

ANÁLISIS E INTERVENCIÓN ERGONÓMICA DEL ÁREA DE TRABAJO EN LA ENCUADERNACIÓN MUNDIEMPASTES

GINA LILIAN CANO RODRÍGUEZ

Trabajo de grado

Director proyecto:

DANIEL RICARDO SUAREZ VENEGAS, PhD
Ingeniero Biomédico
Ingeniero Mecánico

Co director

ELIANA GONZALEZ NEIRA, MSc
Ingeniera Industrial

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTA D.C

2012

Resumen

El trabajo de grado denominado ANÁLISIS E INTERVENCIÓN ERGONÓMICA DEL ÁREA DE TRABAJO EN LA ENCUADERNACIÓN MUNDIEMPASTES constituye un esfuerzo para difundir cómo temas ergonómicos son trascendentales para la mejora indiscutible de una actividad laboral, dado que el riesgo de sufrir accidentes, además de estar implícito en el ambiente laboral está asociado al nivel de productividad afectando el recurso humano y liquidez de las empresas.

Por esta razón, el propósito del estudio se enfoca en indagar ¿Cuáles son las oportunidades de mejora existentes en los puestos de trabajo de Mundiempastes y qué soluciones pueden ser brindadas a nivel ergonómico que favorezca el bienestar de sus empleados, generando con ello aumento en la productividad?

Particularmente, la selección del puesto de trabajo en Mundiempastes se hizo en base a tres criterios: cuellos de botella, mediciones críticas de iluminación e historial de accidentes y enfermedades profesionales de la empresa, con lo cual se obtiene el puesto de trabajo de revelado como base del estudio realizado.

Enfocado en éste, se llevó a cabo un estudio de análisis de varianzas con lo cual se midió el nivel de incomodidad en el colaborador, identificando mayor molestia en las partes del cuerpo: Espalda alta, mano-muñeca y rodilla a medida que incrementa la jornada. Adicionalmente, se realizó un estudio ergonómico basado en el método REBA, donde posterior a la medición de ángulos de flexión o extensión en tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo y muñeca, se concluye que el nivel de riesgo durante la realización de las actividades es muy alto, por lo cual es necesaria intervención de inmediato.

La intervención realizada está basada en la disminución del porcentaje de suplementos variables (22%), los cuales provienen del ámbito ergonómico y hacen parte del nivel de productividad $\eta = 0.15$ en Mundiempastes.

Se llevó a cabo la implementación de la mesa de revelado y marcos para revelar, las cuales se eligieron dada la viabilidad de las mismas basada en indicadores financieros, disminución de porcentaje en suplementos variables y dado preferencias de la Sra Martha Lucia Vera Hurtado, dueña de la empresa.

Posterior a la implementación, el nivel de productividad aumenta dada la disminución de suplementos variables y de tiempo observado en el proceso, los cuales pasan de 22% a 4% y 25 minutos a 14 minutos respectivamente, permitiendo a su vez aumento en el volumen de producción de marcos revelados al día.

Agradecimientos

Al culminar la tarea propuesta de preparar un trabajo de grado práctico que sirviera de guía a Mundiempastes para mejorar la operación de la misma, debo rendir tributo de agradecimiento a las personas que de una u otra manera contribuyeron al buen éxito de esta gestión:

En primer lugar debo honrar a mis padres: Liliana Rodríguez Hernández y Hector Cano Infante, quienes con gran esfuerzo me otorgaron la oportunidad de vincularme a tan prestigiosa universidad como lo es la Pontificia Universidad Javeriana.

Seguidamente, debo recordar al Ingeniero Biomédico Daniel Ricardo Suarez Venegas, quien durante el año 2012 en el papel de director de trabajo de grado me brindó su tiempo, apoyo y conocimientos para el desarrollo de este proyecto, siempre supo impulsar las labores de investigación, calidad y disciplina en el mismo. Así mismo, a la Ingeniera Industrial Eliana González Neira en su papel de codirectora de trabajo de grado, aportó inmensamente en el desarrollo de esta propuesta por medio de conocimientos estadísticos.

Igualmente, a la Señora Martha Lucia Vera Hurtado dueña de la empresa Mundiempastes y a los colaboradores que operan en la misma, agradezco el tiempo, interés y colaboración que me otorgaron a lo largo de las múltiples visitas realizadas para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Por último, considero debo dar gracias al Centro de Estudios de Ergonomía de la Pontificia Universidad Javeriana, quienes para dar inicio al proyecto, hicieron parte activa del mismo con ideas innovadoras y equipos necesarios para dar un diagnóstico de la situación analizada.

Tabla de contenido

Capítulo I: Introducción	16
1.1 Descripción de problema	16
1.2 Propósito del estudio – Pregunta de investigación	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 General	17
1.3.2 Específicos	17
1.4 Importancia del estudio	18
1.5 Alcance del estudio	18
1.6 Estructura del documento	19
Capítulo II: Marco Teórico	21
2.1 Mundiempastes	21
2.2 Análisis de Varianzas	21
2.2.2 ANOVA	22
2.2.3 Rango múltiple de Duncan (RMD)	22
2.3 Evaluación ergonómica de cuerpo entero	23
2.4 Evaluación de entorno físico	24
2.4.1 Iluminación	24
2.4.2 Ruido	24
2.5 Tiempo estándar	25
2.5.1 Evaluación tiempos de trabajo	25
2.5.2 Valoración	25
2.5.3 Contingencias	26
2.5.4 Suplementos	26
2.6 Cuestionario Nórdico	27
Capítulo III: Metodología	28
3.1 Metodología por objetivos	28
Capítulo IV: Resultados	31
4.1 Diagramas proceso productivo Mundiempastes	31
4.2 Medición de entorno físico	35
4.3 Análisis de varianzas – Factorial generalizado	39
4.3.1 Planteamiento de hipótesis	40

4.3.2 Verificación de supuesto	41
4.3.3 Verificación de hipótesis	42
4.4 Análisis ergonómico	48
4.4.1 Grupo A: Puntuación del tronco, cuello y piernas	48
4.4.2 Grupo B: Brazo antebrazo y muñeca	50
4.5 Cálculo de Tiempo estándar	53
Capítulo V: Intervención	57
Capítulo VI: Cambios en la producción después de implementación	63
6.1 Tiempo estándar	63
Capítulo VII: Conclusiones	68
Capítulo VIII: Recomendaciones	70

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Relación de secciones de este documento.....	20
Figura 2 Diagrama bloques - Proceso productivo Mundiempastes	32
Figura 3 Diagrama operaciones - Proceso Productivo Mundiempastes.....	33
Figura 4 Diagrama Flujo - Proceso Productivo Mundiempastes.....	34
Figura 5 Diagrama flujo. Proceso de revelado	38
Figura 6 Gráfica de perfil. Interacción (Yij): Día de la semana –Parte del cuerpo	43
Figura 7 Gráfica de perfil. Interacción(Yjk): Parte del cuerpo-Jornada.....	44
Figura 8 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk): Parte del cuerpo-Días de la semana-Jornada	45
Figura 9 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Inicio	46
Figura 10 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Mitad	46
Figura 11 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Final	46
Figura 12 Partes del cuerpo críticas en puesto revelado.....	47
Figura 13 Puntuación tronco.....	48
Figura 14 Puntuación cuello	49
Figura 15 Puntuación soporte de piernas.....	49
Figura 16 Puntuación piernas	50
Figura 17 Puntuación brazo	50
Figura 18 Puntuación antebrazo.....	51
Figura 19 Puntuación muñeca	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Porcentajes de valoración	25
Tabla 2 Cuadro metodológico.....	30
Tabla 3 Medición entorno físico	36
Tabla 4 Verificación de supuestos	41
Tabla 5 Anova de factores principales e interacciones.....	42
<i>Tabla 6 Porcentaje valoración cargo revelado</i>	<i>53</i>
Tabla 7 Suplementos variables cargo revelado	54
Tabla 8 Porcentaje valoración cargo revelado	63
Tabla 9 Suplementos variables cargo revelado	64
Tabla 10 Cuadro comparativo basado en resultados de la implementación	67

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1 Suplementos Variables.....	73
Anexo 2 Encuesta diagnóstico.....	74
Anexo 3 Cuestionario Nórdico	76
Anexo 4 Datos iniciales. Análisis de varianza	77
Anexo 5 Duncan Yij.....	78
Anexo 6 Duncan Yjk.....	79
Anexo 7 Duncan Yijk	80
Anexo 8 Puntuación análisis ergonómico REBA.....	82
Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio	85

Capítulo I: Introducción

1.1 Descripción de problema

El riesgo de sufrir accidentes está implícito en todo tipo de actividad que lleva a cabo el ser humano. En el ámbito laboral, éste va asociado al nivel de productividad afectando el recurso humano y liquidez de las empresas debido al aumento de imprevistos y sobre costos que se generan. Por lo tanto, la prevención y control de sucesos inesperado en relación a las tareas que realiza el empleado son fundamentales y necesarios para un óptimo desempeño de las mismas [CASTILLO, 2007].

Así mismo, la deficiente planeación y control en la prevención de riesgos profesionales, conlleva a incrementar la incidencia de accidentes en puestos de trabajo, disminuyendo de esta forma la calidad de vida del trabajador [MINISTERIO DE PROTECCIÓN SOCIAL, 2004].

Adicional a los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales se suman a las molestias las cuales el trabajador está en riesgo de sufrir dada la naturaleza de los cargos. Algunas de éstas como síndrome del túnel carpiano, tensión del cuello y lumbalgias son catalogadas como lesiones del sistema músculo esquelético [CASTILLO, 2007].

Según la universidad de Oxford, la lumbalgia es una patología que conlleva al dolor de espalda baja en la zona lumbar, la cual tiene mayor incidencia en países occidentales afectando alrededor del 44% de la población laboral, quienes tienden a sufrir episodios: agudos, subagudos y crónicos [G.C,2005].

A largo plazo, la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el trabajo estima que entre el 60% y el 90% de la población económicamente activa, padecerá de trastornos lumbares, lo cual generará mayor gasto económico, disminución en la calidad de vida, y mayor vulnerabilidad a nuevas lesiones [OSHA,2012].

Estudios estadísticos provenientes de la Federación de Aseguradores Colombianos (FASECOLDA), exponen que la mayor tasa de morbilidad en accidentes de trabajo desde el 2002 hasta la fecha, está presente en el sector económico manufacturero. Aunque las cifras han disminuido, actividades de esta índole continúan liderando cifras, especialmente en Pymes [FASECOLDA, 2012]

Cualquier tipo de lesión músculo esquelética en el trabajador tiene costos asociados, los cuales están relacionados a la pérdida de material, interrupción en la productividad, daños de equipo, asuntos legales y gastos generados por la enfermedad profesional que se ha diagnosticado [WOOLF, 2003].

El diario Portafolio presentó cifras provenientes del gremio de Administradoras de Riesgos Profesionales, las cuales muestran el incremento de enfermedades laborales, especialmente osteomusculares, donde pasan de 6.891 trabajadores afectados en el año 2009 a 9.411. trabajadores afectados en el año 2010 [PORTAFOLIO,2011]. Adicionalmente, este incremento de la ocurrencia de las enfermedades profesionales en Colombia y especialmente en empresas pequeñas y microempresas, se concluye que esto se debe a la falta de vínculo formal en las mismas, malas posiciones, inadecuado proceso de entrenamiento y falta de sistemas integrados de seguridad [PORTAFOLIO 2012].

1.2 Propósito del estudio – Pregunta de investigación

¿Cuáles son las oportunidades de mejora existentes en los puestos de trabajo de Mundiempastes y qué soluciones pueden ser brindadas a nivel ergonómico que favorezca el bienestar de sus empleados, generando con ello aumento en la productividad?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Elegir y analizar ergonómicamente el puesto de trabajo más crítico para el empleado de Mundiempastes, usando métodos ergonómicos, con el fin de identificar oportunidades de mejora, establecer posibles soluciones e implementar cambios para obtener y evaluar la posible mejora en la productividad.

1.3.2 Específicos

1. Entender el proceso productivo de Mundiempastes por medio de la descripción del mismo teniendo en cuenta los diferentes puestos de trabajo.
2. Identificar y seleccionar un puesto de trabajo crítico en términos de condiciones ergonómicas y la historia de ocurrencia de enfermedades o accidentes ocupacionales en la empresa.
3. Elegir variables críticas relacionadas con carga física en el puesto de trabajo seleccionado y evaluar utilizando métodos de diseño de experimentos.

4. Identificar oportunidades de mejora y planear soluciones posibles a implementar.
5. Implementar soluciones medibles a corto plazo mostrando costo-beneficio e índice de productividad.

1.4 Importancia del estudio

La mejora del puesto de trabajo más crítico, desde un punto de vista ergonómico crea un ambiente laboral óptimo. Dicha mejora podría incidir en el aumento de beneficios económicos para la empresa, en la calidad de vida del trabajador, y en una mayor satisfacción de los clientes internos.

Para la empresa, esta implementación se transforma en sinónimo de disminución de costos, debido a la prevención de enfermedades de riesgos profesionales e influyendo positivamente en la comodidad, seguridad y productividad del trabajador.

El abordar éste tema, dentro de una situación real, y con la posibilidad de influir directamente en su mejoramiento, no sólo otorga la posibilidad de aplicar herramientas y métodos hasta ahora vistos desde un plano teórico, sino también la posibilidad de conocer y estructurar nuevas metodologías que faciliten llevar a cabo trabajos de esta índole.

1.5 Alcance del estudio

El proyecto busca enfocar los análisis en una microempresa dedicada a la encuadernación de libros con el fin de mejorar el puesto de trabajo más crítico y llegar a encontrar soluciones que aumenten la productividad y la calidad de vida del trabajador.

Mundiempastes, es la microempresa sobre la cual se realizarán estudios estadísticos, ergonómicos y financieros, para llegar a implementar soluciones que generen impacto en la misma, disminuyendo tiempos de producción, obteniendo ahorro de material y controlando la aparición de enfermedades profesionales.

Este trabajo se lleva a cabo con el apoyo constante de la Señora Martha Vera Hurtado, dueña de la empresa Mundiempastes y de sus empleados, quienes han puesto a disposición las instalaciones y tiempo laboral para la ejecución de este proyecto. Adicionalmente, la

inversión financiera para la implementación de las soluciones, esta argumentada en las conclusiones de los estudios realizados y sustentada con el criterio personal y empresarial de la persona que aporta el monto requerido.

1.6 Estructura del documento

La estructura de este proyecto es secuencial (Figura 1). El capítulo I contiene la descripción del problema y pregunta de investigación, la cual dio inicio al desarrollo del proyecto. Adicionalmente, se incluye el objetivo general y objetivos específicos los cuales están relacionados a la importancia del estudio y el desarrollo del mismo.

El capítulo II de lectura necesaria para lectores con poca experiencia en evaluaciones ergonómicas y estadísticas, tiene fundamentos teóricos de los métodos utilizados para la ejecución del proyecto.

El capítulo III contiene el orden y la forma en que se lleva a cabo el estudio mencionando métodos y metodologías utilizadas. La metodología se describe de forma que cada objetivo este cubierto con una estratégica para su total cumplimiento.

El capítulo de evaluación (Capítulo IV) contiene diagramas, análisis y gráficas necesarios para la determinación de oportunidades de mejora. Así mismo se establecen las primeras conclusiones base para ser utilizadas al generar soluciones a implementar

En el capítulo V se validan las soluciones a implementar por medio de fichas técnicas, las cuales se argumentan con indicadores financieros (VPN, TIR, Costo Beneficio) y descripciones técnicas de las propuestas a implementar. Finalmente se elige la intervención a realizar en base en los indicadores presentados.

En el capítulo de resultados después de intervención (Capítulo VI) contiene análisis y cálculos necesarios que permiten evidenciar el impacto de la implementación y comparación con los resultados obtenidos antes de la misma.

Finalmente el capítulo VII y el capítulo VIII, contienen conclusiones y recomendaciones respectivamente, que condensan todo lo realizado durante el análisis y ejecución del proyecto, y que podrían ser aplicadas a corto o largo plazo.

