

**Desarrollo de una metodología que integre la ergonomía cognitiva con el desempeño de los
procesos logísticos de empresas de servicios.
Caso de estudio: Área de servicio al cliente de una empresa de fragancias**



**LAURA MARCELA CRUZ PEÑARANDA
LUZ NATHALIA JIMÉNEZ LEGUIZAMÓN**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERIA

BOGOTÁ, D.C.

2013

**Desarrollo de una metodología que integre la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos de empresas de servicios.
Caso de estudio: Área de servicio al cliente de una empresa de fragancias**

**Trabajo de Grado
Ingeniería Industrial**

Autores:

**LAURA MARCELA CRUZ PEÑARANDA
LUZ NATHALIA JIMÉNEZ LEGUIZAMÓN**

Dirigida por:

**ING. MARTHA PATRICIA CARO GUTIÉRREZ
LEONARDO AUGUSTO QUINTANA JIMENEZ PhD**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
BOGOTÁ, D.C.**

2013

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA. FUENTE PROPIA.	14
ILUSTRACIÓN 2. ESQUEMA GENERAL DE LA METODOLOGÍA. FUENTE PROPIA.....	19
ILUSTRACIÓN 3. PASOS SECUENCIALES PARA DETERMINAR LOS ELEMENTOS COGNITIVOS. FUENTE PROPIA.	20
ILUSTRACIÓN 4. MAPA DE SERVICIOS. PROCESOS QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA DE GESTIÓN DE UNA EMPRESA. TOMADO DE LA DIRECCIÓN DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE SALUD-PERÚ.	21
ILUSTRACIÓN 5. DOCUMENTACIÓN DE LA TAREA. TOMADO DE LA DIRECCIÓN DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE SALUD-PERÚ.....	27
ILUSTRACIÓN 6. ANÁLISIS DE OBJETIVOS. FUENTE PROPIA.	45
ILUSTRACIÓN 7. REPRESENTACIÓN GRÁFICA: MÉTODO DE LA CAJA NEGRA.	45
ILUSTRACIÓN 8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA. FUENTE PROPIA.	52
ILUSTRACIÓN 9. MAPA DE SERVICIOS EMPRESA DE FRAGANCIAS. FUENTE PROPIA.....	54
ILUSTRACIÓN 10. ABASTECIMIENTO DE ÓRDENES. FUENTE PROPIA.	55
ILUSTRACIÓN 11. ANÁLISIS DE PARETO DE NOTAS CRÉDITO. FUENTE PROPIA.....	57
ILUSTRACIÓN 12. RELACIÓN PROBABILIDAD DEL ERROR – IMPACTO NEGATIVO ECONÓMICO. FUENTE PROPIA.	79
ILUSTRACIÓN 13. ANÁLISIS SIPOC TAREA 1. FUENTE PROPIA.....	83
ILUSTRACIÓN 14. ANÁLISIS SIPOC TAREA 2. FUENTE PROPIA.....	84
ILUSTRACIÓN 15. ANÁLISIS SIPOC TAREA 3. FUENTE PROPIA.....	84
ILUSTRACIÓN 16. ANÁLISIS SIPOC TAREA 4. FUENTE PROPIA.....	85
ILUSTRACIÓN 17. DOCUMENTACIÓN DE LA TAREA. TOMADO DE LA DIRECCIÓN DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE SALUD-PERÚ.....	108
ILUSTRACIÓN 18. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LUFTHANSA EN 1988. FUENTE: (CÁRDENAS). DISEÑO PROPIO..	116
ILUSTRACIÓN 19. RESULTADOS DE LOS FACTORES DE RIESGO DE ACCIDENTES LABORALES. FUENTE: (RUBIO VALDEHITA, DÍAZ RAMIRO, MARTÍN GARCIA, & LUCEÑO MORENO, 2010). DISEÑO PROPIO.....	116
ILUSTRACIÓN 20. ESQUEMA DE RELACIÓN DE CONCEPTOS. TOMADO DE LA DIRECCIÓN DE CALIDAD DEL MINISTERIO DE SALUD-PERÚ.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. REVISIÓN DE LA LITERATURA. FUENTE PROPIA.	10
TABLA 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA. FUENTE PROPIA.	16
TABLA 3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS. ADAPTADO DE (SALMON, STANTON, & WALKER, 2003)	25
TABLA 4. ETAPAS DE TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN Y TOMA DE DECISIONES SEGÚN RAMUSSEN. ADAPTADO DE (RUIZ MORENO & TRUJILLO, 2012)	30
TABLA 5. NIVELES DE FUNCIONAMIENTO DE LA PERSONA. TOMADO DE (RUIZ MORENO & TRUJILLO, 2012)	31
TABLA 6. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LA TAREA. ADAPTADO DE (BELTRÁN, RIVAS, & MUÑUZURI, 2007)	39
TABLA 7. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL ERROR HUMANO. ADAPTADO DE (RUIZ MORENO & TRUJILLO, 2012)	43
TABLA 8. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS. FUENTE PROPIA.	44
TABLA 9. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS. FUENTE PROPIA.	48
TABLA 10. RELACIÓN PERSONAS-ERRORES. REPORTE SAP DE DOCUMENTOS CONTABLES SUMINISTRADO POR LA EMPRESA.	59
TABLA 11. RECOPIACIÓN DE LOS DATOS. FUENTE PROPIA.	61

