costo y adaptados a las necesidades de un sistema de comercio electrónico, es decir propone un marco de proceso jerárquicamente organizado que se

puede aplicar " fuera de la plataforma " en la primera parte, y adaptarlo posteriormente a las necesidades de la organización con mayor precisión.

Hassan, Hawas, & Maraqa (2012) nos mencionan que los accidentes de tráfico en los UAE son una de las principales causas de muertes y lesiones, y representan una gran carga para los planes futuros del desarrollo social y económico, en su artículo "A Holistic approach for assessing traffic safety in the United Arab Emirates" usan el método holístico para identificar los principales factores que afectan la seguridad del tráfico en el país y para aclarar cuáles son las deficiencias, si las hay, asociados a estos factores, junto con su intensidad. Asimismo, aportar mejoras que ayuden a disminuir o eliminar el problema.

Existen diversos artículos en donde se habla del enfoque holístico para la solución de diversos problemas, en este estudio se pretende mezclar Ergonomía y Calidad mediante un enfoque holístico. A pesar de que la ergonomía y la calidad han tenido mutuas influencias, se han desarrollado en gran parte por separado (Eklund, 2001), por lo que se pretende crear una interacción integral entre las técnicas que estas dos disciplinas manejan (evaluación Ergonómica, Lean, Seis Sigma, Cadena de suministros), para la solución de un problema.

Planteamiento del problema

En una empresa local, la línea de producción BTS genera alrededor de 50,000 piezas por turno, tiene 24 productos de diferentes compañías que se manufacturan,

cada producto cuenta con un proceso muy similar. La línea cuenta con dos partes, una semi-automatizada y otra manual, en los últimos 6 meses se han presentado problemas en la producción que han generado desperdicio de material, problemas de calidad, quejas de los clientes, alta rotación.

Durante un estudio preliminar se encontró que el porcentaje de adherencia al plan de producción ha ido disminuyendo, de un 90% con el que iniciaron el año a un 40%, cada vez más bajo. Los estadísticos muestran que la línea tiene un mal apego al programa de producción, es decir hay días que trabaja al 5% y otros hasta el 190%. Los gráficos también muestran que hay un promedio del 2% de ausentismo constante por mes. Se cree que este volumen de producción podría generar desordenes musculo-esqueléticos futuros en los trabajadores por movimientos repetitivos (RMI's por sus siglas en inglés, Repetitive Motion Injuries) desordenes por trauma acumulativo (CTD's por sus siglas en inglés Cummulative Trauma Disorders) y manejo manual de materiales.

Es necesario realizar un estudio para determinar el nivel de riesgo de cada una de las estaciones de la línea, detectar los factores que están generando problemas en la adherencia al programa y la calidad, y realizar una intervención a la línea, todo esto por medio de un estudio con enfoque Holístico en donde se incluyan herramientas como Evaluación Ergonómica, Lean, Seis Sigma y Cadena de suministros.

Objetivo General

Identificar el nivel de riesgo y los factores que están provocando problemas en la línea de producción BTS por medio de un estudio con enfoque holístico que incluya las técnicas Evaluación Ergonómica, Lean, Seis Sigma y cadena de suministro, para generar recomendaciones y realizar una intervención, para disminuir los problemas de calidad, seguridad, y producción en la línea de BTS, verificando el funcionamiento del proyecto mediante la comparación de los métricos antes y después de la intervención.

Efectuar un análisis preliminar de los datos de la línea de producción mediante una observación, recorrido y recolección.

Determinar el nivel de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos y los factores que están causando problemas en la línea mediante un análisis con enfoque Holístico con las técnicas Ergonomía, Seis Sigma, Lean y cadena de suministros, para generar recomendaciones.

Generar un plan de implementación con las recomendaciones.

Realizar una intervención con el plan de implementación de las recomendaciones que la empresa haya permitido aplicar.

Re-evaluar la estación de trabajo, mediante la recolección los nuevos métricos de producción de la línea y hacer una comparación con los iniciales, para revisar si hay una diferencia significativa entre los métricos de producción, es decir, antes y después de la intervención.