Diagrama Flujo. Relación de Secciones

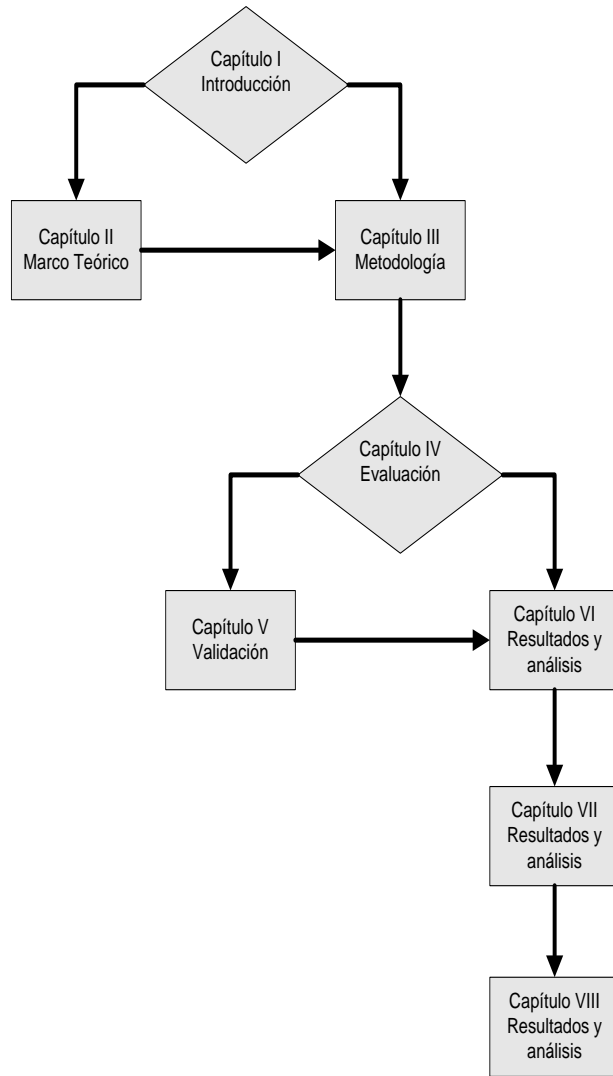


Figura 1 Relación de secciones de este documento

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Mundiempastes

Microempresa con más de 20 años de experiencia, creada en el año 1992 por la Sra Martha Lucia Vera Hurtado, su actividad principal es la encuadernación de libros de archivo, bibliotecas, periódicos, fascículos, revistas, y cualquier documento que requiera ser procesado por la entidad que los contacte. Además, se prestan servicios de desempaste, re empaste, organización y marcación.

El empaste se realiza en papel cuero o percalina, recubriendo una pasta dura o pasta de tornillo, a la cual se le realiza un estampado en lomo o plano de acuerdo a especificaciones del cliente con relación al tamaño (carta, oficio o personalizado). Algunos de los clientes a los cuales Mundiempastes presta sus servicios son: Omniflife, bienestar familiar, biblioteca Luis Ángel Arango y Home Sentry [MUNDIEMPASTES, 20012].

Mundiempastes se clasifica como microempresa, debido a que cuenta con menos de 10 empleados, no tiene muchos departamentos, no está gobernada por consejo administrativo, se ve abocada a operar en un reducido mercado y en un nicho claramente definido [LEY 590, 2000].

2.2 Análisis de Varianzas

2.2.1 Diseño Factorial Generalizado

Es un estudio con 2 o más factores, se debe tener en cuenta que los factores son de efectos fijos, balanceados y con más de una repetición por tratamiento. Adicional de los factores principales se incorpora la interacción de los mismos de la forma:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde μ es la media poblacional global, α_i es el efecto principal del nivel i del factor A, β_j es el efecto principal del nivel j del factor B, $(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción del nivel i de A con nivel j de B y ε_{ij} es el error aleatorio de la observación j del tratamiento i.

Generalmente no se prueba la significancia de los efectos principales de cada factor, ya que habiendo interacción estos efectos carecen de significado o su interpretación puede ser bastante compleja [MONGOMERY,2004].

2.2.2 ANOVA

El análisis de la información recolectada, se hace por medio de un análisis denominado ANOVA, el cual es un conjunto de procedimientos que se ajustan a las características del diseño de experimentos usado en la obtención de los datos. No es un método fijo, por el contrario, se adapta a cada diseño haciendo la comparación de dos o más tratamientos, cada uno de los cuales representa una población. Se muestra usualmente en una tabla, la cual tiene como componentes los factores principales, las respectivas combinaciones y los respectivos cálculos de sumas de cuadrados, grados de libertad, cuadrados medios y estadístico Fisher calculado y teórico [DIAZ,2009].

2.2.3 Rango múltiple de Duncan (RMD)

Este método se basa en la noción general del Rango Estudiantizado, donde le objetivo es hallar el rango de menor significancia, el cual representa el rango de cualquier subconjunto de p medias muestrales. Éste usualmente depende del nivel de significancia, del número de grado de libertad del cuadrado medio del error y del rango en que se mueve p ($2 < P < K$).

$$R_p = r_{p;gle;\alpha} \sqrt{\frac{CME}{n_h}}$$

$n_h =$ Media armónica

$R_p =$ Rango múltiple de Duncan

Adicionalmente, la prueba RMD es una de los métodos de diferencias de medias más confiables, donde hay menor probabilidad de cometer error [WALPOLE, 1999].

2.3 Evaluación ergonómica de cuerpo entero

Evaluación de cuerpo entero - Rapid Entire Body Assessment (REBA), fue creado por Sue Hisnett y Lynn Mc. Atemney en 1999, los cuales se basaron en herramientas ergonómicas como NIOSH Y RULA para el desarrollo del mismo.

Este método es utilizado para evaluar posturas concretas independientes, analizando los miembros superiores del cuerpo, tronco, cuello y piernas, incluyendo factores como carga y tipo de agarre. Esta evaluación se basa en posturas estáticas y dinámicas, evidencia la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables, y valora si la postura se adapta en relación a la gravedad. Esto conlleva a identificar riesgos de lesión de tipo musculoesquelético.

Para utilizar este método, es esencial seleccionar posturas en términos de frecuencia o inestabilidad, tiempo de observación, capturar las posturas en video, y el analista debe seleccionar el lado (derecho o izquierdo) que conlleva mayor carga postural.

Además, es indispensable para dar inicio a la utilización del método REBA, la medición de los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo, tomándolas directamente del trabajador o por medio de fotografías, sabiendo con exactitud la carga de la postura seleccionada en kilogramos.

Para el desarrollo del método, a cada miembro se le otorga una puntuación individual en relación a los ángulos obtenidos; luego, a través de tablas se relacionan las diferentes mediciones dependiendo, si hace parte del grupo A (tronco, cuello y piernas) o grupo B (Brazo, Antebrazo y muñeca) obteniendo la puntuación general de cada grupo; posteriormente, se obtienen puntuaciones totales: Al grupo A se le suma la puntuación que resulta de la medición de la fuerza y al grupo B se le suma la puntuación obtenida por el tipo de agarre; En último lugar se relaciona las dos puntuaciones totales obtenidas en una nueva tabla, a lo cual se le agrega la puntuación de la actividad (estática o dinámica) que da como resultado: la puntuación final REBA, nivel de actuación y nivel de riesgo [HIGNETT, 2000].

2.4 Evaluación de entorno físico

2.4.1 Iluminación

La iluminación constituye uno de los factores físicos de mayor importancia y el más fácil de corregir en el ámbito ergonómico. Ésta condición de trabajo permite la ejecución de las diferentes actividades en determinado puesto de trabajo, ya que el 80% de la información requerida se adquiere visualmente. Un buen manejo de la misma, reduce el número de errores, agiliza la producción, disminuye desperdicios de materia prima, previene la fatiga visual, impide cefaleas en los trabajadores y evita deslumbramiento muchas veces causante de accidentes.

El nivel de iluminación artificial debe ser combinado con la luz del día, ésta última es un recurso que se debe aprovechar al máximo, pero que al ser variable se necesita de una fuente de iluminación controlada por el trabajador.

La medición de iluminación, se lleva a cabo con un luxómetro, el cual es un instrumento de medición de simple uso, su unidad de medida es el lux, el cual está compuesto por células fotoeléctricas. Las medidas que arroja esta herramienta, son ubicadas en un diagrama de distribución de la empresa, el cual muestra por áreas de trabajo el nivel de iluminación, obteniendo así un mapa ergonómico [OIT, 2002].

2.4.2 Ruido

Este término se define como todo sonido desagradable o no deseado. Se utilizan sonómetros identificar las zonas con sonido excesivo. La unidad de frecuencia en el Hertz (Hz), y el oído es sensible a frecuencias entre 20 y 2000 Hz.

El ruido es la causa de diversos problemas, impide la comunicación, y eleva el umbral auditivo cuando el ruido es mayor a 80db. La exposición prolongada a ciertos niveles provoca daños permanentes de audición y a larga la sordera profesional

La medición en decibeles del nivel de ruido es ubicado en un diagrama de distribución de la empresa, el cual muestra por áreas de trabajo, el nivel de ruido, obteniendo así un mapa ergonómico [OIT, 2002].

2.5 Tiempo estándar

2.5.1 Evaluación tiempos de trabajo

El tiempo estándar es el tiempo que requiere un trabajador para realizar determinada operación a un ritmo determinado.

Para hallar este valor, es fundamental incluir un tiempo base, el cual resulta de multiplicar el tiempo observado transcurrido en la labor, con un factor de conversión, que hace referencia a la velocidad que mantiene el trabajador para realizar la tarea. A este tiempo base se le agregan porcentajes relacionados a la tolerancia que resulta de retardos inevitables, personales y por fatigas [NIEBEL, 1990].

$$TS = TB + (TB \times \%Suplementos) + (TB \times \%contingencias)$$

TS = Tiempo estandar

TB = Tiempo base

2.5.2 Valoración

Es la calificación de velocidad que se le da al trabajador de acuerdo a su desempeño, que considera la tasa de trabajo logrado por unidad de tiempo. Para llegar a una valoración definitiva, es necesario comparar el dato obtenido con el concepto de operario normal el cual realiza las mismas actividades, por lo tanto el resultado final se basa en los siguientes porcentajes (Tabla 1):

Tabla 1 Porcentajes de valoración

CALIFICACIÓN	ESTADO
Mayor a 100%	Rápido
100%	Normal
Menor a 100%	Lento

En el tiempo estándar, esta valoración es necesaria para llegar a obtener el tiempo base y por ende hacer uso de los porcentajes de suplementos y contingencias [NIEBEL, 2001].

2.5.3 Contingencias

En las contingencias se encuentran las demoras inevitables, catalogadas como suplementos especiales. Generalmente son resultado de irregularidades bien sea de material, máquinas, planeación o personales, donde es común oscilen en un rango de 4% a 15%, teniendo como tolerancia fija 7%. Por lo tanto, mantener más de un plan de contingencia, es la estrategia adecuada, para que este tipo de acontecimientos, no afecte negativamente el tiempo estándar y por ende, se llegue a una disminución en la productividad [NIEBEL, 2001].

El porcentaje de contingencias variables, se da en relación a la descomposición de las tareas, y son clasificadas según el tipo de elemento: repetitivos son los que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado; casuales son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo; constantes son aquellos cuyos tiempo básico de ejecución es siempre igual; variables cuyo tiempo básico cambia según características del producto; manuales son los que realiza el trabajador; mecánicos son los realizados automáticamente; dominantes duran más tiempo que cualquiera de los demás; y extraños no son parte necesaria del trabajo [OIT, 2000].

2.5.4 Suplementos

Es claro que ningún ser humano puede mantener un paso promedio en toda su jornada laboral, debido a las interrupciones que pueden ser debido a: actividades personales, sucesos por fatiga y los retrasos inevitables. Estos últimos, se excluyen en un estudio para estar basados en un tiempo nivelado, lo cual se debe compensar, y obtener un estándar fácil de conseguir por el trabajador.

Por lo tanto, todo empleado inicia con 9% de suplemento constantes, que incluyen detención del trabajo para mantener el bienestar del empleado, catalogado como necesidades personales, a lo cual se le asigna 5% del tiempo normal. Adicionalmente, la fatiga básica se considera suplemento constante, el cual toma en cuenta la energía utilizada por el trabajador para realizar la labor y disminuir la monotonía, asignando un 4% del tiempo normal [NIEBEL, 2001].

Estos suplementos constantes, pueden aumentar agregando suplementos variables, dependiendo la labor. Estos suplementos variables (Anexo 1) están relacionados en su mayoría a las condiciones ergonómicas. Por ejemplo, Suplemento por estar de pie, suplemento por posición anormal, uso de la fuerza o energía muscular, mala iluminación, condiciones atmosféricas, nivel de ruido, monotonía, tedio, y tensión visual, son algunos de los suplementos variables relacionados con las condiciones del puesto de trabajo [NIEBEL, 2001].

2.6 Cuestionario Nórdico

El Cuestionario Nórdico, también conocido como Cuestionario de Kuorinka, es un cuestionario estandarizado para la detección y análisis de síntomas músculo esqueléticos (Anexo 3), aplicable en temas de salud ocupacional con el fin de detectar la existencia de síntomas iniciales, que todavía no han constituido enfermedad.

Su valor radica en que nos da información que permite estimar el nivel de riesgos de manera proactiva y nos permite una actuación precoz, dado que las preguntas están dirigidas a lugares del cuerpo que generalmente generan molestia en cualquier actividad económica. [KUORINKA, 1987]

Capítulo III: Metodología

3.1 Metodología por objetivos

- Objetivo: Entender el proceso productivo de la Pyme por medio de la descripción del mismo y de sus respectivos puestos de trabajo

Por medio de observación directa y respectiva toma de tiempos y distancias recorridas se realizó el reconocimiento del proceso productivo que se lleva a cabo en la empresa Mundiempastes. Esta información se condensó en diagrama de bloques, diagramas de operaciones y diagrama de flujo

Adicionalmente, se utilizó equipos para medición de iluminación y ruido (luxómetro y sonómetro respectivamente), con el fin de identificar el puesto de trabajo más críticos para el trabajador. Esto se realizó tomando como guía el libro de Introducción al estudio del trabajo OIT-2002 (Tabla 2).

- Objetivo: Identificar y seleccionar un puesto de trabajo crítico en términos de condiciones ergonómicas y la historia de ocurrencia de enfermedades o accidentes ocupacionales en la empresa.

La selección del puesto de trabajo se hizo en base a tres criterios, el primero relacionado a los análisis que se obtienen de los diagramas de bloques, operaciones y flujo; el segundo se basó en la comparación de los datos de iluminación y ruido con su respectiva información teórica; y por último la historia de accidentes y enfermedades profesionales de la empresa (Tabla 2).

- Objetivo: Elegir variables críticas relacionadas con carga física en el puesto de trabajo seleccionado y evaluar utilizando métodos de diseño de experimentos.

Se realizó levantamiento de información aplicando el Cuestionario Nórdico por una semana y tres veces al día, el cual fue la base para comenzar con una evaluación inicial de las condiciones encontradas.

El estudio de diseño de experimentos se realizó por medio del método Diseño Factorial Generalizado, cual tiene como variable de respuesta el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. Adicionalmente, se eligen los factores

principales (partes del cuerpo, días de la semana y jornada) y se aplicaron conceptos de Anova, gráficos de perfil y diferencias de medias para probar las hipótesis previamente establecidas.

Seguidamente, en relación a las partes del cuerpo que generan mayor incomodidad al trabajador, se llevó a cabo un estudio ergonómico por medio del método REBA, el cual indica el instante del proceso en que se genera un movimiento inadecuado por parte del colaborador.

Por último, se realizó el cálculo de tiempo estándar y productividad donde se incluyeron suplementos variables, los cuales fueron reducidos por medio de la implementación posterior a los análisis (Tabla2).

- Objetivo: Identificar oportunidades de mejora y planear soluciones posibles a implementar

De acuerdo a los resultados del diseño de experimentos, tiempo estándar y método REBA se realizó el cálculo de productividad y se planearon soluciones a las oportunidades de mejora identificadas.

Se expone a la Señora Martha Vera por medio de Fichas Técnicas, donde se muestran características del producto físicas, funcionales, costo e indicadores financieros (VPN y Costo-Beneficio). Luego, se hizo la elección de acuerdo al capital disponible para la inversión y se lleva a cabo la implementación (Tabla 2).

- Objetivo: Implementar soluciones medibles a corto plazo mostrando costo-beneficio e índice de productividad

Se realizó análisis ergonómico después de la implementación utilizando método REBA con el fin de comparar los resultados con los obtenidos antes de la implementación.

Se calculó tiempo estándar, donde se identificó el nuevo porcentaje de suplementos variables y por ende nuevo valor de tiempo estándar y productividad (Tabla 2).