TABLA 12. MATRIZ DE FLUJO TAREA 1. FUENTE PROPIA.	62
TABLA 13. MATRIZ DE FLUJO TAREA 2 Y 3. FUENTE PROPIA.	63
TABLA 14. MATRIZ DE FLUJO TAREA 4. FUENTE PROPIA.	64
TABLA 15. MATRIZ DE FLUJO TAREA 5. FUENTE PROPIA.	65
TABLA 16. CLASIFICACIÓN DE ERRORES HUMANOS POR TIPO Y CAUSA. FUENTE PROPIA.	66
TABLA 17. RELACIÓN DEMANDAS COGNITIVAS DE LA TAREA Y ERRORES HUMANOS. FUENTE PROPIA.	67
TABLA 18. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS. FUENTE PROPIA.	69
TABLA 19. PESOS RELATIVOS DE LOS ELEMENTOS COGNITIVOS DE LA TAREA. FUENTE PROPIA.	70
TABLA 20. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA. FUENTE PROPIA.	72
TABLA 21. PUNTUACIÓN DE LOS PSF POR TAREA. ACTIVIDAD 1. FUENTE PROPIA.	73
TABLA 22. PUNTUACIÓN DE LOS PSF POR TAREA. ACTIVIDAD 2. FUENTE PROPIA.	74
TABLA 23. PUNTUACIÓN DE LOS PSF POR TAREA. ACTIVIDAD 3. FUENTE PROPIA.	74
TABLA 24. PUNTUACIÓN DE LOS PSF POR TAREA. ACTIVIDAD 3. FUENTE PROPIA.	75
TABLA 25. SLI PARA CADA TAREA DE LA ACTIVIDAD 1. FUENTE PROPIA.	75
TABLA 26. SLI PARA CADA TAREA DE LA ACTIVIDAD 2. FUENTE PROPIA.	76
TABLA 27. SLI PARA CADA TAREA DE LA ACTIVIDAD 3. FUENTE PROPIA.	76
TABLA 28. SLI PARA CADA TAREA DE LA ACTIVIDAD 4. FUENTE PROPIA.	77
TABLA 29. PROBABILIDADES DE ERROR. ACTIVIDAD 1. FUENTE PROPIA.	77
TABLA 30. PROBABILIDADES DE ERROR. ACTIVIDAD 2. FUENTE PROPIA.	78
TABLA 31. PROBABILIDADES DE ERROR. ACTIVIDAD 3. FUENTE PROPIA.	78
TABLA 32. PROBABILIDADES DE ERROR. ACTIVIDAD 4. FUENTE PROPIA.	78
TABLA 33. RESULTADOS: FASE CUALITATIVA Y CUANTITATIVA. FUENTE PROPIA.	82
TABLA 34. BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE MEJORA. FUENTE PROPIA.	86
TABLA 35. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO. FUENTE PROPIA.	87
TABLA 36. PROBABILIDADES DE ERROR HUMANO. TOMADO DE (RUIZ MORENO & TRUJILLO, 2012).	88
TABLA 37. ALTERNATIVAS DE MEJORA PROPUESTAS. FUENTE PROPIA.	88
TABLA 38. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. TAREA 1. FUENTE PROPIA.	91
TABLA 39. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. TAREA 2. FUENTE PROPIA.	92
TABLA 40. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. TAREA 3. FUENTE PROPIA.	93
TABLA 41. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN. TAREA 4. FUENTE PROPIA.	94
TABLA 42. COMPARACIÓN DE EFICIENCIAS ACTUAL Y PROPUESTA. FUENTE PROPIA.	96
TABLA 43. AJUSTES DE LA METODOLOGÍA. FUENTE PROPIA.	98
TABLA 44. EVALUACIÓN DE BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA PROPUESTAS. FUENTE PROPIA.	100
TABLA 45. EVALUACIÓN DE COSTO DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA PROPUESTAS. FUENTE PROPIA.	101
TABLA 46. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA. FUENTE PROPIA.	102
TABLA 47. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS. ADAPTADO DE (SALMON, STANTON, & WALKER, 2003)	106
TABLA 48. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL ERROR HUMANO. ADAPTADO DE (RUIZ MORENO & TRUJILLO, 2012)	111
TABLA 49. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS. FUENTE PROPIA.	112
TABLA 50. PRIMERA SELECCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS. FUENTE PROPIA.	119
TABLA 51. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN. FUENTE PROPIA.	124
TABLA 52. DOCUMENTO CONTABLE DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO. EMPRESA DE FRAGANCIAS.	135
TABLA 53. DEFINICIÓN DE LA TAREA. FUENTE PROPIA.	141