Preguntas de estudio

¿Cuáles son los factores que están provocando problemas en la línea de producción BTS y cuál es el nivel de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos en cada una de las estaciones de la línea?

¿Cuáles son las recomendaciones para disminuir los factores y el nivel de riesgo de cada una de las estaciones?

¿Cuál es el efecto de la intervención en los métricos seleccionados?

Supuestos

Toda la información proporcionada por la empresa no tiene alteraciones y es verdadera. Cada uno de los trabajadores involucrados en el estudio contestará las encuestas con información verídica.

Limitaciones

- El estudio se enfocará en el primer turno debido al acceso que permite la empresa.
- Las implementaciones que se apliquen a lo largo del proyecto serán las que la empresa permita.
- Las personas en el estudio serán elegidas por una muestra a conveniencia debido a que muchas no cuentan con una antigüedad de por lo menos un año.
- Los métricos proporcionados por la empresa son solo de los primeros 6 meses del año por decisión de la empresa y el tiempo límite del estudio.

Delimitaciones y alcance

- El análisis y la implementación se limitarán a la línea de producción BTS del turno matutino. Este estudio se realizará en el periodo de Agosto 2014 hasta Junio 2015.
- Se considerarán a trabajadores que solo estén de tiempo completo en la empresa, que cumplan con una antigüedad mínima de un año, y laboren en el turno matutino.
- Las recomendaciones implementadas serán elegidas por el criterio de la empresa.
- El análisis se realizará solo con un producto de los que maneja la línea de producción

Justificación

Las compañías buscan mejorar sus procesos existentes, para hacerlas más eficientes, mejorar su productividad, reducir costos y eliminar o disminuir la frecuencia y severidad relacionada con las lesiones en el trabajo. Todas estas acciones resultan el ahorros monetarios y contribuyen a una línea positiva triple corporativa rentabilidad, calidad y seguridad (Ware, Subramanian, Kumar, & Fernandez, 2011).

Según (Tornstrom, Amprazis, Christmasson, & Jorgen, 2008) la administración a menudo se centra en la productividad, la calidad y los beneficios económicos, mientras que las cuestiones del

ambiente de trabajo tienden a descuidarse, un enfoque Holístico nos permite integrar todas las partes del sistema, no sumarlas, permitiendo la compatibilidad entre los subsistemas.

El desarrollo de una metodología de mejora de procesos integral normalizada permite una visión integral de cómo se realiza el trabajo para que las oportunidades se pueden determinar, se pueden identificar las recomendaciones, y los cambios se pueden hacer. Cuando el personal clave están involucrados en la mejora de procesos (por ejemplo, administradores, empleados y otras partes interesadas clave), que pueden centrarse colectivamente en la eliminación de ineficiencias y desperdicios (por ejemplo, dinero, materiales, tiempo y oportunidades). El resultado es un nuevo proceso que es más barato, más rápido, más seguro y más eficiente. (Ware, Subramanian, Kumar, & Fernandez, 2011)

El estudio con enfoque holístico nos permitirá general recomendaciones aplicables que serán implementadas a la línea, y generar una manual para que la línea se mantenga en control, siendo medidos los cambios con la comparación de los métricos de la línea antes y después de la intervención. El proyecto generará una metodología para realizar un estudio con enfoque holístico, utilizando las herramientas de ingeniería industrial, que podrá ser aplicado a diferentes líneas de producción para la solución de problemas donde se aborde ergonomía, calidad y producción.

Marco Teórico

La siguiente revisión literaria está directamente relacionada con el proyecto, se usaron libros, artículos de revistas científicas encontradas en la base de datos de la UACJ, también artículos encontrados en google académico. Los artículos fueron buscados de manera sistemática con las siguientes palabras clave: Enfoque Holístico, plan de implementación, desordenes musculo-esqueléticos, mejora del proceso, riesgos ergonómicos, relación entre ergonomía y calidad. Muchos de los artículos utilizados son estudios de caso transversal, descriptivo.