Tabla 2 Cuadro metodológico

OBJETIVO	METODOLOGÍA
Entender el proceso productivo de la Pyme por medio de la descripción del mismo teniendo en cuenta los diferentes puestos de trabajo.	Levantamiento de tiempos de proceso y recorridos Realización de diagrama bloques, diagrama operaciones y diagrama de flujo Medición de entorno físico (Iluminación y Ruido)
Identificar y seleccionar un puesto de trabajo crítico en términos de condiciones ergonómicas y la historia de ocurrencia de enfermedades o accidentes ocupacionales en la empresa.	Utilizando análisis de diagrama de bloques, operaciones y flujo Comparando información teórica con medición de entorno físico Historia de accidentes y enfermedades profesionales de la empresa
Elegir variables críticas relacionadas con carga física en el puesto de trabajo seleccionado y evaluar utilizando métodos de diseño de experimentos.	Aplicando cuestionario Nórdico Realizando diseño de experimentos – Diseño Factorial Generalizado Análisis ergonómico por medio de método REBA Cálculo de tiempo estándar
Identificar oportunidades de mejora y planear soluciones posibles a implementar.	Obtención de fichas técnicas con indicadores financieros y productividad Elección de la implementación de acuerdo a información en fichas técnicas y capital disponible.
Implementar soluciones medibles a corto plazo mostrando costo-beneficio e índice de productividad.	Análisis ergonómico por medio de método REBA Cálculo de tiempo estándar Comparar con resultados antes de la implementación

Capítulo IV: Resultados

4.1 Diagramas proceso productivo Mundiempastes

El diagrama de bloques, diagrama de operaciones y diagrama de flujo, muestran el proceso productivo que lleva a cabo Mundiempastes para la encuadernación de libros.

El diagrama de bloques, el cual se caracteriza por mostrar tres fases divisoras del proceso (Figura 2) muestra la Fase II, como el punto donde se realiza el proceso de transformación del producto, es decir, proceso donde el libro presenta alto grado de dificultad para que el colaborador separe los materiales e insumos iniciales, por ende la Fase I y la Fase III muestran actividades previas y posteriores que se llevan a cabo para completar el proceso productivo.

En el diagrama de operaciones (Figura 3) se observa el proceso productivo más detallado, con las respectivas inspecciones que se realizan y el tiempo que se utilizó para la producción de un libro.

Emulsionar y revelar marcos, dentro del diagrama de flujo (Figura 4) son actividades clasificadas como cuellos de botella, lo cual se toma como primer diagnóstico para ser el puesto de Revelado, el seleccionado para posteriores estudios.

Se catalogan como cuellos de botella estas dos actividades, debido a que generan mayor demora en el proceso de encuadernación. En promedio, de 40 marcos que se revelan semanalmente el 50% de ellos son apropiados para el proceso de estampado, por ende el empleado debe repetir el revelado gastando mayor cantidad de material, esfuerzo y tiempo.

- Diagrama de Bloques Proceso productivo de encuadernación

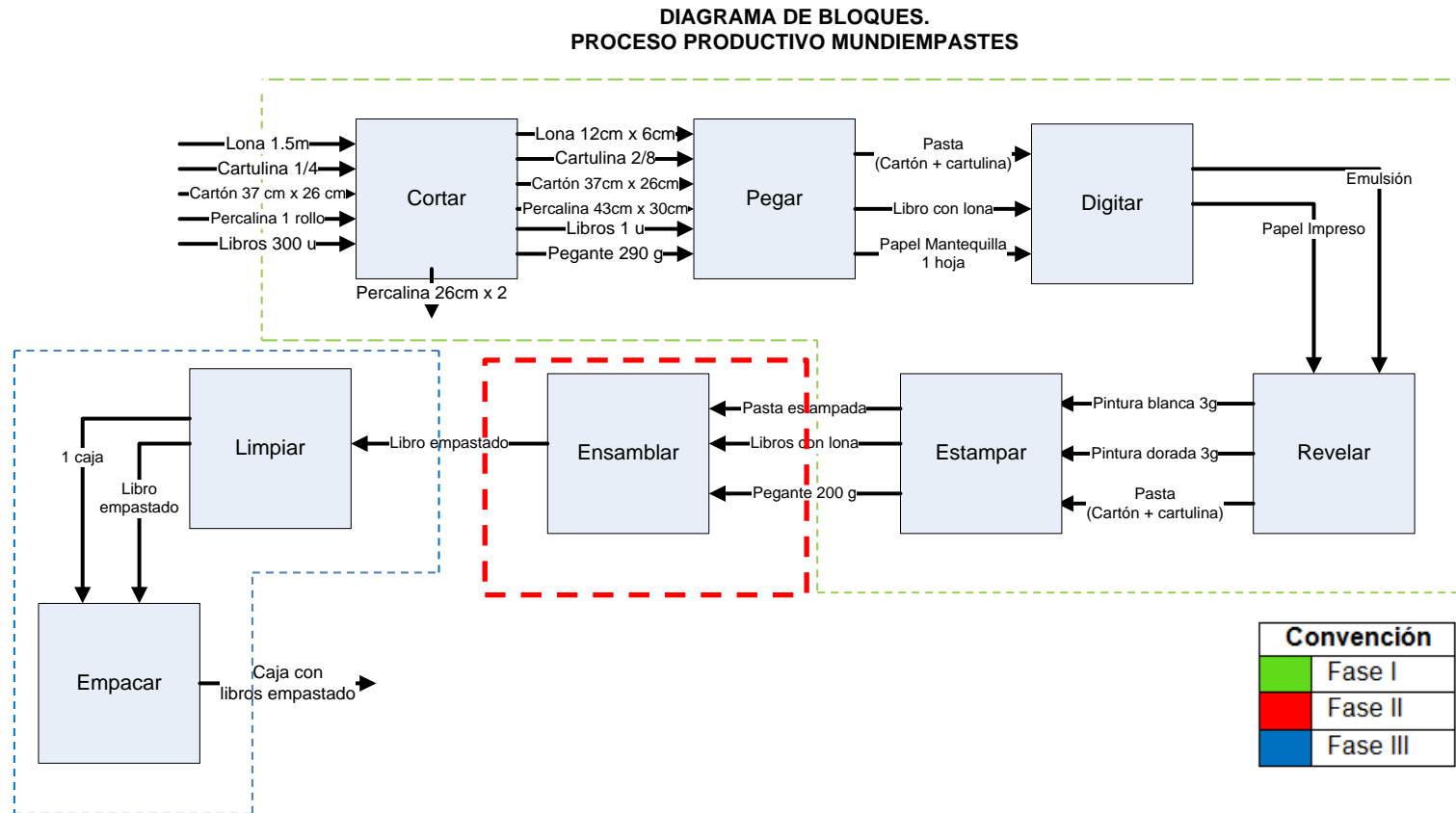


Figura 2 Diagrama bloques - Proceso productivo Mundiempastes

- Diagrama de operaciones Proceso productivo de encuadernación

**DIAGRAMA DE OPERACIONES.
PROCESO PRODUCTIVO MUNDIEMPASTE**

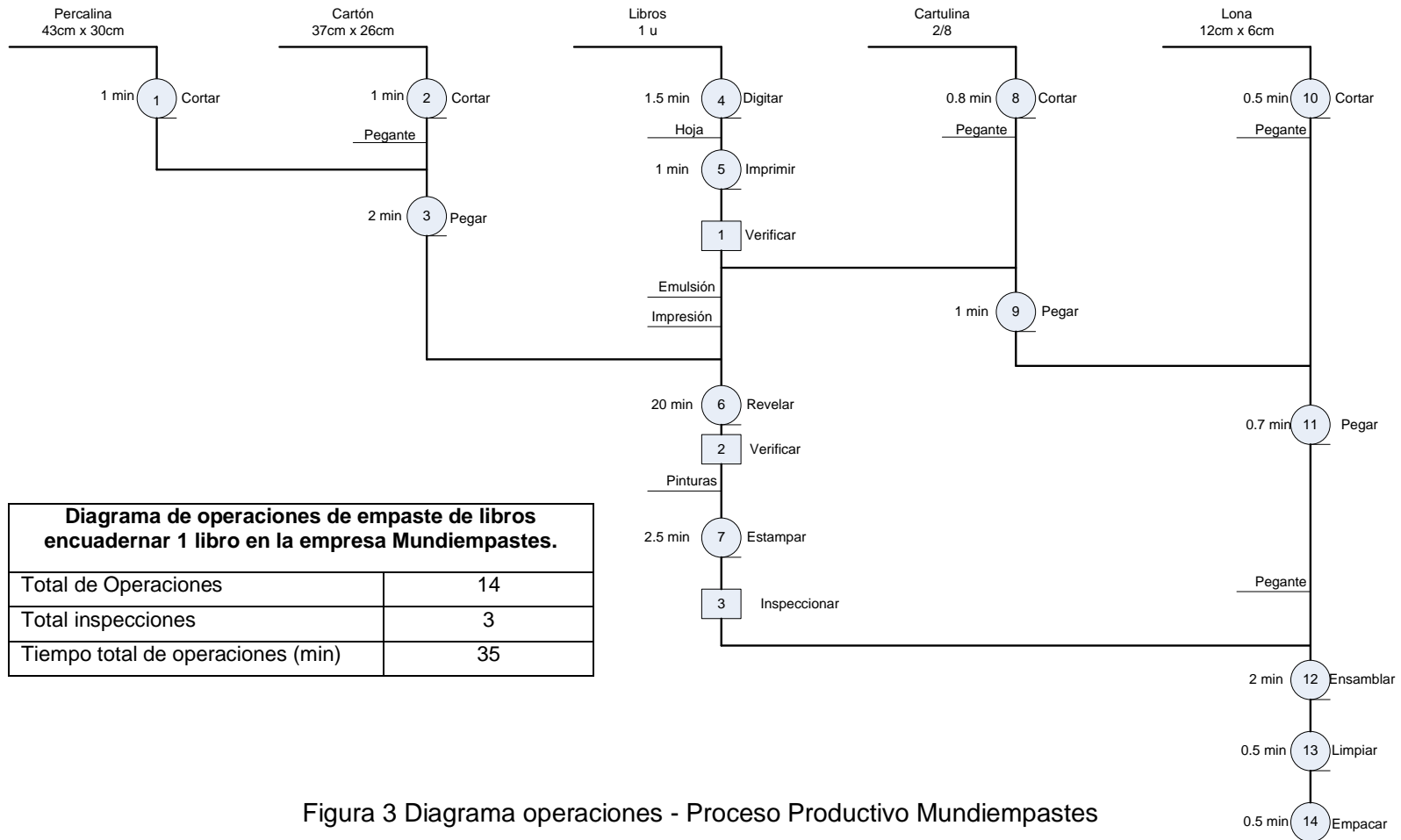


Figura 3 Diagrama operaciones - Proceso Productivo Mundiempastes

- Diagrama de Flujo Proceso productivo de encuadernación

Diagrama Flujo Proceso productivo de encuadernación en Mundiempaste					
Diagrama núm. 1		Resumen			
Hoja núm. 1 de 1		Actividad	Actual	Distancia	Tiempo
Objeto:	Proceso	Operación	11		2922
de encuadernación 300 libros		Transporte	8	68	51
Actividad:		Espera	5		72
Proceso de encuadernación		Inspección	3		17
Método:		Almacenamiento	1		50
Actual/Propuesto		Cuello de botella	2		374
Lugar:		Total		68	-
Mundiempastes		Costo	-		
Operario(s):5	Ficha núm.:1	Mano de obra	-		
Compuesto: Gina Lilian Cano Rodríguez	Fecha: 02/08/12	Material	-		
Aprobado por:	Fecha:DD/MM/AA	Total	-	-	-
Descripción	Cuello de botella	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos	Observaciones
Transportar libros a zona de digitación		4	13	○	A mano
Digitar títulos y claves			460	➔	
Imprimir títulos y claves			8	□	
Verificar títulos y claves legibles y completas			6	▽	
Transportar libros a zona de ensamble		4,5	13	⊥	A mano
Transportar impresión a zona de revelado		6,2	13	⊥	A mano
Emulsionar marco a revelar	x		176		
Dejar secar emulsión			2		
Adherir de títulos claves impresos a marco			44		
Revelar de títulos y claves sobre marcos	x		198		
Verificar información revelada en marcos			1		
Transportar marcos a área de estampado		3	3		A mano
Transportar Percalina		5	2		A mano
Cortar de percalina			300		
Transportar de cartón		3,5	3		A mano
Cortar cartón			10		
Pegar cartón a percalina (Pasta de libro)			600		
Dejar secar pasta a estampar			10		
Estampar títulos y claves sobre pasta			750		
Verificar títulos y claves legibles y completos			10		
Dejar secar pintura estampada (22 marcos)			20		
Transportar pastas estampadas a área de ensamble		3,5	2		A mano
Transportar cartulina y lona		3,5	2		A mano
Cortar lona y cartulina			120		
Pegar lona			60		
Pegar cartulina a libro (Guarda)			150		
Dejar secar guarda sobre el libro			20		
Ensamblar pasta estampada a libro con guarda			420		
Dejar secar libro empastado			20		
Empacar Libro empastado			50		

Figura 4 Diagrama Flujo - Proceso Productivo Mundiempastes

4.2 Medición de entorno físico

En las áreas donde se lleva a cabo proceso de digitado, encuadernación de libros de archivo y biblioteca, se observa una medición de 450 lux a 581 lux, lo cual es adecuado para dicha labor, ya que un nivel de iluminación de 300 lux a 700 lux es el ideal para desarrollar trabajos con piezas de tamaño mediano, montajes, inspecciones, lectura, escritura, pintura, cocido (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

El cargo de estampado, se lleva a cabo generalmente con luz natural, la cual es reforzada con luz artificial cuando el clima no da la luz necesaria. Según la OIT, el nivel de iluminación ideal para tareas de precisión e inspección está entre 1000 lux a 1500 lux, lo cual indica que la medición realizada en la empresa Mundiempastes 1001 lux es apropiada para las tareas realizadas.

Sin embargo, refiriéndonos al puesto de revelado, se encontraron niveles críticos de iluminación. El colaborador hace uso de una mesa de revelado sin protección visual, la cual tiene una altura de 75 cm y posee 10 luminarias fluorescentes. Estos implementos se encuentran en un cuarto oscuro donde al ser encendida la mesa, la medición de la luz es de 2002 lux, ocasionando deslumbramiento dada la poca distancia entre los tubos fluorescentes y la línea de visión horizontal con los mismos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Según la OIT, el nivel de ruido máximo permitido para operar sin protección auditiva es menor a 85 DB. El nivel de ruido medido en el cargo de revelado está por encima 1 DB a comparación del nivel óptimo, lo cual es causado por el uso de secadores durante el proceso de emulsionado. Esta medición no se toma como argumento para la elección del puesto de trabajo dado que la exposición a los 86 DB es menor a 1 minuto con ocurrencia promedio de 9 veces al día y en intervalos de tiempo de 45 minutos (Tabla 3)

Dada la presencia de cuellos de botellas presentes en el diagrama de flujo (Figura 4), la criticidad en la medición de iluminación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y a encuesta de diagnóstico (Anexo 2) aplicada a la Sr Martha Vera, la cual se realizó dado la falta de registros de accidentes y riesgos presentes en Mundiempastes, se selecciona el puesto de revelado como cargo a evaluar a mayor profundidad (Figura 5).

Tabla 3 Medición entorno físico

Medición entorno físico en Mundiempastes		
ÁREA	LUX	DB
Digitado	450	65
Biblioteca	581	75
Archivo	548	78
Revelado	2002	86
Estampado	1001	81

Encuesta Diagnóstico

Nombre: Martha Vera Hurtado
Fecha: Septiembre 21 de 2012

Objetivo: Identificar molestias físicas presentes en el personal que labora en Mundiempastes en sus diferentes área, dado que no se tiene información histórica de lesiones o molestias ocasionadas.

1) Cuáles son los puestos de trabajo donde las enfermedades, accidentes y molestias son más recurrentes?

En Mundiempastes hay 4 cargos, los cuales son: Digitado, Estampado, biblioteca y archivo.

El cargo estampado, es el que durante mis 20 años de experiencia ha ocasionado mayores molestias y enfermedades en las personas que hemos realizado las actividades relacionadas con el cargo

Adiciono que en todos los puestos hay molestia asociado al cansancio de la jornada, pero no enfermedades ni lesiones.

2) En relación a los puestos de trabajo mencionados anteriormente, cuáles son las tareas donde las enfermedades, accidentes y molestias son más recurrentes?

Estas actividades las divido en dos grupos, un antes y un después, dado que en el afán de detener las enfermedades presentes, decidí hacer un cambio drástico en el cargo de estampado:

En el primer grupo actividades como:

- Fuerza sobre el brazo de la estampadora térmica
- Levantamiento de letras calientes que caen en la plancha de la estampadora térmica, dado que era indispensable usar letras de plomo que acababan de ser retiradas de la máquina.
- Posición sedente durante toda la jornada

Dado que estas actividades ocasionaron problemas físicos y el tiempo de proceso era muy largo, se cambió el proceso de estampado el cual incluye dos grandes procesos, marcado y revelado donde hay molestias en actividades como:

- Emulsionado de marco para ser revelado
- Expuesto a luz de revelado
- Inclinación para preparación de marco
- Levantamiento de pesas para el proceso de revelado
- Químicos que se usan en marcación

3) Con qué frecuencia se realizan o realizaban estas actividades?

ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Fuerza sobre el brazo de la estampadora térmica	300 Veces al día $c/u=9$ s
Levantamiento de letras calientes	300 Veces al día $c/u=1.26$ min
Posición sedente durante toda la jornada	7h diarias
Emulsionado de marco para ser revelado	90 Veces al día $c/u=4.36$ min
Expuesto a luz de revelado	9 Veces al día $c/u=12.13$ min
Inclinación para preparación de marco	9 veces al día $c/u= 11$ min
Levantamiento de pesas para el proceso de revelado	36 Veces día $c/u=1.13$ min
Químicos que se usan en marcación	4h diarias

- Diagrama flujo – Proceso de revelado

Diagrama Flujo Proceso Revelado empresa Mundiempastes					
Diagrama núm. 1		Resumen			
Hoja núm. 1 de 1		Actividad	Actual	Distancia	
Objeto: revelado de 1 marco para revelado	Proceso	Operación	16		
		Transporte	1	7	
Actividad: Revelado		Espera	4		
		Inspección	1		
Método: Actual/Propuesto		Almacenamiento	-		
Lugar: Mundiempastes		Total	22	7	
Operario(s):5	Fecha núm:1	Costo	-		
		Mano de obra	-		
Compuesto: Gina Lilian Cano Rodríguez	Fecha: 19/11/12	Material	-		
		Total	-	-	
Descripción	Actividad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos	Observaciones
Encender tubos fluorescentes en mesa de revelado	Operación		0,17	●	
Ordenar títulos impresos en papel mantequilla sobre mesa de revelado	Operación		3	●	
Pegar títulos impresos en papel mantequilla sobre mesa de revelado	Operación		1	●	
Poner emulsión sobre marco de revelado	Operación		0,17	●	
Esparcir capa de emulsión por ambas caras del marco para revelar	Operación		5	●	
Secar marco emulsionado	Operación		1	●	
Ubicar marco emulsionado sobre títulos	Operación		1,13	●	
Poner plástico negro sobre marco emulsionado	Operación		0,08	●	
Colocar vidrio sobre plástico negro	Operación		0,08	●	
Poner cuatro pesas sobre vidrio	Operación		1	●	
Esperar 3 minutos	Demora		3	●	
Quitar pesa número 1	Operación		0,2	●	
Esperar 3 minutos	Demora		3	●	
Quitar pesa número 2	Operación		0,2	●	
Esperar 3 minutos	Demora		3	●	
Quitar pesa número 3	Operación		0,2	●	
Esperar 3 minutos	Demora		3	●	
Quitar pesa número 4	Operación		0,2	●	
Retirar vidrio y plástico negro	Operación		0,15	●	
Quitar residuos de emulsión de título revelado	Operación		3,5	●	
Verificar títulos revelado	Demora		20	●	
Transporte Llevar a zona de estampado	Transporte	7	0,5	●	A mano

Figura 5 Diagrama flujo. Proceso de revelado

4.3 Análisis de varianzas – Factorial generalizado

Después del levantamiento de información por medio del cuestionario nórdico (Anexo 3), se condensa la información recolectada en una tabla inicial (Anexo 4) la cual permite dar inicio al estudio estadístico basado en un diseño factorial generalizado, el cual tiene como variable de respuesta el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes.

Los factores principales de los cuales se recolectó información por medio del cuestionario nórdico, fueron elegidos dada la jornada laboral de los empleados de Mundiempastes. Ésta es de lunes a viernes con horario laboral de 8am a 5pm, lo cual permitió incluir en el cuestionario nórdico, además de las partes del cuerpo, el estudio diario durante una semana en tres instantes del día (inicio, mitad y final de la jornada).

El modelo estadístico a seguir es:

$$y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

y_{ijkl} = L-ésima observación del nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes para el día i, parte del cuerpo j y jornada k

μ = Nivel de incomodidad medio poblacional presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

α_i = Efecto del día de la semana i sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

β_j = Efecto de la parte del cuerpo j sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

γ_k = Efecto del tiempo de la jornada k sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el día de la semana i con la parte del cuerpo j, sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el día de la semana i con la jornada k, sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

$(\beta\gamma)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la parte del cuerpo j con la jornada k, sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = Efecto de la interacción entre el día de la semana i, parte del cuerpo j y jornada k, sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

ε_{ijkl} = Error aleatorio de la l-ésima observación en el día i, parte del cuerpo j y la jornada k, del nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes

4.3.1 Planteamiento de hipótesis

Las hipótesis a probar a lo largo del estudio son:

- Hipótesis para el día de la semana i

Ho: No existe efecto significativo del día de la semana i sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha_i = 0 \quad \forall i = 1,2,3,4,5$

Ha: Sí existe efecto significativo del día de la semana i sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. Al menos un $\alpha_i \neq 0 \quad \forall i = 1,2,3,4,5$

- Hipótesis para parte del cuerpo

Ho: No existe efecto significativo de la parte del cuerpo j sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\beta_j = 0 \quad \forall j = 1,2,3, \dots, 12$

Ha: Sí existe efecto significativo de la parte del cuerpo j sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. Al menos un $\beta_j \neq 0 \quad \forall j = 1,2,3, \dots, 12$

- Hipótesis para jornada

Ho: No existe efecto significativo de la jornada k sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\gamma_k = 0 \quad \forall k = 1,2,3$

Ha: Sí existe efecto significativo de la jornada k sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. Al menos un $\gamma_k \neq 0 \quad \forall k = 1,2,3$

- Hipótesis Interacción: Día de la semana – Parte del cuerpo

Ho: No existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i y la parte del cuerpo j , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\beta_{ij} = 0 \quad \forall ij$

Ha: Sí existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i y la parte del cuerpo j , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\beta_{ij} \neq 0 \quad \forall ij$

- Hipótesis Interacción: Día de la semana – Jornada

Ho: No existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\gamma_{ik} = 0 \quad \forall ik$

Ha: Sí existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\gamma_{ik} \neq 0 \quad \forall ik$

- Hipótesis Interacción: Parte del cuerpo – Jornada

Ho: No existe efecto significativo de la interacción entre la parte del cuerpo j y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes.

$$\beta\gamma_{jk} = 0 \quad \forall jk$$

Ha: Sí existe efecto significativo de la interacción entre la parte del cuerpo j y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\beta\gamma_{jk} \neq 0 \quad \forall jk$

- Hipótesis Interacción: Día de la semana-Parte del cuerpo – Jornada

Ho: No existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i , la parte del cuerpo j y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\beta\gamma_{ijk} = 0 \quad \forall ijk$

Ha: Sí existe efecto significativo de la interacción entre el día de la semana i , la parte del cuerpo j y jornada k , sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes. $\alpha\beta\gamma_{ijk} \neq 0 \quad \forall ijk$.

4.3.2 Verificación de supuesto

Todo análisis de varianza debe cumplir con tres supuestos los cuales permiten dar continuidad con el análisis estadístico, el experimento se realizó con un nivel de confianza igual a 5% (Tabla 4 Verificación de supuestos)

Tabla 4 Verificación de supuestos

SUPUESTO	MÉTODO	(VALOR-P)
Normalidad	Kolmogorov-Smirnov	0,465
Homogeneidad de varianzas	Levene	0,909
Independencia	Rachas	0,17
Supuestos comprobados en paquete estadístico SPSS.		
Los tres supuestos que deben cumplirse en un análisis de varianzas. Para ello el valor-p de las pruebas debe ser mayor al nivel de significancia utilizado a lo largo del estudio (0,05).		

Con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ los tres supuestos del análisis de varianzas se cumplen. Esto fue probado con las pruebas estadísticas mencionadas en la tabla (Tabla 4) observando que no se rechazan las hipótesis nulas de cada una de las pruebas, las cuales son respectivamente que los residuos se comportan de manera normal, que las varianzas son homogéneas y que sí existe independencia en las observaciones.

4.3.3 Verificación de hipótesis

Validación general de hipótesis por medio del método ANOVA:

Tabla 5 Anova de factores principales e interacciones

Tabla ANOVA						
Fuente Variación	Suma Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F Calculada	F teórica	Decisión
A	61,3722222	4	15,3430556	134,719512	0,17704949	R H0
B	698,297222	11	63,4815657	557,399113	0,4109012	R H0
C	110,172222	2	55,0861111	483,682927	0,05130791	R H0
AB	189,494444	44	4,30669192	37,8148559	0,65580755	R H0
AC	29,5777778	8	3,69722222	32,4634146	0,33853339	R H0
BC	332,027778	22	15,0921717	132,51663	0,54940851	R H0
ABC	99,5555556	88	1,13131313	9,93348115	0,73118733	R H0
ERROR	20,5	180	0,11388889	-	-	-
TOTAL	1540,99722	359	-	-	-	-

Conclusiones de resultados obtenidos con el método ANOVA:

- Los factores analizados, Días de la semana (A), partes del cuerpo (B) y jornada (C), sí tienen un efecto significativo sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes, debido a que el estadístico F calculado es mayor al estadístico F teórico y por ende se rechaza la hipótesis nula ($\alpha=0,05$) (Tabla 5).
- Todas las posibles interacciones dobles entre Días de la semana (A), partes del cuerpo (B) y jornada (C), tienen un efecto significativo sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes, debido a que el F calculado es mayor al F teórico y por ende se rechaza la hipótesis nula ($\alpha=0,05$) (Tabla 5)
- La interacción triple dada por días de la semana i, parte del cuerpo j y jornada k, tiene un efecto significativo sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes, debido a que el F calculado es mayor al F teórico y por ende se rechaza la hipótesis nula ($\alpha=0,05$) (Tabla 5).

Gráficos de perfil y Duncan

Se utilizan gráficos de perfil con el fin de determinar los niveles de los factores principales que pueden generar mayor incomodidad, sobre los cuales se aplica método de diferencias de media buscando definir cuantitativamente los que realmente generan impacto.

Se usa método Duncan, dado a que es el método de diferencias de media más exacto para este tipo de análisis.

- Interacción doble Día de la Semana – Parte del Cuerpo

De acuerdo el gráfico de perfil, los días: lunes, martes, jueves y viernes presentan mayor incomodidad en las partes del cuerpo: Mano-muñeca, espalda alta y rodilla. El día miércoles no presenta molestia alguna en el trabajador (Figura 6).

Con la prueba de Duncan se concluye que el día martes es el que representa mayor incomodidad en las partes del cuerpo mano-muñeca, espalda alta y rodilla ($\alpha=0,05$) (Anexo 5).

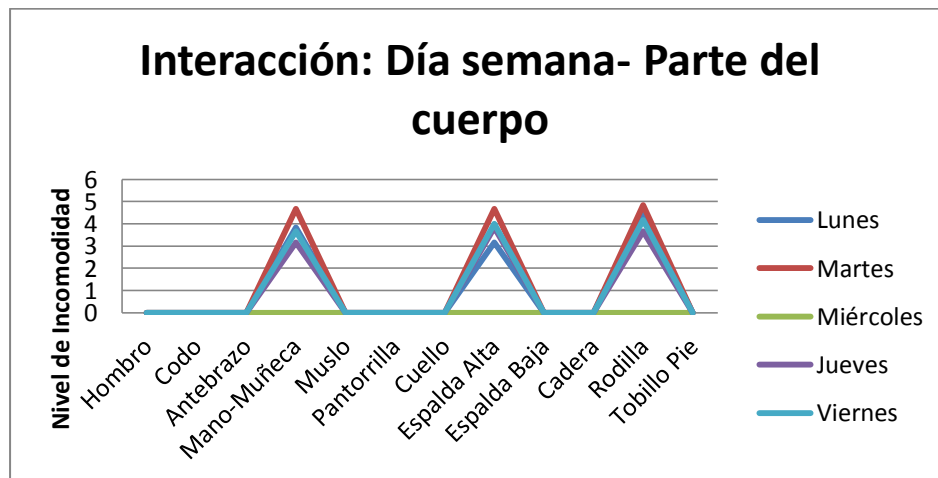


Figura 6 Gráfica de perfil. Interacción (Yij): Día de la semana –Parte del cuerpo

- Interacción doble Parte del cuerpo – Jornada

Dada la gráfica de perfil se concluye que al inicio de la jornada la única parte del cuerpo que muestra incomodidad leve es la rodilla. Al final y mitad de la jornada, se presenta un crecimiento en el nivel de incomodidad en partes del cuerpo: Mano-muñeca, espalda alta y rodilla (Figura 7).

Se concluye además que el final de la jornada afecta de manera significativa el nivel de incomodidad en las partes del cuerpo: rodilla, espalda alta y mano-muñeca, método Duncan ($\alpha=0,05$) (Anexo 6).

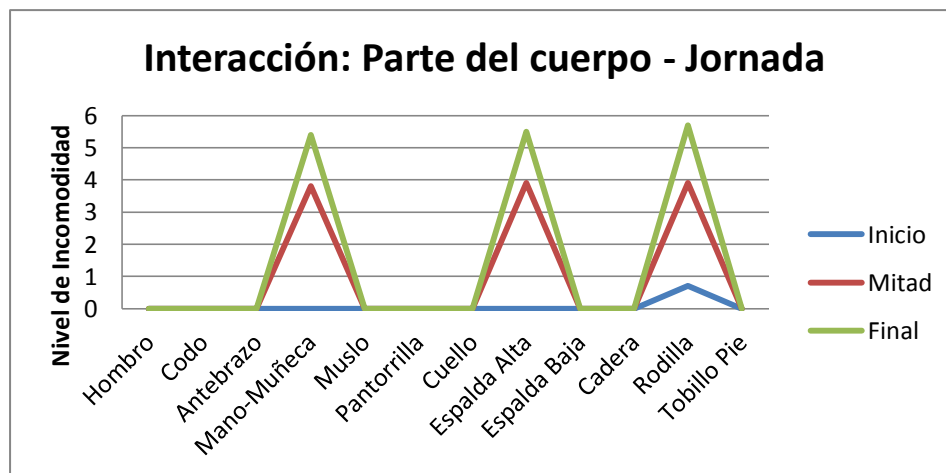


Figura 7 Gráfica de perfil. Interacción(Yjk): Parte del cuerpo-Jornada

- Interacción: Día de la semana-Parte del cuerpo-Jornada

La gráfica de perfil muestra la interacción triple entre los factores principales (día de la semana, parte del cuerpo y jornada). Se concluye que el día miércoles no tiene incidencia sobre el nivel de incomodidad dada la ausencia de picos o curvaturas. Por otro lado, las demás posibles combinaciones sugieren tener efecto significativo sobre el nivel de incomodidad en el cargo de revelado de la empresa Mundiempastes (Figura 8).

Para identificar por qué se da la interacción triple, se realizan gráficos separados del nivel de incomodidad promedio para cada jornada, tomando es en cada una de ellas las diferentes combinaciones entre días de la semana y partes del cuerpo. Luego de analizar las gráficas, se utiliza el método Duncan para establecer estadísticamente cuáles son las incidencias de cada interacción en el nivel de incomodidad.

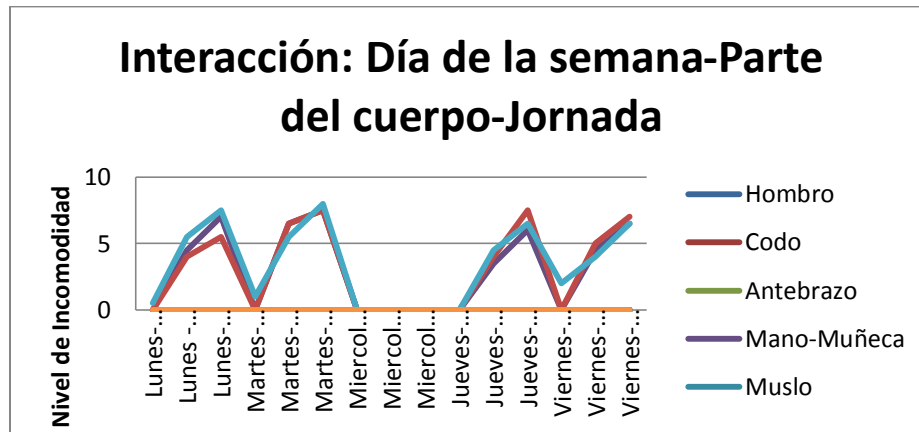


Figura 8 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk): Parte del cuerpo-Días de la semana-Jornada

De acuerdo al gráfico de perfil el inicio de la jornada tiene efecto significativo sobre el nivel de incomodidad en el cargo de revelado los días viernes, martes y lunes, donde la parte del cuerpo afectada es la rodilla (Figura 9).