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA	8
Contextualización del tema	8
Revisión de la literatura para la definición del problema.....	9
Descripción del problema.....	11
Justificación.....	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
I. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA	14
Descripción general.....	14
Revisión de la literatura para el diseño de la metodología.....	15
Desarrollo del diseño.....	18
1. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO	20
I. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.....	39
II. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS	43
III. ANÁLISIS DE OBJETIVOS	44
IV. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS	48
II. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	51
1. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO	52
i. Documentación del macro proceso	53
ii. Selección de los eventos	56
iii. Estudio de los eventos.....	58
iv. Documentación de las tareas.....	62
v. Clasificación de los errores humanos.....	65
vi. Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos	67
vii. Elementos cognitivos de la tarea.....	67
2. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS.....	70
i. Evaluación del sistema.....	71
ii. Evaluación del error humano	72

3. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS	79
4. ANÁLISIS DE OBJETIVOS	82
i. Formulación del problema	82
ii. Análisis del problema.....	82
iii. Búsqueda de alternativas.....	83
iv. Evaluación de alternativas.....	86
5. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS	87
III. AJUSTE DE LA METODOLOGÍA	96
IV. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO	99
V. DOCUMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA	103
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	114
ANEXOS.....	115
I. Revisión general de ergonomía.....	115
II. Radiografía textual de la literatura	117
II. Resultados de la búsqueda.....	119
III. Clasificación de los procesos	126
IV. Análisis de Pareto. Caso de estudio: Servicio al cliente de una empresa de fragancias.	127
V. Entrevista piloto	136
VI. Entrevista final	139
BIBLIOGRAFÍA	143