Enfoque Holístico

El sistema Holístico tiene un enfoque en los requisitos fundamentales del proceso, incluyendo elementos tan fundamentales como el establecimiento de las causas que obligan a la reparación/ rehabilitación de la estructura, objetivos y criterios, síntesis, análisis, construcción, prueba y de admisión (Vaysburd, 2006)

Los pasos a seguir para aplicarlo son los siguientes

- Evaluación de la condición de la estructura existente (grado de deterioro / peligro)
- Evaluación de las causas del deterioro/ peligro
- Establecer la naturaleza y severidad del ambiente interior en la estructura existente
- Establecer objetivos realistas

- Seleccionar un sistemas de reparación adecuando
- Desarrollo de detalles de la reparación y especificaciones
- Aplicación de las reparaciones como se especifica

Por supuesto, al abordar un problema complejo, todo el sistema se puede descomponer y organizado en subsistemas jerárquicos. Pero esos subsistemas no son independientes; deben integrarse en un todo. (Vaysburd, 2006)

Análisis de tarea:

El análisis de tarea es generalmente realizado después de que la asignación funcional fue hecha y nos ayuda a asegurarnos que un operador cumpla con las necesidades y capacidades para realizar la tarea, de manera segura y eficiente. Este análisis es esencial para el diseño de interfaces, lugares de trabajo, materiales de apoyo, programas de capacitación; y pruebas y evaluación de procedimientos. (Salvendy, 2012)

Generalmente el análisis de tarea consiste en dos fases: una descripción de la tarea, y un análisis de la tarea. Una descripción de la tarea se enfoca en la descomposición de las operaciones de la tarea, llamadas subtareas o pasos. La segunda fase el análisis de la tarea especifica si hay demandas físicas o cognitivas asociadas a esas subtareas. (Salvendy, 2012)

Métodos como el flujo del proceso, análisis crítico de la tarea y análisis jerárquico de la tarea son necesarios. También métodos para recolectar datos de la tarea como revisión de la documentación, cuestionarios, observación, entrevistas, inspecciones y protocolos verbales. (Salvendy, 2012)

Riesgo

Un riesgo es la probabilidad o posibilidad de lesión o muerte. Y es una expresión de una pérdida posible en un periodo especificado de tiempo, generalmente se expresa en unidades monetarias perdidas. (Fernández, Ibarra, Marley, & Noriega, 2008)

Lesiones Ergonómicas:

Las lesiones ergonómicas ocurren de manera directa o indirecta por la naturaleza y demanda de la tarea de trabajo, más bien es un resultado de algunos peligros a los cuales la persona está expuesta, durante el curso de su trabajo y que no es en parte intrínseco a la tarea por sí mismo. Las lesiones ergonómicas incluyen a las lesiones por levantamiento y manejo de materiales y por Repetitividad.

Repetitividad

Se consideran repetitivos, los trabajos que tengan ciclos de 30 segundos o menos, y los trabajos en los que se realicen movimientos similares de la extremidad superior, durante más de ½ del ciclo. (Villar Fernández, 2011)

Lesión musculoesquelética por repetitividad:

La mayor parte de los TME son trastornos acumulativos resultantes de una exposición repetida a cargas más o menos pesadas durante un período de tiempo prolongado. No obstante los TME también pueden deberse a traumatismos agudos, como fracturas, con ocasión de un accidente (Comisiones obreras de Castilla y León, 2008)

Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) de origen laboral son un conjunto de lesiones inflamatorias o degenerativas de músculos, tendones, nervios, articulaciones, etc... causadas o agravadas fundamentalmente por el trabajo y los efectos del entorno en el que este se desarrolla. Son de aparición lenta y en apariencia inofensivos hasta que se hacen crónicos y se produce el daño permanente. (Comisiones obreras de Castilla y León, 2008)

Los síntomas principales son el dolor asociado a inflamación, pérdida de fuerza y limitación funcional de la parte del cuerpo afectada, dificultando o impidiendo la realización de algunos movimientos. (Comisiones obreras de Castilla y León, 2008)