La interacción del día viernes con la parte del cuerpo rodilla al final de la jornada muestra mayor efecto significativo sobre el nivel de incomodidad en el cargo de revelado en la empresa Mundiempastes. Además, ésta presenta diferencia significativa debido a que se rechaza la hipótesis nula y es la que tiene mayor promedio entre las combinaciones analizadas por medio del método Duncan ($\alpha=0,05$) (Anexo 7).

A mitad y final de la jornada existe efecto significativo sobre el nivel de incomodidad en el cargo de revelado los días: lunes, martes, jueves y viernes, donde las partes del cuerpo que se ven afectadas son: Mano-muñeca, espalda alta y rodilla (Figura 10) (Figura 11).

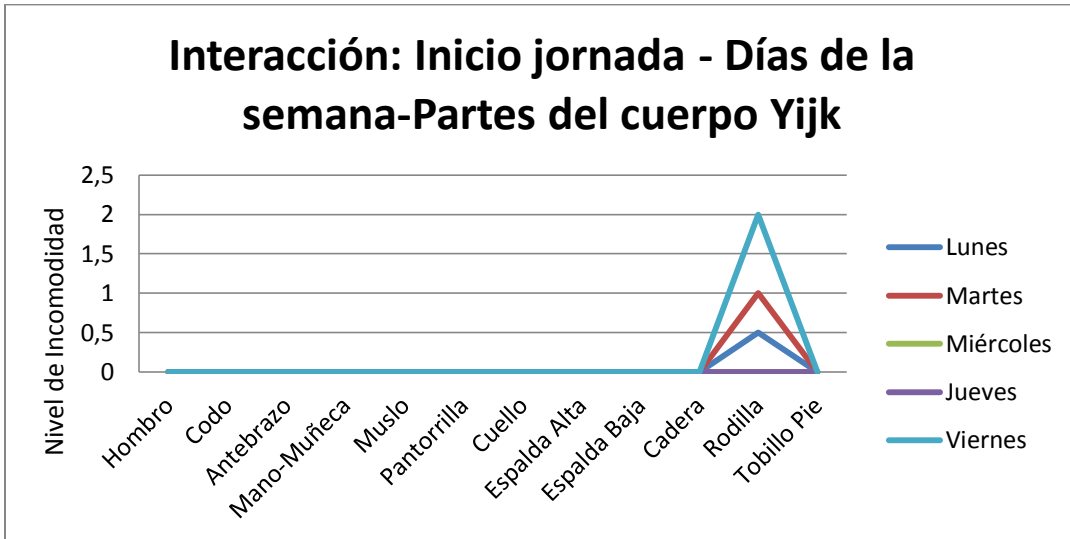


Figura 9 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Inicio

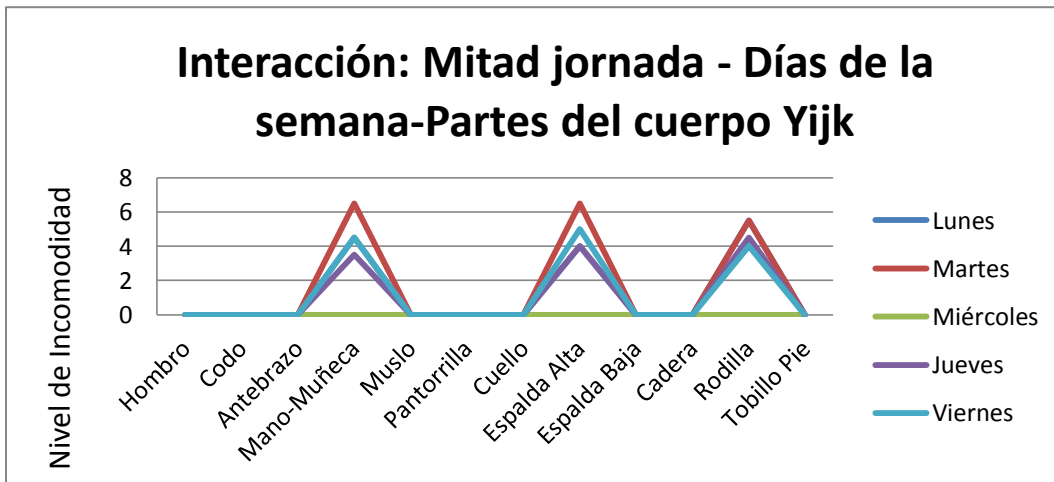


Figura 10 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Mitad

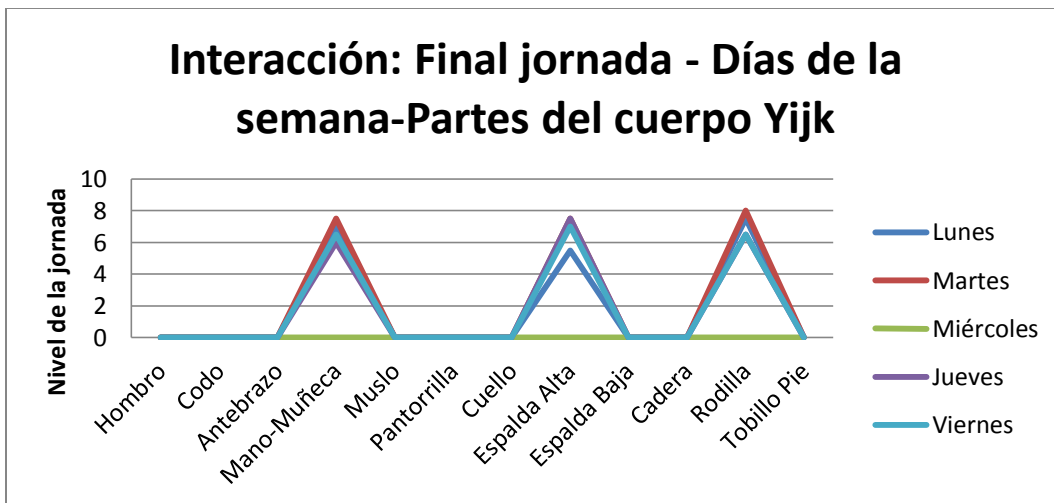


Figura 11 Gráfica de perfil. Interacción (Yijk) con Jornada k=Final

De acuerdo con el método de Duncan, existe mayor efecto significativo el día martes en que se realiza el proceso de revelado sobre la parte del cuerpo espalda alta en la mitad y final de la jornada, dado que además de rechazar la hipótesis nula es el que tiene mayor promedio entre las combinaciones analizadas (Anexo 7).

Adicionalmente, las gráficas de perfil de la interacción triple muestran que el dolor va creciendo conforme transcurren los días de la semana, teniendo el jueves y lunes comportamientos parecidos. Dado que el miércoles no se realiza la labor de revelado, el viernes crece el dolor en las partes mencionadas de manera similar al martes.

En conclusión, de acuerdo a los análisis de las interacciones de los efectos principales realizados anteriormente, utilizando gráficas de perfil y Rango Múltiple de Duncan con una significancia del 5% ($\alpha=0,05$), se observa mayor incomodidad en: Mano-muñeca, espalda alta y rodilla (Figura 12), especialmente en la mitad y final de la jornada, por lo cual se deben tomar medidas para evitar lesiones a largo plazo.

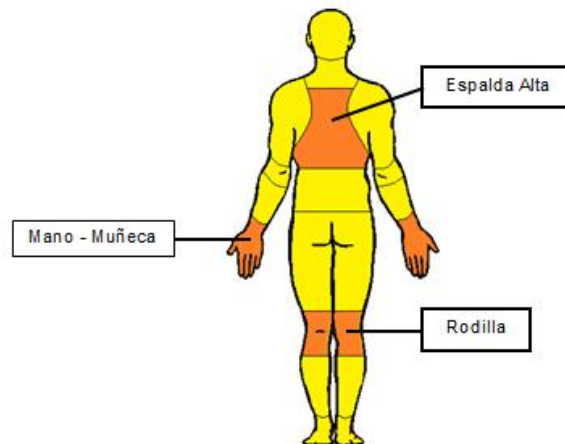


Figura 12 Partes del cuerpo críticas en puesto revelado

4.4 Análisis ergonómico

Se hace uso del método REBA, dado que además de incluir la medición de ángulos de las parte del cuerpo que presentan mayor incomodidad (espalda alta, rodilla, mano – muñeca), también contiene en su puntuación el peso y la forma de levantamiento de cargas que se lleva a cabo durante el proceso de revelado

4.4.1 Grupo A: Puntuación del tronco, cuello y piernas

- Puntuación del tronco

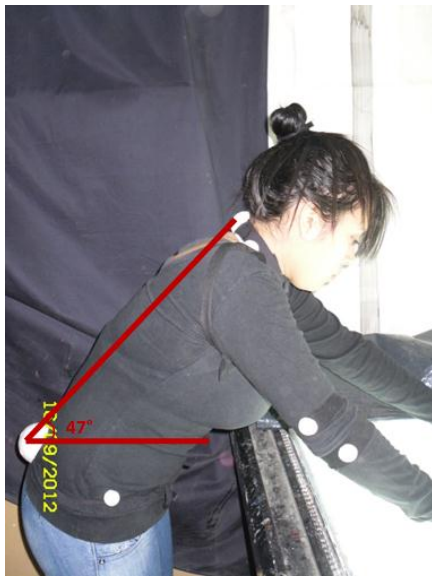


Figura 13 Puntuación tronco

Puntos	Posición
1	El tronco está erguido.
2	El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión
3	El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión.
4	El tronco está flexionado más de 60 grados.

- Puntuación del cuello



Figura 14 Puntuación cuello

Puntos	Posición
1	El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
2	El cuello está flexionado más de 20 grados.

- Puntuación de piernas



Figura 15 Puntuación soporte de piernas

Puntos	Posición
1	Soporte bilateral, andando o sentado.
2	Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Figura 16 Puntuación piernas

Puntos	Posición
1	Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.
2	Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

4.4.2 Grupo B: Brazo antebrazo y muñeca

- Puntuación brazo



Figura 17 Puntuación brazo

Puntos	Posición
1	El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión ó 0 y 20 grados de extensión.
2	El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
3	El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
4	El brazo está flexionado más de 90 grados.

- Puntuación antebrazo



Figura 18 Puntuación antebrazo

Puntos	Posición
1	El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
2	El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

- Puntuación muñeca



Figura 19 Puntuación muñeca

Puntos	Posición
1	La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
2	La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

De acuerdo a las puntuaciones asignadas en cada posición, por cada grupo se hallan puntuaciones globales obteniendo: en el grupo A 6 puntos y en el grupo B 7 puntos. La puntuación del grupo A (Figura 13) (Figura 14) (Figura 15) (Figura 16) aumenta en dos unidades dado que la carga levantada en el puesto de revelado es mayor a 10 Kg y aumenta una unidad adicional debido a que la fuerza se aplica bruscamente, por lo tanto la puntuación en el grupo A resulta ser de 9 puntos. El grupo B (Figura 17) (Figura 18) (Figura 19) aumenta en una unidad, ya que el agarre al momento del levantamiento de cargas con la mano es aceptable pero no ideal, obteniendo un total de 8 puntos.

Teniendo las puntuaciones grupales, se realiza un empalme donde se tiene una puntuación C obteniendo un resultado de 11 puntos.

Para llegar a la puntuación final, el empalme C se ve afectado en dos unidades, dado que en el puesto de revelado se producen movimientos repetitivos más de 4 veces por minuto y además se producen cambios de posturas importantes, llegando a obtener 13 puntos finales, donde es necesario la actuación inmediata para evitar lesiones y disminuir el riesgo al que está expuesto el empleado en su jornada de laboral (Anexo 8)

4.5 Cálculo de Tiempo estándar

El porcentaje de valor observado normal (100%) corresponde a 17 minutos en el puesto de revelado en la empresa Mundiempastes, por ende los tiempos observados (TO) menores a éste, se considera que el colaborador mantiene un ritmo de trabajo rápido. Adicionalmente, el tiempo básico (TB) es aquel que tarda el empleado en efectuar una actividad de trabajo a un ritmo determinado para el desempeño de las diferentes tareas (Tabla 6).

Tabla 6 Porcentaje valoración cargo revelado

Tiempo (min)	% Valoración
$t < 17$	$< 100\%$
$t = 17$	100%
$t > 17$	$> 100\%$

En base a esto, con un tiempo observado igual a 25 min ($TO=25\text{min}$), se utilizará un porcentaje de valoración igual a 147%, dado que el trabajador en el puesto de revelado en la empresa Mundiempastes mantiene un ritmo lento al momento de realizar las tareas.

Teniendo el TO medido (25min) y el porcentaje de valoración establecido (147%), se halla el tiempo base (TB):

$$TB = (25\text{min} * 1.47) = 36,75 \text{ min/unidad} \quad (1)$$

Los suplementos variables del puesto de revelado en la empresa Mundiempastes, se eligen por medio de observación, en relación a los porcentajes de la tabla de suplementos (Anexo 1) y a las características del puesto de revelado en la empresa Mundiempastes, los cual dan un total de 22% (Tabla 7).

Tabla 7 Suplementos variables cargo revelado

Característica	%Suplemento Variable
Estar de pie	2%
Posición molesta	2%
Empleo de fuerza (22,5 kg)	11%
Alumbrado sumamente inadecuado	5%
Tedioso	2%
<i>Total</i>	<i>22%</i>

Haciendo uso del resultado del tiempo base (1), se multiplica con el porcentaje de suplementos variables (22%) el cual está acompañado de un porcentaje de suplementos constantes (9%), que da como resultado:

$$36,75 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} * (0,09 + 0,22) = 11,39 \text{ min/unidad} \quad (2)$$

Los suplementos por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo para prever demoras que no compensa medir exactamente por que aparecen sin frecuencia. Por tanto estos se expresan como un porcentaje del tiempo básico. Siendo el tiempo básico igual a 36,75 min/unidad que representa el 100% de la actividad, entonces 2,5 minutos representa el 8% de contingencias variables. Además de este porcentaje, se agrega en los cálculos el porcentaje de contingencias constantes (7%), realizando el producto de la suma de ambos con el tiempo básico (*TB*).

$$36,75 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} * (0,07 + 0,08) = 5,51 \text{ min/unidad} \quad (3)$$

El tiempo estándar (*TS*) es el tiempo que requiere un trabajador para realizar determinada operación a un ritmo determinado (1), donde se incluye en sus cálculos suplementos variables de tipo ergonómico (2) y por contingencia (3), por ende el tiempo estándar antes de implementación (*TSAI*) resulta de la suma de lo antes mencionado (4):

$$TSAI = 36,75 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} + 11,39 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} + 5,51 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} = 53,65 \text{ min/unidad} \quad (4)$$

Con el cálculo del tiempo estándar en relación a la jornada laboral (8 horas), es posible hallar el volumen de producción que se tiene antes de realizar algún tipo de intervención o mejora en el puesto de revelado (*VPAI*).

$$VPAI = \frac{480min}{53,65 min/unidades} = 8,95 unidades/día (5)$$

Para el cálculo de la productividad (η), es necesario hallar los costos asociados a la hora-hombre (*HH*), a la materia prima (*MP*) y la utilidad que se genera en relación al nivel de producción actual (*VPAI*).

- Costos hora-hombre (*HH*)

El costo de trabajo de una hora hombre es de \$4.926, teniendo en cuenta que la jornada laboral es de 8 horas, el costo de la jornada completa resulta ser de \$39.408

$$HH = \frac{\text{SalarioBase} * \frac{\text{Numero salarios pagados por año}}{12}}{\text{Número total de horas pagadas por mes}}$$

$$HH = \frac{566.700 * 1,53}{22 * 8} = \$4.926 * 8horas = \$39.408 (6)$$

- Costo materia prima

El costo total de materia prima para la realización de un libro es de \$2.100, lo cual para el cargo de revelado el gasto de MP representa el 25% de ese valor (\$525). Teniendo en cuenta que los pedidos se realizan por empresa que solicita el servicio es de 300 libros regularmente, el costo total de materia prima por lote en el cargo de revelado es de \$165.000

$$MP = (\$550 * 300) = \$165.000 (7)$$

- Utilidad

El valor comercial del empaste de un libro es de \$ 9.000, por ende, restando los costos asociados e involucrando el volumen de producción actual (*VPAI*=9), la utilidad que se genera diaria es de \$31.716

$$\text{Utilidad} = (\$9.000 \text{ un libro} - (\$4.926 + \$550)) = \$3.524 * 9 = \$31.716 (8)$$

Por tanto el nivel de productividad (η) asociado es de 0,15.