INTRODUCCIÓN

En los últimos años las nuevas formas de trabajo se han caracterizado por incluir nuevas exigencias relacionadas con el aumento en el papel de los procesos cognitivos¹, las responsabilidades del trabajador sobre los resultados de sus funciones, los cambios y exigencias corporales (menos exigencias en la fuerza y mayor frecuencia y rapidez del movimiento, más exactitud y ajuste de la motricidad), el cambio de las estructuras profesionales tradicionales por el trabajo por cuenta propia, el informal, el femenino, etc. así como la incorporación de nuevas tecnologías en los procesos (Hernández, 2000).

Por otro lado hace algunos años, grandes consorcios como Dupont, Kodak, General Motors entre otros, acudían a consultorías que determinarían la causa principal de la disminución de la productividad del trabajo, pérdida del tiempo laboral, migraciones y explosiones de protesta frecuentemente vistas en sus empresas (Hernández, 2000).

Ante la necesidad de la industria por controlar todas estas nuevas variables resulta importante la incorporación de conocimientos científico técnicos con el fin de determinar criterios para la intervención y recomendación de estrategias útiles para mantener no solamente la salud y el bienestar del trabajador sino también lograr mejores resultados en la productividad y por tanto en el desarrollo del país (Hernández, 2000).

La investigación que se adelanta en este trabajo busca de alguna forma reducir la brecha existente entre lo que se necesita hacer y lo que realmente se está haciendo, encontrando formas desde la ingeniería industrial de relacionar la ergonomía cognitiva y el desempeño de los procesos, aumentando considerablemente el capital social, reduciendo la pobreza y promoviendo el desarrollo del país.

Para el desarrollo de la metodología se realizó una búsqueda sistemática de información con el fin de encontrar posibles herramientas que se ajustaran al objetivo general del proyecto de investigación. En el diseño se identificaron unas etapas generales a las cuales se les fueron haciendo algunos ajustes, posteriormente se aplicó en la empresa caso de estudio y como etapa final se hicieron nuevamente ajustes basados en dicha aplicación.

¹ Son los procesos por los que las personas adquieren conocimientos (Navarro, 2008).

PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Contextualización del tema

La ergonomía² ha resultado ser un factor decisivo para el desarrollo de la productividad y el estado de la salud de la población trabajadora (Hernández, 2000) abriendo de esta forma la puerta a diferentes proyectos de investigación en los que se adelantan diversas teorías.

Gómez y Aragón, en su artículo *Servicio Logístico al cliente*, afirman que:

El nivel de servicio, por su característica intangible, no es definible en una sola idea; por lo que aquello que lo define son las actividades que se realizan para cumplir sus objetivos. Ante esta necesidad las empresas han recurrido al mejoramiento de sus funciones logísticas, la capacitación de sus empleados y la modernización de sus sistemas de información.

Un estudio realizado por el Research Institute of America demostró que el 90% de los clientes descontentos con el servicio no vuelven a comprar y cada uno de estos comentará sobre su inconformidad a 9 personas. Es aquí donde el Servicio Logístico al cliente cobra real importancia en términos de disponibilidad de productos, calidad y tiempos de entrega, y atención al cliente (Gómez de García, Aragón C., & Moschner T, 1998).

Así mismo AT&T, una de las empresas más importantes de comunicación, al aumentar en un 5% la satisfacción de sus clientes, aumentó su participación en el mercado en la misma proporción (Gómez de García, Aragón C., & Moschner T, 1998).

El Centro de Estudios de Ergonomía (CEE) de la Pontificia Universidad Javeriana, clasificado en la categoría más alta (A1) que otorga Colciencias³ a los grupos de investigación de Colombia, posiciona al Departamento de Ingeniería Industrial de esta universidad como uno de los socios preferidos en el sector industrial colombiano y latinoamericano en materia de consultoría (Javeriana), dando soluciones industriales y empresariales de alto impacto que generan una riqueza para el país (Javeriana). Todo esto es posible a través de la prestación de su servicio de capacitación en la ejecución de prácticas relacionadas con análisis general de procesos, manipulación de carga, análisis postural, antropometría, entorno de trabajo, demandas cognitivas, entre otros (Javeriana).