Algunos TME, como el síndrome del túnel carpiano, son específicos debido a sus síntomas bien definidos. Otros no lo son tanto, ya que únicamente se observa dolor o incomodidad sin síntomas claros de que exista un trastorno específico. Las lesiones músculo-esqueléticas más frecuentes son: tendinitis, tenosinovitis, epicondilitis,

lumbalgias, mialgias, hernias de disco, cervicalgias, síndrome del túnel carpiano (Comisiones obreras de Castilla y León, 2008)

Manejo manual de materiales:

Se entiende por manipulación manual de cargas, la acción de efectuar por uno o varias personas las operaciones de: empuje, transporte, desplazamiento, levantamiento y colocación de cargas animadas o inanimadas. La manipulación manual de cargas es responsable, en muchos casos, de la aparición de fatiga, o bien lesiones, que se pueden producir de forma inmediata o por la acumulación de pequeños traumas (Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo, 2003). En la manipulación manual de cargas interviene el esfuerzo humano tanto de forma directa (levantar, colocar), como indirecta (empujar, tracción, desplazar). También es manipulación manual el transportar y mantener la carga alzada. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene, 2003).

Lesión musculoesquelética por el manejo manual de Materiales:

Los desórdenes músculo esqueléticos relacionados al trabajo son descritos como condiciones de inflamación y degeneración, los cuales resultan en dolor y deterioro funcional, afectando al cuello, hombros, codos, antebrazos, muñecas y manos (Philip D. Bust, 2005) (Buckle and Devereux, 2002).

Las lesiones se pueden producir en cualquier zona del cuerpo pero son más sensibles miembros superiores y la espalda,

en especial en la zona dorso lumbar. Estas lesiones, aunque no son mortales, pueden tener una larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo periodo de rehabilitación, originando grandes costes económicos y humanos, ya que el trabajador queda muchas veces incapacitado para realizar su trabajo habitual y su calidad de vida puede quedar deteriorada.

Métodos de Evaluación Ergonómica

Evaluación REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA puede ser utilizada como una Evaluación Ergonómica de un lugar de trabajo además de analizar posturas y cuando:

- Se está utilizando todo el cuerpo
- La postura es estática, dinámica, que cambia rápidamente, o inestable.
- Es una carga animada o inanimada, se manipulan con frecuencia o con poca frecuencia
- Modificaciones en el lugar de trabajo, equipo, entrenamiento, o las conductas de riesgo-tarea del trabajador ya empiezan a vigilar los cambios de pre / post.

Este método tiene seis pasos (Stanton, Hedge, Broolhuis, Salas, & Hendrick, 2004):

- Observar la tarea
- Seleccionar las posturas para la evaluación

- Marcar las posturas
- Procesar los resultados
- Establecer la puntuación de la evaluación REBA
- Confirme el nivel de acción con respecto a la urgencia de las medidas de control

Rapid Upper Limb Assessment RULA

Es un método de encuesta usado en investigaciones ergonómicas del lugar de trabajo, relacionado con los miembros superiores del cuerpo. Esta herramienta no requiere equipo especial, y provee de un rápido análisis de las tareas de trabajo en diferentes estaciones o áreas. Analiza las posturas adoptadas por el cuello, el tronco y las extremidades superiores del cuerpo junto con la función muscular y las cargas externas experimentadas por el cuerpo. Es un sistema de puntuación de diferentes áreas del cuerpo (miembros superiores) que se utiliza para generar el nivel de intervención requerida para reducir los riesgos de lesiones musculoesqueléticas, debido a las posturas que adopta y la carga física en el operador. (McAtamney & Corlett, 1993)

Marco contextual

CTS es una empresa reconocida a nivel mundial, se dedica a la elaboración de partes electrónicas de carros, como

sensores, arneses, partes para la bomba de inyección de gasolina. Cuenta con más de 24 productos diferentes, y cada producto cambia sus características según a la compañía a la cual se abastecerá. Lo que genera 24 productos y cada uno con distintas variaciones, algunas operaciones más.