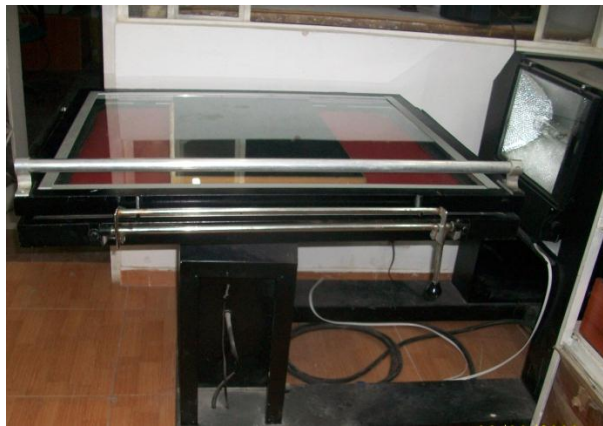
$$\eta = \frac{\textit{Utilidad}}{\textit{Costo HH} + \textit{Costo MP}} = \frac{\$31.716}{\$39.408 + \$165.000} = 0,15 \text{ (9)}$$

Capítulo V: Intervención

Las intervenciones expuestas a continuación, compuesta por un número de posibles mejoras en el puesto de trabajo identificado como el más crítico, tiene como fin la disminución de suplemento variables, lo cual implica minimizar el nivel de incomodidad evitando levantamiento de cargas, posturas adoptadas incorrectamente dado el puesto de trabajo, disminución en tiempo de proceso y aumento en la productividad.

Las soluciones mostradas a la empresa Mundiempastes para una posible intervención son: Cambio de la mesa de revelado, cambio de marcos dado su tamaño, gafas de seguridad Industrial y soportes plásticos para emulsión de marcos. A continuación se presenta cada una de estas posibles mejoras.

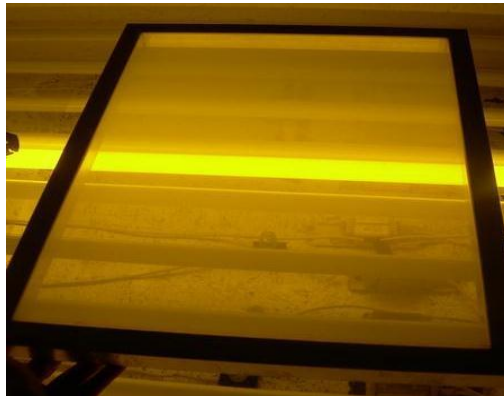
- Mesa de revelado



Mesa Revelado

Característica	Mesa Revelado Antes Implementación	Mesa Revelado Después Implementación**
Luz	Blanca	Blanca
Medida	145 cm x 120 cm	120 cm x 140 cm
Altura:	90cm	110 cm
Luminarias	10 Luminarias	8 Luminarias
Precio	-	\$450.000
Suplementos	22%	7%
Características Adicionales **	Lámina de vidrio superior, lámpara de retoque, succión, disminución de tiempo y gasto de material en el proceso. (Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio)	
Indicadores Financieros	VPN	\$ 4.140.590
	TIR	8,26%
	B/C	2,802

- Marco para revelado



Marco para Revelado

Característica	Marco Antes Implementación	Marco Después Implementación**						
Papel	Serigráfico	Serigráfico						
Medida	35 cm x 40 cm	50 cm x 70 cm						
Marco	Madera	Madera						
Precio	-	\$40.000						
Suplementos	22%	20%						
Características Adicionales **	Mayor área para revelar, permitiendo agilizar procesos de estampado y revelado de títulos y claves.							
Indicadores Financieros	<table border="1"> <tr> <td>VPN</td> <td>\$ 42.798.011</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>20,62%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td>6,91</td> </tr> </table>		VPN	\$ 42.798.011	TIR	20,62%	B/C	6,91
VPN	\$ 42.798.011							
TIR	20,62%							
B/C	6,91							
Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio)								

- Gafas industriales y soporte plástico



Gafas Industriales y Soportes Plásticos

Característica	Marco Antes Implementación	Marco Después Implementación**						
Precio	\$30.000	\$22.000						
Uso	Protección al colaborador de la luz que irradia la mesa de revelado	Soporte para marcos al momento del proceso de emulsión, evitando flexión de muñeca y rodillas.						
Suplementos	Disminuye los suplementos variables de 22% a 13%							
Características Adicionales	Filtro UV, brazo graduable, marco y lente de policarbonato	Plástico						
Indicadores Financieros	<table border="1"> <tr> <td>VPN</td> <td>\$ 42.405.901</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>14,10%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td>4,71</td> </tr> </table>		VPN	\$ 42.405.901	TIR	14,10%	B/C	4,71
VPN	\$ 42.405.901							
TIR	14,10%							
B/C	4,71							
Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio)								

- Mesa adicional



Mesa de Madera

Característica	Mesa							
Precio	\$60.000							
Material	Madera							
Medida	90 cm x 110 cm							
Uso	Mesa para emulsionar marcos para revelar							
Suplementos	22%	13%						
Indicadores Financieros	<table border="1"> <tr> <td>VPN</td> <td>\$ 2.240.590</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>2,10%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td>1,85</td> </tr> </table>		VPN	\$ 2.240.590	TIR	2,10%	B/C	1,85
	VPN	\$ 2.240.590						
	TIR	2,10%						
	B/C	1,85						
Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio)								

No se llevó a cabo esta implementación, debido a que el espacio el cual se necesita cercano a la mesa de revelado es insuficiente para la adecuación de la mesa de madera propuesta.

- División oscura para cuarto de revelado



División Cuarto Revelado

Característica	División							
Precio	\$350.000							
Material	Acrílico oscuro							
Medida	180 cm x 110 cm							
Uso	Evitar el paso de luz durante el proceso de revelado							
Suplementos	22%	18%%						
Indicadores Financieros	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>VPN</td> <td>\$ 11.240.590</td> </tr> <tr> <td>TIR</td> <td>1,10%</td> </tr> <tr> <td>B/C</td> <td>3,8</td> </tr> </tbody> </table>		VPN	\$ 11.240.590	TIR	1,10%	B/C	3,8
VPN	\$ 11.240.590							
TIR	1,10%							
B/C	3,8							
	Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio)							

No se llevó a cabo la implementación, debido que el material de la división permite mayor paso de luz a comparación de las cortinas divisoras actuales. Adicionalmente, Mundiempastes tiene planeado realizar modificaciones de infraestructura del cuarto de revelado a inicios del año 2013

A continuación se enuncian propuestas discutidas con la Señora Martha Lucia Vera Hurtado, con la cual se decidió de forma puntual no llevarlas a cabo (Tabla 8).

Tabla 8 Desistimiento de propuestas

Propuesta	Justificación de Propuesta	¿Por qué no se realizó?
Base de mesa revelado antes de implementación	Aumentar el nivel de la mesa, con el fin de disminuir inclinación del colaborador	El peso de la mesa sugería una base resistente, gruesa y de gran tamaño, quitando espacio a los demás implementos utilizados en el proceso de revelado.
Espátula con borde plástico	Espátula delgada con borde plástico, con el fin de facilitar agarre y emulsionado de marcos	Se adecuaron espátulas metálicas almacenadas en la empresa para llevar a cabo este proceso
Ventilador	Evitar uso de secador para el secado de marcos emulsionados	Ventiladores no tienen la misma potencia de los secadores en la generación de aire. Adicionalmente, la graduación de temperatura del aire es fundamental para la adhesión de la emulsión sobre el marco.

Capítulo VI: Cambios en la producción después de implementación

6.1 Tiempo estándar

Las soluciones adoptadas por la empresa Mundiempastes en primera medida son la mesa de revelados y el cambio de marcos, lo cual permitió una reducción notoria de los suplementos variables, tiempo observado y aumento en el nivel de productividad. Las gafas industriales y los soportes plásticos, son correctivos que se piensan llevar a corto o mediano plazo.

Al tener los marcos para revelado mayor VPN que las nuevas propuestas, se toma esta como la más conveniente alternativa para poner en marcha. La elección de la mesa de revelado, se llevó a cabo basado en las características técnicas de la misma

Dado que el porcentaje de valoración normal observado (100%) corresponde a 17 minutos en el puesto de revelado en la empresa Mundiempastes, por ende los tiempos observados (TO) menores a éste, se considera que el colaborador mantiene un ritmo de trabajo rápido. Adicionalmente, el tiempo básico (TB) es aquel que tarda el empleado en efectuar una actividad de trabajo a un ritmo determinado para el desempeño de las diferentes tareas (Tabla 9

Tabla 6).

Tabla 9 Porcentaje valoración cargo revelado

Tiempo (min)	% Valoración
$t < 17$	$< 100\%$
$t = 17$	100%
$t > 17$	$> 100\%$

En base a esto, con un tiempo observado igual a 14 min ($TO=14\text{min}$) luego de la intervención, se utilizará un porcentaje de valoración igual a 82.6%, dado que el trabajador en el puesto de revelado en la empresa Mundiempastes mantiene un ritmo lento al momento de realizar las tareas.

Teniendo el *TO* (14 min) y el porcentaje de valoración establecido (82.6%), se halla el tiempo base (TB):

$$TB = (14\text{min} * 0,826) = 11,564 \text{ min/unidad} \quad (10)$$

Los suplementos variables del puesto de revelado en la empresa Mundiempastes, se eligen por medio de observación directa, los cuales se relacionan a la tabla de suplementos (Anexo 1) y a las características del puesto de revelado, los cual dan un total de 4% (Tabla 10).

La nueva mesa de revelado permite disminuir la inclinación del colaborador evitando levantamiento de cargas, por lo cual, además de eliminar el empleo de fuerza (0%), se disminuye la posición molesta (0%) durante el proceso de revelado.

El alumbrado inadecuado disminuye (0%), dado que la tapa de la mesa de revelado cubre los 8 tubos fluorescentes, minimizando de esta manera la exposición del empleado a la luz incorporada en la misma.

Tabla 10 Suplementos variables cargo revelado

Característica	%Suplemento Variables
Estar de pie	2%
Posición molesta	0%
Empleo de fuerza (22,5 kg)	0%
Alumbrado sumamente inadecuado	0%
Tedioso	2%
<i>Total</i>	4%

Haciendo uso del resultado del tiempo base (10), se multiplica con el porcentaje de suplementos variables (4%) el cual está acompañado de un porcentaje de suplementos constantes (9%), que da como resultado:

$$TB * (\% \text{ Suplementos}) = 11,564 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} * (0,09 + 0,04) = 1,503 \text{ min/unidad} \quad (11)$$

Los suplementos por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo para prever demoras que no compensa medir exactamente por que aparecen sin frecuencia. Por tanto estos se expresan como un porcentaje del tiempo básico. Siendo el tiempo básico igual a 11.56 min/unidad que representan el 100% de la actividad, el porcentaje de contingencias variables es de 7.56%

$$TB * (\%Contingencias) = 11,564 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} * (0,07 + 0,0756) = 1,683 \text{ min/unidad} \quad (12)$$

El tiempo estándar (TS) es el tiempo que requiere un trabajador para realizar determinada operación a un ritmo determinado (10), donde se incluye en sus cálculos suplementos variables de tipo ergonómico (11) y por contingencia (12), por ende el tiempo estándar después de implementación (*TSDI*) resulta de la suma de lo antes mencionado:

$$TSDI = 11,564 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} + 1,503 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} + 1,683 \frac{\text{min}}{\text{unidad}} = 14,747 \text{ min/unidad} \quad (13)$$

Con el cálculo del tiempo estándar en relación a la jornada laboral (8 horas), es posible hallar el volumen de producción que se tiene antes de realizar algún tipo de mejora en el puesto de revelado.

$$VPDI = \frac{480\text{min}}{14,747 \text{ min/unidades}} = 32,54 \text{ unidades/día} \quad (14)$$

Para el cálculo de la productividad (η), es necesario hallar los costos asociados a la hora-hombre (*HH*), a la materia prima (*MP*) y la utilidad que se genera en relación al nivel de producción actual (*VPDI*). En respuesta a la intervención realizada, hubo disminución de suplementos variables en actividades como empleo de fuerza, posición molesta y alumbrado sumamente inadecuado, obteniendo 4% de suplementos variables totales y variación del tiempo estándar después de la implementación

- Costos hora-hombre (*HH*)

El costo de trabajo de una hora hombre es de \$4.926, teniendo en cuenta que la jornada laboral es de 8 horas, el costo de la jornada completa resulta ser de \$39.408

$$HH = \frac{\text{SalarioBase} * \frac{\text{Numero salarios pagados por año}}{12}}{\text{Número total de horas pagadas por mes}}$$

$$HH = \frac{566.700 * 1,53}{22 * 8} = \$4.926 * 8 \text{ horas} = \$39.408 \text{ (15)}$$

- Costo materia prima

El costo total de materia prima para la realización de un libro es de \$2.100, lo cual para el cargo de revelado el gasto de MP representa el 25% de ese valor (\$525). Teniendo en cuenta que los pedidos se realizan por empresa que solicita el servicio es de 300 libros regularmente, el costo total de materia prima por lote en el cargo de revelado es de \$165.000

$$MP = (\$550 * 300) = \$165.000 \text{ (16)}$$

- Utilidad

El valor comercial del empaste de un libro es de \$ 9.000, por ende, restando los costos asociados e involucrando el volumen de producción actual ($VPDI=33$), la utilidad que se genera diaria es de \$31.716

$$\text{Utilidad} = (\$9.000 \text{ un libro} - (\$4.926 + \$550)) = \$3.524 * 33 = \$116,292 \text{ (17)}$$

Con un volumen de producción de 33 unidades diarias, se obtiene una productividad (η) de 0,56 la cual es tres veces mayor a la productividad resultante antes de la implementación.

$$\eta = \frac{\$31.716}{\$39.408 + \$165.000} = 0,56 \text{ (18)}$$

En respuesta a la intervención realizada, hubo disminución de suplementos variables en actividades como empleo de fuerza, posición molesta y alumbrado sumamente inadecuado, obteniendo el 4% de suplementos variables totales (*Tabla 10*) y variación del tiempo estándar después de la implementación, en la cual disminuye de $TSAI=53.65$ a $TSDI=14.747$ haciendo más eficaz el proceso productivo de la empresa.

Dada la disminución del tiempo observado, la reducción del porcentaje de valoración y los costos constantes, se presencia el aumento del volumen de producción diario y en la

productividad del cargo (Tabla 11), permitiendo al colaborador apoyar otras actividades en la realización de pastas para libros

Tabla 11 Cuadro comparativo basado en resultados de la implementación

CUADRO COMPARATIVO	Antes Implementación	Después Implementación
Tiempo Observado (TO)	25 minutos	14 minutos
Porcentaje Valoración (%Vlr)	147 %	82,6%
Suplementos Variables	22%	4%
Volumen de Producción	9 marcos revelados	32 marcos revelado
Productividad (η)	0,15	0,56

Capítulo VII: Conclusiones

1. Observando el proceso que Mundiempastes lleva a cabo, se encontró que las operaciones realizadas en su mayoría son de tipo manual a lo largo del proceso productivo para la realización de pastas para libros, donde hay presencia de demoras y cuellos de botella, las cuales representan 446 minutos del tiempo total del proceso diario, siendo esto una de las principales oportunidades de mejora identificadas.
2. Se clasifican como cuellos de botella actividades pertenecientes al cargo de revelado las cuales son: emulsionado y revelado de marcos, dado a que se obtiene únicamente 50% de los marcos aptos para ser utilizados en el proceso de estampado generando mayor demora, esfuerzo y gasto de material en el proceso de encuadernación.
3. Se realiza levantamiento de información por medio de una encuesta a la Sra. Martha Vera en relación al histórico de molestias que se han presentado hasta la fecha en los diferentes puestos de trabajo dada la falta de información condensada de esta índole, lo cual permitió identificar el puesto de revelado como el de mayor incidencia en relación a la presencia de lesiones.
4. En el cargo de revelado hay presencia de deslumbramiento dada la distancia entre los tubos fluorescentes de la mesa de revelado y la línea de visión horizontal con los mismos. Adicionalmente el nivel de iluminación de 2002 lux medido en el puesto de trabajo sobrepasa el nivel ideal para desarrollar trabajos con piezas de tamaño mediano, montajes, inspecciones, pintura, cocido, etc., el cual debe estar entre 300 y 700 lux.
5. El levantamiento de información por medio del cuestionario Nórdico y análisis de varianzas con 5% de significancia, permite probar que los factores: días de la semana (A), partes del cuerpo (B), jornada (C) y sus correspondientes interacciones, tienen efecto significativo sobre el nivel de incomodidad presente en el cargo de revelado.