Por tanto el CEE al lado de la problemática industrial encuentra una oportunidad para llevar a cabo un proyecto en el que se cree un vínculo universidad- empresa (a través de la creación de una nueva línea de investigación en ergonomía cognitiva) que visto desde la razón de ser de los grupos de investigación y la academia, le da una opción de servirle al país y así contribuir al desarrollo del mismo.

En síntesis se puede afirmar que las empresas están reconociendo cada vez más la importancia de estudiar la ergonomía desde la cognición con el fin de aumentar su nivel de servicio, siendo esto en

² La ergonomía es el estudio sistemático de las personas en su entorno de trabajo con el fin de mejorar su situación laboral, sus condiciones de trabajo y las tareas que realizan.

³ Colciencias es el Departamento y Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación que promueve las políticas públicas para fomentar la CT+I en Colombia (Colciencias) .

últimas la razón de ser o el objetivo principal de la logística. Sin embargo la fundación Logyca⁴ determina que el porcentaje promedio de error que presentan las empresas en sus niveles de servicio es alrededor del 30%, afectando directamente en la disminución de su productividad, lo cual indica que aún se siguen presentando errores en sus sistemas logísticos.

La mayoría de estos errores se originan en la interacción del hombre con el proceso cuando éste debe realizar numerosos aportes para la transformación y adecuación de una tarea y por tanto para tener control del proceso productivo en general (Martínez, 2007) Así mismo se reconoce que las capacidades físicas y psicológicas, el entrenamiento y experiencia y las condiciones bajo las cuales debe operar una persona influyen en la capacidad del sistema de gestión para alcanzar propósitos predeterminados (Amendola).

Desde esta perspectiva se puede concluir que la disciplina más apropiada para abordar temas relacionados con factores humanos físicos y cognitivos que conllevan al hombre a cometer errores dentro de los procesos productivos y por tanto disminuir la productividad y el nivel de servicio de las empresas es la ergonomía. Para efectos de comprensión se presenta una revisión general de esta disciplina (Ver Anexos: I. Revisión general de ergonomía).

Con el fin de formalizar la idea de investigación, los propósitos y alcances, y poder definir los objetivos de trabajo se hizo una revisión de la literatura (estado del arte) relacionada con los temas abordados anteriormente como se muestra a continuación.

Revisión de la literatura para la definición del problema

El estado del arte o revisión de la literatura hace una contextualización de la temática clasificando el tipo de textos, autores, metodologías, marcos de referencia conceptual y niveles conclusivos de las diversas investigaciones, permitiendo establecer una clasificación del tipo de trabajos consultados, sus coincidencias y diferencias conceptuales.

Para su construcción inicialmente se definieron una serie de categorías o palabras claves de textos que permitieron identificar los diferentes aportes ofrecidos desde una panorámica de investigación y de ahí en adelante se fueron seleccionando los relacionados con el desarrollo y alcance del estudio (Ver Tabla 1. Revisión de la literatura. Fuente propia.).

⁴ organización especializada en logística que ofrece servicios de consultoría, mediciones y formación, apoyando su gestión en la promoción y desarrollo de mejores prácticas logísticas (LOGYCA, 2007).