La línea de producción BTS está enfocada en la elaboración de un sensor del cinturón de seguridad. Esta línea hace este producto para diferentes automóviles como son Mustang, Volvo, Hyundai, etcétera. Es una de las áreas con mayor volumen de producción diario, también cuenta con una demanda variable, que cambia cada día, en los anteriores seis meses se han presentado problemas como falta de adherencia al plan de producción, ausentismo, pérdida de material por defectos, alta rotación y empleados que han renunciado o sido cambiados de manera constante. En este proyecto se desea conocer el nivel de riesgo y los factores causantes de problemas en ergonomía, calidad y producción de la línea BTS, de una empresa local, así como realizar una intervención, todo esto mediante un análisis con enfoque holístico que contará con la combinación de partes, como Ergonomía, Lean, Seis Sigma, Cadena de suministros y un programa de implementación.

Metodología

En este proyecto se pretende identificar el nivel de riesgo y los factores que están

provocando problemas en la línea de producción BTS por medio de un estudio

con enfoque holístico que incluya las técnicas Evaluación Ergonómica, Lean, Seis Sigma y cadena de suministro, para generar recomendaciones y realizar una intervención.

Diseño del estudio

El presente proyecto será una serie de estudios de caso, es un proyecto descriptivo, transversal, observacional, cualitativo, que abarca el periodo de Agosto 2014 a Junio 2015.

Participantes

La muestra para el estudio será una muestra a conveniencia para los trabajadores que cumplan los siguientes requisitos: que trabajen en la empresa de tiempo completo, que su puesto de trabajo fijo se encuentre en la línea de producción BTS, que tengan por lo menos un año de antigüedad, que tengan mayoría de edad.

Materiales y Equipos

Instrumentos de medición y objetos utilizados

Cuestionario de Incomodidad Por región Corporal

Este cuestionario es una figura de todo el cuerpo dividida por regiones, aquí el trabajo nos indica la región donde presenta dolor y la intensidad con la que se presenta en la zona, nos da la probabilidad de que un trabajador vaya a buscar asistencia médica en un futuro.

Cuestionario de datos de identificación y demográficos.

Este cuestionario nos da datos generales del trabajador, como el área en el que trabaja, su antigüedad, cuanto tiempo realiza la actividad, cuantas piezas produce, edad, peso, género, entre otros datos. Nos sirve para familiarizarnos con las características de cada trabajador y ver su diversidad. Nos sirve para generar tablas y compararlas con otros estudios. Este cuestionario fue validado por expertos.

Hoja de consentimiento informado

Es una hoja con un formato que lleva el nombre de las personas que realizan el proyecto, una explicación del proyecto, cual es el objetivo, para qué serán utilizados los datos, si existe algún riesgo, cuales son los beneficios y las firmas de los trabajadores. Esta hoja es la primera que se aplica antes de cuestionarios, y les informa a los participantes del proyecto por escrito.

Cámara fotográfica

Es el instrumento usado para recolectar información para el análisis de tarea, nos sirve para tomar fotografías y video del área de trabajo.

Programas utilizados

Gom Media Player 2.2.57.5189 (2014)

Es un programa que nos permite dividir videos en fotogramas, esto es útil al momento de realizar el análisis de tarea. Ya que nos permite introducir el intervalo de tiempo en el que se desea obtener los fotogramas.

3D Static Strength Prediction Program™ 3DSSPP

Es un programa creado por la Universidad de Michigan y nos sirve para hacer análisis biomecánicos por medio de simulación, nos da las partes del cuerpo comprometidas al realizar la actividad y el nivel de fuerza y compresión utilizadas.

Random.org

Es una página de internet en donde se pueden obtener números aleatorios, esta nos sirve para tomar las muestras de manera aleatoria de los fotogramas.

Procedimiento

Observación y recorrido

Se iniciará con un recorrido general de la línea de producción BTS, para observar que productos se elaboran, que herramientas/máquinas usan en general, e identificar de una manera general los problemas con los que cuenta, se hará un diagrama de flujo del producto. Se tomarán los métricos de producción de la línea.