6. Utilizando Método Duncan y gráficos de perfil, se identifica que la rodilla presenta nivel promedio de incomodidad en el puesto de revelado entre 0 y 2 al inicio de la jornada, el cual va incrementando a medida que transcurre la misma, donde los días miércoles y jueves no hay presencia de este evento.
7. Durante la semana laboral las partes del cuerpo: espalda alta y mano - muñeca, muestran incomodidad en el puesto de revelado desde la mitad de jornada, a excepción del día miércoles, en el cual no se realizan las actividades propias del cargo.
8. Se identificó nivel de riesgo alto en la ejecución de los procesos que se llevan a cabo en el puesto de revelado por medio del método REBA, lo cual es generado por la adopción errónea de posturas y por situaciones implícitas al proceso como es la realización no ideal del agarre, movimientos repetitivos y cambios de postura importantes, que requieren de manera inmediata intervención.
9. La viabilidad de las propuestas de mejora expuestas a Mundiempastes se da en relación a indicadores financieros, donde el resultado positivo del Valor Presente Neto y la relación Costo – Beneficio mayor a 1, dan prueba de ello.
10. Al tener los marcos para revelado mayor VPN que las otras propuestas, se toma esta como la más conveniente alternativa para poner en marcha. La elección de la mesa de revelado, se llevó a cabo basado en las características técnicas de la misma
11. En respuesta a la intervención realizada, hubo disminución de suplementos variables en actividades como empleo de fuerza, posición molesta y alumbrado sumamente inadecuado, obteniendo el 4% de suplementos variables totales y variación del tiempo estándar después de la implementación, en la cual disminuye de T_{SAI}=53.65 a T_{SDI}=14.747 haciendo más eficaz el proceso productivo de la empresa.
12. Dada la disminución del tiempo observado, la reducción del porcentaje de valoración y los costos constantes, se presencia el aumento del volumen de producción diario y en la productividad del cargo, permitiendo al colaborador apoyar otras actividades en la realización de pastas para libros.

Capítulo VIII: Recomendaciones

Dado la identificación de oportunidades de mejora en el puesto de revelado en la empresa de Mundiempastes, se listan recomendaciones las cuales se deben llevar a cabo para alcanzar mejores niveles de productividad.

1. Se recomienda realizar mediciones de estrés térmico en el puesto de trabajo con el fin de identificar si fuertes cambios de temperatura, generación de humedad o ventilación existente, afectan el desempeño del colaborador durante su jornada laboral.
2. Se recomiendan realizar análisis de varianzas, enfocando el estudio en los tres niveles más críticos (espalda alta, rodilla, mano-muñeca) del factor principal Parte del cuerpo, con el fin de evaluar el impacto significativo que tuvieron las intervenciones realizadas sobre el nivel de incomodidad en el trabajador.
3. Con el fin de aumentar la productividad en Mundiempastes, se debe llevar a cabo un estudio ergonómico y estadístico en los puestos de trabajo restantes, con el fin de identificar oportunidades de mejora y realizar intervenciones que permitan incrementar la eficiencia y eficacia del proceso.
4. Completar la intervención ergonómica con la implementación de gafas industriales y bloques plásticos en la zona de revelado, para de esta manera minimizar el porcentaje de suplementos variables, el tiempo observado y mejorar el nivel de productividad.
5. Hacer mediciones en el cargo de revelado, al instante en que el uso de la maquina esté completamente dominada, con el fin de identificar ahorro de material y tiempo de producción, el cual tiene ligado de forma acertada los porcentajes variables

correspondientes al cálculo de tiempo estándar y los costos al volumen de la producción

6. Hacer uso de implementos de seguridad industrial, como son tapabocas, gafas industriales, guantes y bata durante el proceso de encuadernación en Mundiempastes.
7. Crear un programa de salud ocupacional. Dado que Mundiempastes tiene menos de 10 trabajadores, según la resolución 02013 de 1986 Artículo 3 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, se deberá actuar en coordinación con los trabajadores para desarrollar bajo la responsabilidad del empleador el programa de salud ocupacional de la empresa [ALCALDÍA DE BOGOTÁ, 1986].
11. Se debe afiliar a los colaboradores a una entidad Administradora de Riesgos Profesionales (ARP), dado que en caso de una enfermedad o accidente profesional tiene mayores beneficios la atención y el pago que hacen las ARP que las EPS.
12. Llevar a cabo un Sistema de Vigilancia Epidemiológica con el fin de identificar: indicadores y efecto de contaminación en los colaboradores, hábitos, condiciones, uso de protección y demás aspectos relacionados a la exposición ocupacional.
13. Evitar el paso de niños a zonas donde hay uso de químicos nocivos, ya que exposiciones prolongadas pueden ocasionar alteraciones en el sistema nervioso, en los órganos hematopoyéticos, irritación crónica en ojos y nariz, sequedad y agrietamiento de la piel [NEW JERSEY, 2000].

ANEXOS

Anexo 1 Suplementos Variables

TABLA DE SUPLEMENTOS PARA EL CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR		
TIPO	CARACTERÍSTICAS	%
Tolerancias Constantes	Personal	5%
	Básica por fatiga	4%
Tolerancias Variables	Por estar de pie	2%
	Posición ligeramente molesta	0%
	Posición molesta (cuerpo encorvado)	2%
	Posición muy molesta (acostado, extendido)	7%
	Empleo de fuerza o vigor muscular (levantar, tirar, empujar)	
	2,5 Kg	0%
	5 Kg	1%
	7,5 Kg	2%
	10 Kg	3%
	12,5 Kg	4%
	15 Kg	5%
	17,5 Kg	7%
	20 Kg	9%
	22,5 Kg	11%
	25 Kg	13%
30 Kg	17%	
35 Kg	22%	
Alumbrado Deficiente	Alumbrado ligeramente inferior a lo recomendado	0%
	Alumbrado muy inferior a lo recomendado	2%
	Alumbrado sumamente inadecuado	5%
Condiciones Atmosféricas	Calor y humedad variables	0-10
Atención estricta	Trabajo moderado fino	0%
	Trabajo fino o de gran cuidado	2%
	Trabajo muy fino o muy exacto	5%
Nivel de Ruido	Continuo	0%
	Intermitente - fuerte	2%
	Intermitente - muy fuerte	5%
	De alto volumen - fuerte	5%
Esfuerzo Mental	Proceso moderadamente complicado	1%
	Proceso complicado o que requiere amplia atención	4%
	Muy complicado	8%
Monotonía	Escasa	0%
	Moderada	1%
	Excesiva	4%
Tedio	Algo tedioso	0%
	Tedioso	2%
	Muy tedioso	5%

Tabla de suplementos variables [Modificado de [ALFARO, 1999]]

Anexo 2 Encuesta diagnóstico

Nombre: Martha Vera Hurtado
Fecha: Septiembre 21 de 2012

Objetivo: Identificar molestias físicas presentes en el personal que labora en Mundiempastes en sus diferentes área, dado que no se tiene información histórica de lesiones o molestias ocasionadas.

4) Cuáles son los puestos de trabajo donde las enfermedades, accidentes y molestias son más recurrentes?

En Mundiempastes hay 4 cargos, los cuales son: Digitado, Estampado, biblioteca y archivo.

El cargo estampado, es el que durante mis 20 años de experiencia ha ocasionado mayores molestias y enfermedades en las personas que hemos realizado las actividades relacionadas con el cargo

Adiciono que en todos los puestos hay molestia asociado al cansancio de la jornada, pero no enfermedades ni lesiones.

5) En relación a los puestos de trabajo mencionados anteriormente, cuáles son las tareas donde las enfermedades, accidentes y molestias son más recurrentes?

Estas actividades las divido en dos grupos, un antes y un después, dado que en el afán de detener las enfermedades presentes, decidí hacer un cambio drástico en el cargo de estampado:

En el primer grupo actividades como:

- Fuerza sobre el brazo de la estampadora térmica
- Levantamiento de letras calientes que caen en la plancha de la estampadora térmica, dado que era indispensable usar letras de plomo que acaban de ser retiradas de la máquina.
- Posición sedente durante toda la jornada

Dado que estas actividades ocasionaron problemas físicos y el tiempo de proceso era muy largo, se cambió el proceso de estampado el cual incluye dos grandes procesos, marcado y revelado donde hay molestias en actividades como:

- Emulsionado de marco para ser revelado
- Expuesto a luz de revelado
- Inclinación para preparación de marco
- Levantamiento de pesas para el proceso de revelado
- Químicos que se usan en marcación

6) Con qué frecuencia se realizan o realizaban estas actividades?

ACTIVIDAD	FRECUENCIA
Fuerza sobre el brazo de la estampadora térmica	300 Veces al día c/u=9 s
Levantamiento de letras calientes	300 Veces al día c/u=1.26 min
Posición sedente durante toda la jornada	7h diarias
Emulsionado de marco para ser revelado	90 Veces al día c/u=4.36 min
Expuesto a luz de revelado	9 Veces al día c/u=12.13 min
Inclinación para preparación de marco	9 veces al día c/u= 11 min
Levantamiento de pesas para el proceso de revelado	36 Veces día c/u=1.13 min
Químicos que se usan en marcación	4h diarias

Anexo 3 Cuestionario Nórdico

- Inicio Jornada
- Mitad Jornada
- Final Jornada

Hombros
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Codo
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Antebrazo
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Mano-Muñeca
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Muslo
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Pantorrilla
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Cuello
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho

Espalda alta
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho

Espalda baja
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho

Cadera
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho

Rodilla
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

OTRO: _____
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Tobillo-Pie
 ¿Siente molestia o incomodidad?
 Nada ————— Mucho
 Izquierdo Derecho Ambos

Cuestionario nórdico. [MODIFICADO DE [CENTRO DE ERGONOMÍA PUJ – 2012]

Anexo 4 Datos iniciales. Análisis de varianza

Levantamiento datos		Cuestionario nórdico - Cargo: Revelado					
FACTORES		Inicio		Mitad		Final	
Lunes	Hombro	0	0	0	0	0	0
	Codo	0	0	0	0	0	0
	Antebrazo	0	0	0	0	0	0
	Mano-Muñeca	0	0	4	5	7	7
	Muslo	0	0	0	0	0	0
	Pantorrilla	0	0	0	0	0	0
	Cuello	0	0	0	0	0	0
	Espalda Alta	0	0	4	4	5	6
	Espalda Baja	0	0	0	0	0	0
	Cadera	0	0	0	0	0	0
	Rodilla	0	1	5	6	8	7
	Tobillo Pie	0	0	0	0	0	0
Martes	Hombro	0	0	0	0	0	0
	Codo	0	0	0	0	0	0
	Antebrazo	0	0	0	0	0	0
	Mano-Muñeca	0	0	7	6	8	7
	Muslo	0	0	0	0	0	0
	Pantorrilla	0	0	0	0	0	0
	Cuello	0	0	0	0	0	0
	Espalda Alta	0	0	6	7	7	8
	Espalda Baja	0	0	0	0	0	0
	Cadera	0	0	0	0	0	0
	Rodilla	1	1	6	5	8	8
	Tobillo Pie	0	0	0	0	0	0
Miércoles	Hombro	0	0	0	0	0	0
	Codo	0	0	0	0	0	0
	Antebrazo	0	0	0	0	0	0
	Mano-Muñeca	0	0	0	0	0	0
	Muslo	0	0	0	0	0	0
	Pantorrilla	0	0	0	0	0	0
	Cuello	0	0	0	0	0	0
	Espalda Alta	0	0	0	0	0	0
	Espalda Baja	0	0	0	0	0	0
	Cadera	0	0	0	0	0	0
	Rodilla	0	0	0	0	0	0
	Tobillo Pie	0	0	0	0	0	0

Jueves	Hombro	0	0	0	0	0	0
	Codo	0	0	0	0	0	0
	Antebrazo	0	0	0	0	0	0
	Mano-Muñeca	0	0	4	3	7	5
	Muslo	0	0	0	0	0	0
	Pantorrilla	0	0	0	0	0	0
	Cuello	0	0	0	0	0	0
	Espalda Alta	0	0	3	5	8	7
	Espalda Baja	0	0	0	0	0	0
	Cadera	0	0	0	0	0	0
	Rodilla	0	0	5	4	7	6
	Tobillo Pie	0	0	0	0	0	0
Viernes	Hombro	0	0	0	0	0	0
	Codo	0	0	0	0	0	0
	Antebrazo	0	0	0	0	0	0
	Mano-Muñeca	0	0	4	5	6	7
	Muslo	0	0	0	0	0	0
	Pantorrilla	0	0	0	0	0	0
	Cuello	0	0	0	0	0	0
	Espalda Alta	0	0	4	6	7	7
	Espalda Baja	0	0	0	0	0	0
	Cadera	0	0	0	0	0	0
	Rodilla	2	2	3	5	8	5
	Tobillo Pie	0	0	0	0	0	0

DATOS INICIALES [Julio 2012]

Anexo 5 Duncan Yij

DUNCAN CALCULADO Yij																							
Yij	Y barra ij	P=2	D Ho	P=3	D Ho	P=4	D Ho	P=5	D Ho	P=6	D Ho	P=7	D Ho	P=8	D Ho	P=9	D Ho	P=10	D Ho	P=11	D Ho	P=12	D Ho
Jueves - Muñeca	3,167																						
Lunes - EA	3,167	0	NRHO																				
Viernes - Muñeca	3,667	0,5	RHO	0,5	RHO																		
Jueves - Rodilla	3,667	0	NRHO	0,5	RHO	0,5	RHO																
Lunes - Muñeca	3,833	0,167	NRHO	0,1667	NRHO	0,667	RHO	0,667	RHO														
Jueves- EA	3,833	0	NRHO	0,1667	NRHO	0,167	NRHO	0,667	RHO	0,667	RHO												
Viernes - EA	4	0,167	NRHO	0,1667	NRHO	0,333	NRHO	0,333	NRHO	0,833	RHO	0,833	RHO										
Viernes - Rodilla	4,167	0,167	NRHO	0,3333	NRHO	0,333	NRHO	0,5	RHO	0,5	RHO	1	RHO	1	RHO								
Lunes - Rodilla	4,5	0,333	NRHO	0,5	RHO	0,667	RHO	0,667	RHO	0,833	RHO	0,833	RHO	1,333	RHO	1,333	RHO						
Martes-Muñeca	4,667	0,167	NRHO	0,5	RHO	0,667	RHO	0,833	RHO	0,833	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO				
Martes - EA	4,667	0	NRHO	0,167	NRHO	0,5	RHO	0,667	RHO	0,833	RHO	0,833	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO		
Martes-Rodila	4,833	0,167	NRHO	0,167	NRHO	0,333	NRHO	0,667	RHO	0,833	RHO	1	RHO	1	RHO	1,167	RHO	1,167	RHO	1,667	RHO	1,667	RHO

DUNCAN TEÓRICO		
P	Tabla	Duncan
2	2,77	0,382
3	2,92	0,402
4	3,02	0,416
5	3,09	0,426
6	3,15	0,434
7	3,19	0,440
8	3,23	0,445
9	3,26	0,449
10	3,29	0,453
11	3,32	0,457
12	3,36	0,463
Nivel de significancia		0,05
Grados de libertad		180
CME		0,1139

Anexo 6 Duncan Yjk

DUNCAN CALCULADO Yjk													
Yjk	Y barra ij	P=2	D H0	P=3	D H0	P=4	D H0	P=5	D H0	P=6	D H0	P=7	D H0
Rodilla Inicio	0,7												
Muñeca - Mitad	3,8	3,1	RHO										
Espalda Alta - Mitad	3,9	0,1	NRHO	3,2	RHO								
Rodilla Mitad	3,9	0	NRHO	0,1	NRHO	3,2	RHO						
Muñeca-Final	5,4	1,5	RHO	1,5	RHO	1,6	RHO	4,7	RHO				
Espalda Alta- Final	5,5	0,1	NRHO	1,6	RHO	1,6	RHO	1,7	RHO	4,8	RHO		
Rodilla - Final	5,7	0,2	NRHO	0,3	NRHO	1,8	RHO	1,8	RHO	1,9	RHO	5	RHO

DUNCAN TEÓRICO		
P	Tabla	Duncan
2	2,77	0,296
3	2,92	0,312
4	3,02	0,322
5	3,09	0,330
6	3,15	0,336
7	3,19	0,340
Nivel de significancia		0,050
Grados de libertad		180
CME		0,1139

Anexo 7 Duncan Yijk

DUNCAN CALCULADO Yij Inicio					
Yij Inicio	Y barra ijk	P=2	D HO	P=3	D HO
Lunes-Rodilla	0,5				
Martes-Rodilla	1	0,5	NRHO		
Viernes -Rodilla	2	1	RHO	1,5	RHO