Bases de Datos	Palabras Clave	Criterio de búsqueda	Primera Selección	Segunda Selección	Tercera Selección Texto completo: 27 artículos	Cuarta Selección Aporte: 7 artículos
		logística y nivel de servicio	Por Título 78 artículos	Por Resumen 59 artículos	3	1
		ergonomía cognitiva			2	1
		ergonomía cognitiva, error humano y factores humanos			3	2
	Cadena de abastecimiento	ergonomía cognitiva y factores humanos			2	1
	Ergonomía	error humano			2	1
Science Direct	Factores humanos	nivel de servicio			2	
Elsevier	Logística	ergonomía y error humano			3	
ISI	Nivel de servicio	Ergonomía			3	1
	Error humano	logística y ergonomía			1	
	Ergonomía cognitiva	logística, ergonomía y error humano			1	
		Logística			1	
		ergonomía cognitiva y error humano			4	

Tabla 1. Revisión de la literatura. Fuente propia.

De los seis artículos seleccionados se destacaron dos que relacionaban ergonomía cognitiva, error humano y factores humanos, uno de logística y nivel de servicio, uno de ergonomía, uno de ergonomía cognitiva, uno de error humano y uno de ergonomía cognitiva y factores humanos. Así pues como último paso para la recopilación de la información más relevante se hizo una radiografía textual para cada artículo (Ver Anexos: II. Radiografía textual de la literatura. Tabla 50).

Para un mayor entendimiento de la forma en la que se llevó a cabo la recopilación de la información se realizó una tabla (Ver Anexos: III. Resultados de la búsqueda. Tabla 51) dónde se explica de forma general cada uno de los temas relacionados.

Así, con el resultado de la lectura y el análisis de esos artículos es lo que da lugar al planteamiento de la descripción del problema que se muestra a continuación.

Descripción del problema

En la descripción del problema se recopilan todas esas ideas principales que han ido quedando inconclusas a través del desarrollo de los antecedentes, con el fin de darles un direccionamiento conjunto para encontrar la problemática que pueda abarcar todos estos vacíos y que al final terminan dejando una brecha de conocimiento entre la literatura y la realidad industrial del país.

Muchos han sido los estudios que se han realizado respecto a contar con trabajadores sanos y sin riesgo en las empresas, al igual que se han desarrollado estudios para aumentar la productividad y el buen funcionamiento de los procesos al interior de estas, sin embargo la historia nos muestra que a través del tiempo se han abordado estos dos temas de una forma desarticulada y sin ningún tipo de relación.

Así mismo estos estudios de investigación se han enfocado en todo lo que a simple vista se puede ver, es decir todo lo que conlleva la ergonomía física cuando se trata de analizar al ser humano, el buen funcionamiento de los flujos de material y de información en los procesos cuando se trata de aumentar la productividad, la forma en que el ser humano realiza físicamente sus operaciones para lograr unos objetivos fijados cuando se trata de evaluar la interacción hombre-máquina-proceso. También se han hecho estudios alrededor de cómo el ser humano reacciona a ciertas situaciones del trabajo desde sus aspectos psicosociales.

Todo esto no es más que un preámbulo para darle validez a lo que se está actualmente presentando en el campo de investigación y a lo que hace falta llegar para entender mucho más a las empresas como un conjunto de procesos.

Así pues, resulta muy importante la incorporación de conocimientos científico técnicos con el fin de determinar criterios para la intervención y recomendación de estrategias útiles para mantener no solamente la salud y el bienestar del trabajador sino también lograr mejores resultados en la productividad y por tanto en el desarrollo del país (Hernández, 2000).

La Investigación futura debe ir encaminada al desarrollo de instrumentos de evaluación más precisos y al conocimiento de todos los factores que determinan la carga mental y su importancia. (Rubio Valdehita, Díaz Ramiro, Martín Garcia, & Luceño Moreno, 2010)

Hoy en día aunque las organizaciones reconocen el valor del objetivo de la logística (aumento en el nivel de servicio) en la competitividad de una empresa es de gran importancia darle continuidad a los estudios directamente relacionados con el servicio al cliente, ya que aunque el sector estudiado denota un creciente interés por mejorar las características de su servicio existen muchos aspectos todavía por mejorar, como por ejemplo, la comunicación con los clientes y la consolidación de sistemas logísticos eficientes (Gómez de García, Aragón C., & Moschner T, 1998).