Métricos de producción

- Volumen de producción
- Desperdicio
- Quejas del cliente
- Apego al programa
- Ausentismo
- Rendimiento diario
- Rendimiento al mes

- Adherencia al plan de trabajo
- FTQ (First Time Quality) O RTY (Rolled Throughput Yield)
- Accidentes
- Registros de lesiones

Con la información de los métricos de producción y la información del área de enfermería se realizará un diagrama de Pareto clasificando los métricos, se determinará el problema a resolver, tomando en cuenta la frecuencia con la que se presenta dicho problema y la gravedad asignada por el investigador y la empresa, con estos dos parámetros se elegirá el problema a solucionar, por medio de un Diagrama de Ishikawa se determinarán los factores que están originando el problema. La solución al problema tendrá un enfoque Holístico por lo que se solucionará desde un enfoque Ergonómico, Lean, Seis Sigma por lo que la búsqueda de soluciones se realizará de manera simultánea con diferentes herramientas.

Evaluación y aplicación del método Holístico

Con el problema establecido por el diagrama de Ishikawa se iniciará el método con enfoque Holístico realizando un análisis de tarea a cada una de las estaciones que se encuentran en el área a analizar.

Formatos

Se iniciará aplicando el formato de consentimiento, informado donde se le explicará al trabajador de que trata el proyecto, que beneficio tendrá, el

cuestionario de información demográfica y el cuestionario por región a los empleados que cumplan con los siguientes criterios de inclusión: mayor de 18 años, trabajador de tiempo completo, sin distinción de género, que tenga por lo menos 12 meses laborando en la empresa, sin antecedentes de desórdenes musculoesqueléticos, sin antecedentes de desórdenes neuronales y que tengan un puesto en la línea, para recabar información que no se tenga en el área de enfermería. Todos los participantes deberán leer una hoja de consentimiento informado, esta hoja es para los que decidan participar, es de manera voluntaria, en ella se les explica de que trata el proyecto, para qué serán usados sus datos y quiénes son los investigadores a cargo. El primero es un cuestionario de datos de identificación y demográficos. El segundo cuestionario pertenece a una encuesta de incomodidad por región corporal, este cuestionario nos indica la región y el nivel de intensidad con el que se presenta una molestia en el trabajador, este cuestionario también nos dirá la probabilidad con la que el trabajador irá a buscar tratamiento en un futuro.

Evaluación Ergonómica

Análisis de tarea

El análisis de tarea consta de la toma de un video de duración mínima de 10 minutos, tomado de varios ángulos diferentes, el video será descompuesto en 200 fotogramas mediante un programa llamado GomPlayer®, para esto se necesita transformar la duración del video en segundos y dividirlo entre 200 para obtener el intervalo para cada fotograma. (Duración del video/200=intervalo de fotograma), se

tomará una muestra aleatoria de 100 fotogramas, de los 200 fotogramas obtenidos, esta muestra será dividida en sub tareas, las sub tareas con un porcentaje mayor al 10% se les aplicará una Evaluación Ergonómica, con herramientas RULA, REBA, OWAS. Y a las que sea necesario se les aplicará un análisis biomecánico.

Lean

Con la información de los métricos, el análisis de tarea y el diagrama de flujo, se aplicarán herramientas para el control de la demanda, se tomarán los tiempos para establecer un tiempo de ciclo y compararlo con el que ya se tiene en la empresa, un Takt Time, SMED, Diagramas continuos para ver el flujo del producto y se señalarán las zonas problemáticas.

Seis Sigma

Se aplicara el ciclo DMAIC (por sus siglas en ingles Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), a las estaciones que cuenten con maquinaria. Se tomará de cada máquina la falla que produce, cada cuanto tiempo es producida.

Generar un programa de implementación para las recomendaciones

Con las recomendaciones generadas se realizará un manual en donde se especifique paso a paso como aplicar cada una de estas recomendaciones.

Reevaluación

En base a nuevos métricos generados después de la intervención se realizará una

reevaluación y se realizará una comparación entre los métricos antes de la intervención y después de la intervención.