DUNCAN CALCULADO Yij Mitad																							
Yij Mitad	Y barra ijk	P=2	D Ho	P=3	D Ho	P=4	D Ho	P=5	D Ho	P=6	D Ho	P=7	D Ho	P=8	D Ho	P=9	D Ho	P=10	D Ho	P=11	D Ho	P=12	D Ho
Jueves - Muñeca	3,5																						
Lunes - EA	4	0,5	NRHO																				
Jueves - EA	4	0	NRHO	0,5	NRHO																		
Viernes-Rodilla	4	0	NRHO	0	NRHO	0,5	NRHO																
Lunes - Muñeca	4,5	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO														
Viernes-Muñeca	4,5	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO												
Jueves - Rodilla	4,5	0	NRHO	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO										
Viernes-EA	5	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO								
Lunes - Rodilla	5,5	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	2	RHO						
Martes - Rodilla	5,5	0	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	2	RHO				
Martes - Muñeca	6,5	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO	2	RHO	2	RHO	2,5	RHO	2,5	RHO	2,5	RHO	3	RHO		
Martes - EA	6,5	0	NRHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO	2	RHO	2	RHO	2,5	RHO	2,5	RHO	2,5	RHO	3	RHO

DUNCAN TEÓRICO		
P	Tabla	Duncan
2	2,77	0,661
3	2,92	0,697
4	3,02	0,721
5	3,09	0,737
6	3,15	0,752
7	3,19	0,761
8	3,23	0,771
9	3,26	0,778
10	3,29	0,785
11	3,32	0,792
12	3,36	0,802
Nivel de significancia		0,050
Grados de libertad		180
CME		0,1139

DUNCAN CALCULADO Yij Final																							
Yij Final	Y barra ijk	P=2	D Ho	P=3	D Ho	P=4	D Ho	P=5	D Ho	P=6	D Ho	P=7	D Ho	P=8	D Ho	P=9	D Ho	P=10	D Ho	P=11	D Ho	P=12	D Ho
Lunes - EA	5,5																						
Jueves-Muñeca	6	0,5	NRHO																				
Viernes-Muñeca	6,5	0,5	NRHO	1	RHO																		
Jueves - Rodilla	6,5	0	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO																
Viernes - Rodilla	6,5	0	NRHO	0	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO														
Lunes-Muñeca	7	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1,5	RHO												
Viernes - EA	7	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1,5	RHO										
Martes-Muñeca	7,5	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO								
Martes - EA	7,5	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO						
Jueves - EA	7,5	0	NRHO	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO				
Lunes - Rodilla	7,5	0	NRHO	0	NRHO	0	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	2	RHO		
Martes - Rodilla	8	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	0,5	NRHO	1	RHO	1	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	1,5	RHO	2	RHO	2,5	RHO

Anexo 8 Puntuación análisis ergonómico REBA

- Puntuaciones globales

TABLA PUNTUACIÓN GLOBAL GRUPO A												
Tronco	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

TABLA PUNTUACIÓN GLOBAL GRUPO B						
Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

- Puntuación de la carga

Puntos	Posición
0	La carga o es menor de 5 kg.
1	La carga está entre 5 y 10 Kgs.
2	La carga es mayor de 10 Kgs.

Puntos	Posición
1	La fuerza se aplica bruscamente.

- Puntuación tipo de agarre

Puntos	Posición
0	Agarre Bueno: El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio
1	Agarre Regular: El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo.
2	Agarre Malo: El agarre es posible pero no aceptable.
3	Agarre Inaceptable: El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.

- Puntuación empalmada

Puntuación empalmada: TABLA C												
Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

- Puntuación final

Puntos	Actividad
1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.
1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Anexo 9 Cálculo VPN y Costo-Beneficio

- Mesa revelado

Mesa Revelado	Mesa Antigua	Mesa Nueva
Valor de Venta Hoy 2012	\$ 120.000,00	
Costo de Operación(anual)	\$ (9.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)
Ingresos (anual)	\$ 21.000.000,00	\$ 23.000.000,00
Valor de Venta Hoy 2016	\$ 100.000,00	\$ 500.000,00
Valor Compra Máquina Antigua	\$ 500.000,00	
Valor Compra Máquina nueva en el 2012		\$ 1.500.000,00
Vida Útil de la máquina	7	7
Vida contable	10	10
Impuestos	33%	33%
WACC Calculado	7,5%	7,5%

Venta en el 2012 (Mesa Antigua)			Venta en el 2016 (Mesa Nueva)		
+ Valor de mercado	\$ 120.000,00		+ Valor de me	\$ 500.000,00	
- Valor en libros	\$ 350.000,00		- Valor en libr	\$ (900.000,00)	
= Utilidad	\$ (230.000,00)		= Utilidad	\$ (400.000,00)	
- Impuestos	\$ (75.900,00)		- Impuestos	\$ (132.000,00)	
= Utilidad desp Imp	\$ (154.100,00)		= Utilidad des	\$ (268.000,00)	
+ Valor en libros	\$ 350.000,00		+ Valor en libr	\$ 900.000,00	
= Terminal	\$ 195.900,00		= Terminal	\$ 632.000,00	

Mesa Revelado	31 Agosto de 2012	31 Septiembre de 2012	31 Octubre de 2012	31 Noviembre de 2012	31 Diciembre de 2012
	0	1	2	3	4
Ingresos		\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00
Egresos		\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)
Depreciaciones		\$ (150.000,00)	\$ (150.000,00)	\$ (150.000,00)	\$ (150.000,00)
Utilidad antes de Impuestos		\$ 15.850.000,00	\$ 15.850.000,00	\$ 15.850.000,00	\$ 15.850.000,00
Impuesto		\$ (5.230.500,00)	\$ (5.230.500,00)	\$ (5.230.500,00)	\$ (5.230.500,00)
Resultado despues de impuesto		\$ 10.619.500,00	\$ 10.619.500,00	\$ 10.619.500,00	\$ 10.619.500,00
Depreciaciones		\$ 150.000,00	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00
Valor terminal	\$ 195.900,00				\$ 632.000,00
Inversion	\$ (1.500.000,00)				
Flujo de Caja	\$ (1.304.100,00)	\$ 10.769.500,00	\$ 10.769.500,00	\$ 10.769.500,00	\$ 11.401.500,00

INDICADORES	
VPN	\$ 4.140.590
TIR	8,26%
B/C	2,802

- **Marco de revelado**

Marcos	Marco Antiguo	Marco Nuevo
Valor de Venta hoy 2012 x 7 marcos	\$ 175.000,00	
Costo de operac (anual)	\$ (9.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)
Ingresos (anual)	\$ 21.000.000,00	\$ 23.000.000,00
Valor de Venta hoy 2016	\$ 125.000,00	\$ 224.000,00
Valor Compra Marcos Antiguos x 7	\$ 280.000,00	
Los marcos nuevos compra en el 2012 x 6		\$ 240.000,00
Vida Útil de los Marcos	3	3
Vida contable	6	6
Impuestos	33%	33%
WACC Calculado	7,5%	7,5%

Venta en el 2012 (Mesa Antigua)		Venta en el 2016 (Mesa Nueva)	
+ Valor de mercado	\$ 175.000,00	+ Valor de mercado	\$ 224.000,00
- Valor en libros	\$ 140.000,00	- Valor en libros	\$ (80.000,00)
= Utilidad	\$ 35.000,00	= Utilidad	\$ 144.000,00
- Impuestos	\$ 11.550,00	- Impuestos	\$ 47.520,00
= Utilidad desp Imp	\$ 23.450,00	= Utilidad desp Imp	\$ 96.480,00
+ Valor en libros	\$ 140.000,00	+ Valor en libros	\$ 80.000,00
= Terminal	\$ 163.450,00	= Terminal	\$ 176.480,00

Marcos	31 Agosto de 2012	31 Septiembre de 2012	31 Octubre de 2012	31 Noviembre de 2012	31 Diciembre de 2012
	0	1	2	3	4
Ingresos		\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00
Egresos		\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)
Depreciaciones		\$ (40.000,00)	\$ (40.000,00)	\$ (40.000,00)	\$ (40.000,00)
Utilidad antes de Impuestos		\$ 15.960.000,00	\$ 15.960.000,00	\$ 15.960.000,00	\$ 15.960.000,00
Impuesto		\$ (5.266.800,00)	\$ (5.266.800,00)	\$ (5.266.800,00)	\$ (5.266.800,00)
Resultado despues de impuesto		\$ 10.693.200,00	\$ 10.693.200,00	\$ 10.693.200,00	\$ 10.693.200,00
Depreciaciones		\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00
Valor terminal	\$ 163.450,00				\$ 176.480,00
Inversion	\$ (240.000,00)				
Flujo de Caja	\$ (76.550,00)	\$ 10.733.200,00	\$ 10.733.200,00	\$ 10.733.200,00	\$ 10.733.200,00

INDICADORES	
VPN	\$ 4.279.801
TIR	20,62%
B/C	6,91

- **Gafas industriales y Soporte plástico**

Gafas Industriales y Soporte Plástico	Gafas + Soporte
Valor de Venta Hoy 2012	
Costo de operacional (anual)	\$ (7.000.000,00)
Ingresos (anual)	\$ 23.000.000,00
Valor de Venta hoy 2016	\$ 15.000,00
Valor Compra Objeto Antiguo	
Los marcos nuevos compra en el 2012 x	\$ 52.000,00
Vida Útil	3
Vida contable	6
Impuestos	33%
WACC Calculado	7,5%

Gafas Industriales y Soporte Plástico	31 Agosto de 2012	31 Septiembre de 2012	31 Octubre de 2012	31 Noviembre de 2012	31 Diciembre de 2012
	0	1	2	3	4
Ingresos		\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00	\$ 23.000.000,00
Egresos		\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)	\$ (7.000.000,00)
Depreciaciones		\$ (8.666,67)	\$ (8.666,67)	\$ (8.666,67)	\$ (8.666,67)
Utilidad antes de Impuestos		\$ 15.991.333,33	\$ 15.991.333,33	\$ 15.991.333,33	\$ 15.991.333,33
Impuesto		\$ (5.277.140,00)	\$ (5.277.140,00)	\$ (5.277.140,00)	\$ (5.277.140,00)
Resultado despues de impuesto		\$ 10.714.193,33	\$ 10.714.193,33	\$ 10.714.193,33	\$ 10.714.193,33
Gastos no desembolsables					
Depreciaciones		\$ 8.666,67	\$ 8.666,67	\$ 8.666,67	\$ 8.666,67
Valor terminal	\$ 1,00				\$ (41.430,00)
Inversion	\$ (52.000,00)				
Flujo de Caja	\$ (51.999,00)	\$ 10.722.860,00	\$ 10.722.860,00	\$ 10.722.860,00	\$ 10.681.430,00

Venta en el 2016 (Gafas y Soporte)		
+ Valor de me	\$	15.000,00
- Valor en libr	\$	156.000,00
= Utilidad	\$	171.000,00
- Impuestos	\$	56.430,00
= Utilidad des	\$	114.570,00
+ Valor en libr	\$	(156.000,00)
= Terminal	\$	(41.430,00)

INDICADORES	
VPN	\$ 42.405.901
TIR	14,10%
B/C	4,71

- **Mesa de madera**

MESA REVELADO	Mesa Madera
Valor de Venta hoy 2012	\$ 60.000,00
Costo de operac (anual)	\$ 70.000,00
Ingresos (anual)	\$ 23.000,00
Mesa antigua se compró en 2011	\$ -
Mesa nueva la compro en el 2012	\$ 60.000,00
Vida util de las mesa	10
Vida contable	8
Impuestos	33%
WACC	7,5%

MESA REVELADO	01-ago-12	2013	2014	2015	2016
	0	1	2	3	4
Ingresos		\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00
Egresos		\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)
Depreciaciones		\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)
Utilidad antes de Impuestos		\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00
Impuesto		\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)
Resultado después de impuestos		\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00
Depreciaciones		\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Valor terminal	\$ 40.200,00				\$ 275.250,00
Inversion	\$ (450.000,00)				
Flujo de Caja	-409800,00	\$ 5.977.850,00	\$ 5.977.850,00	\$ 5.977.850,00	\$ 6.253.100,00
VPN	\$ 23.776.850,00				

INDICADORES	
VPN	\$ 2.240.590
TIR	2,10%
B/C	1,85

- **División cuarto revelado**

DIVISIÓN CUARTO REVELADO	División
Valor de Venta hoy 2012	\$ 350.000
Costo de operac (anual)	\$ 70.000,00
Ingresos (anual)	\$ 23.000,00
Valor de Venta hoy 2016	\$ 350.000,00
División compró en 2011	\$ -
Mesa nueva la compro en el 2012	\$ 350.000,00
Vida util de las mesa	10
Vida contable	8
Impuestos	33%
WACC	7,5%

MESA REVELADO	01-ago-12	2013	2014	2015	2016
	0	1	2	3	4
Ingresos		\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00	\$ 9.000.000,00
Egresos		\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)	\$ (100.000,00)
Depreciaciones		\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)	\$ (45.000,00)
Utilidad antes de Impuestos		\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00	\$ 8.855.000,00
Impuesto		\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)	\$ (2.922.150,00)
Resultado después de impuestos		\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00	\$ 5.932.850,00
Depreciaciones		\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Valor terminal	\$ 234.500,00				\$ 275.250,00
Inversion	\$ (450.000,00)				
Flujo de Caja	-215500,00	\$ 5.977.850,00	\$ 5.977.850,00	\$ 5.977.850,00	\$ 6.253.100,00
VPN	\$ 23.971.150,00				

INDICADORES	
VPN	\$ 11.240.590
TIR	1,10%
B/C	3,8

Referencias

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Resolución 02013 [Online], 1986 [Citado 14 Octubre de 2012]. Disponible en web: <http://www.alcaldiabogota.gov.co>

ALFARO, Fernando y ALFARO, Mónica. Diagnóstico de productividad por multimomentos. España. Encuadernaciones reunidas S.A. P. 89.

BERASTAIN, Luis. Aprender a innovar en una pyme. España. Ediciones Paidós Ibérica, S.A., 2009. P.58.

CASTILLO, Juan, et al. Análisis ergonómico y las lesiones de espalda de producción flexible. Universidad del Rosario [Online], Septiembre-diciembre 2007, Vol. 5, no 3 [Citado 28 Enero 2012]. Disponible en web: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/562/56250305.pdf>.

DÍAZ, Abel. Diseño estadístico de experimentos. Universidad de Antioquia. 2a edición. Medellín. 2009.

FASECOLDA, Federación de aseguradores colombianos: [Citado 28 Enero 2012]. Disponible en web: < <http://www.fasecolda.com/>>.

G.C David. Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work – related musculoskeletal disorders. Universidad de Oxford [Online], 2005. [Citado 28 Enero 2012]. Disponible en web: <http://occmmed.oxfordjournals.org/>.

HIGNETT, Sue y Mc. ATAMNEY Lynn. Rapid entire body assessment (REBA). Applied Ergonomics. 2000. no. 31, p. 201-205.

KOURINKA, I y JONSSON, B. Jonsson. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms, 1987.

LEY 590, 2000. Artículo 2. Leyes de la república de Colombia.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Plan nacional de salud ocupacional. Bogotá. Imprenta nacional de Colombia, 2004.

MONGOMERY, Douglas. Diseño de experimentos. Limua Wiley. México. 2004.

MUNDIEMPASTES: [Citado 5 Julio del 2012] Disponible en web: <http://www.mundiempastes.com/>.

NEW JERSEY DEPARTMENT OF HEALTH AND SENIOR SERVICES. Hoja informativa sobre sustancias peligrosas [Online]. Enero 2000. [Citado 14 Octubre 2012]. Disponible en web: <http://www2.udec.cl>

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería industrial métodos, tiempos y movimientos. 3ed. México D.F: Ediciones Alfa omega, 1990. P 435.

OIT. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Ergonomic checkpoints. España. 2000.

OIT. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO. Introducción al estudio del trabajo. 4ed. México, D.F. Editorial Limusa S.A., 2002.

OSHA. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el trabajo: [Citado 28 Enero 2012]. Disponible en web: <http://osha.europa.eu/es/statistics>.

PORTAFOLIO Disparadas las enfermedades laborales, Marzo 2011. [Citado 2 Septiembre del 2012]. Disponible en web: <http://www.portafolio.co>.

PORTAFOLIO Cambios en el empleo aumentan las enfermedades, Junio 2012. [Citado 2 Septiembre del 2012]. Disponible en web: <http://www.portafolio.co>.

WALPOLE, Ronald. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6ed. México. Prentice Hall,1999, p. 483.

WOOLF, Anthony y PFLEGER, Bruce. Bulletin of the world health organization. Burden of major musculoskeletal conditions. 2003. no. 81.