Resultados

En este proyecto se desea identificar el nivel de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos de cada una de las estaciones y los factores que están causando problemas en la calidad, producción y seguridad a través de un estudio con un enfoque holístico que incluya las técnicas Evaluación Ergonómica, Lean y Seis Sigma. Se espera generar recomendaciones y un programa de aplicación de las recomendaciones para reducir o eliminar el

nivel de riesgo de aparición de desórdenes musculoesqueléticos y los factores adicionales que están causando problemas a la línea y ahorrar a la empresa costos futuros, los resultados serán medidos mediante la comparación de los métricos de producción antes y después de la intervención.

Se espera que este proyecto sirva como base para que el programa de implementación

Referencias

Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo. (2003). *Riesgos asociados por manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo*. España: Próxima.

Comisiones obreras de Castilla y León. (2008). *Manual de Trastornos Músculo Esqueléticos. Manual de Maquinas y Equipos de Trabajo*, 13-22.

Diego-Mas, J. A., & Asensio, S. (2006). <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Recuperado el 24 de Abril de 2014, de <http://www.ergonautas.upv.es>: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>

Eklund, J. (2001). A developmental Quality approach for Ergonomics. *Conference- Ergonomics for changing work*, 26-38.

Farrer Velázquez, F., Minaya Lozano, G., Niño Escalante, J., & Ruiz Ripollés, M. (1994). *Manual de Ergonomía*. Madrid: Fundacion MAPFRE.

Fernández, J. E., Ibarra, G., Marley, R. J., & Noriega, S. (2008). *Ergonomía Ocupacional: Diseño y Administración del trabajo*. Ciudad Juárez, Chihuahua, México: International Journal of Industrial Engineering Press.

Hassan, M. N., Hawas, Y. E., & Maraqa, M. A. (2012). A Holistic Approach for assessing safety in the United Arab Emirates. *Accident Analysis & prevention*, 554-564.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene. (2003). *Manipulación Manual de cargas*. En M. d. Inmigración. Madrid.

Ledesma, J., & Rojas, A. (2003). NTP 629: *Movimientos Repetitivos, métodos de evaluación; Método OCRA*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España, 1-6.

McAtamney, L., & Corlett, N. E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 91-99.

Philip D. Bust, A. W. (2005). Contemporary Ergonomics. En A. W. Philip D. Bust, Contemporary Ergonomics (pág. 648). Taylor and Francis.

Ringen, G., Aschehoug, S., Holtskog, H., & Jonas, I. (2014). Integrating Quality and Lean into a Holistic Production System. ScienceDirect, 242-247.

Salvendy, G. (2012). HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS. New Jersey: John Wiley & Sons.

Schwab, K. (2013). Holistic Methodological Model for introducing Industrial Quality Management Methods to Manufacturing in Small and Medium Sized Enterprises. Procedia Engineering, 895-902.

Stanton, N., Hedge, A., Broolhuis, K., Salas, E., & Hendrick, H. (2004). Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods. New York: CRC PRESS.

Tornstrom, L., Amprazis, J., Christmasson, M., & Jorgen, E. (2008). A corporate workplace

model for ergonomics assessments and improvements. APPLIED ERGONOMICS, 219-228.

Universidad de Michigan Colegio de Ergonomia. (3 de Octubre de 2012). <http://www.umich.edu/~ioe/3DSSPP/>. Recuperado el 12 de Marzo de 2014, de <http://www.umich.edu/~ioe/3DSSPP/>: <http://www.umich.edu/~ioe/3DSSPP/>

Vaysburd, A. M. (2006). Holistic system approach to design and implementation of concrete repair. Cement & Concrete Composites, 671-678.

Villar Fernández, M. F. (2011). Tareas Repetitivas I: Identificación de los factores de riesgo para las extremidades superiores. Instituto Nacional de Seguridad E Higiene en el Trabajo, 1-32.

Ware, B. F., Subramanian, A., Kumar, A., & Fernandez, J. (2011). HPI: Holistic Approach to Process Improvement Engineering. International Journal , 606-615.

Zuccato, A. (2007). Holistic security managment framework applied in electronic commerce. computers & Security, 256-265.