Muchas organizaciones “sobreviven” sólo porque toleran ciertos márgenes de error dentro de sus operaciones sin darle la importancia necesaria a realizar estudios con una visión integrada de seguridad y fiabilidad humana con el fin de lograr erradicar el error humano.

Resulta de gran importancia crear herramientas, modelos o metodologías que permitan anticipar fallos en un sistema Hombre-Actividad laboral en dónde el funcionamiento humano esté determinado por el contexto o naturaleza del cargo.

Finalmente se concluye que a través de diferentes estudios se han abordado la ergonomía cognitiva y la productividad de las empresas como dos temas que no encuentran una relación y en los que no se le da la importancia necesaria al trabajador como un ser humano que razona y da lugar a todas sus actividades y situaciones que lo rodean desde la cognición. Por esto a pesar de las diferentes aplicaciones que se han realizado respecto a cada temática no se han encontrado estudios que relacionen la ergonomía desde la cognición como una herramienta para mejorar el nivel de servicio y por tanto la logística de sus procesos, causando un impacto directo en la productividad de las empresas.

Justificación

Desde una perspectiva de investigación es importante llevar a cabo este proyecto puesto que como se ha venido mencionando durante el documento, aún no se han realizado estudios en los que se tengan en cuenta aspectos cognitivos del ser humano en la realización de sus labores diarias de trabajo y cómo esto impacta el buen funcionamiento de los procesos y en últimas la productividad de las empresas.

Así mismo resulta importante buscar y encontrar herramientas que sirvan como piloto de estudio para analizar y aplicar en las empresas nuevos conocimientos que permitan desde una perspectiva diferente aumentar la eficiencia de sus procesos y la optimización de los recursos.

Con el aporte a la sociedad se espera entender al ser humano integralmente como parte de los procesos productivos a través de la aplicación de la metodología en un campo que permita llevar a la realidad y a las situaciones que se presentan diariamente en las empresas, las problemáticas y vacíos que nos deja la ciencia.

Por su parte la empresa encuentra una oportunidad de explorar nuevas formas de identificar errores en los procesos a la vez que pueden conocer sus trabajadores de una forma mucho más integral y visualizar todo lo que a diario no se puede ver en la realización de sus actividades. Por supuesto encontrará también una oportunidad de mejorar el funcionamiento de su empresa en general.

Lo anterior sugiere también que es necesario realizar una investigación exhaustiva de todos aquellos aspectos cognitivos que hacen del trabajador un ser vulnerable a cada situación que se le presenta a diario en un ambiente laboral y que por tanto lo conduce positiva o negativamente a la calidad de sus actividades y su relación con los clientes tanto internos como externos.

Desde la rama de la logística se identifican las funciones y la posición de la cadena de abastecimiento dentro de la empresa, coordinando todos sus eslabones con el fin de optimizar sus procesos.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una metodología que integre la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos de empresas de servicios. Caso de estudio: área de servicio al cliente de una empresa de fragancias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1 Diseñar una metodología para el mejoramiento de un proceso que integre la ergonomía cognitiva con las herramientas propias de ingeniería industrial.
- 2 Aplicar la metodología en la empresa caso de estudio.
- 3 Ajustar la metodología de acuerdo a los resultados obtenidos en la aplicación.
- 4 Evaluar económicamente las propuestas hechas a la empresa objeto de estudio.
- 5 Documentar la metodología.

De acuerdo con los objetivos específicos planteados es importante tener en cuenta que el desarrollo de la metodología implica inicialmente un diseño, luego una aplicación a la empresa caso de estudio que se retroalimenta mutuamente con el ajuste (esto implica que al ir validando la metodología se va aplicando correctamente con los ajustes necesarios para obtener los resultados esperados) y finalmente se realiza una evaluación económica de las propuestas de mejora planteadas a la empresa y se documenta (Ver Ilustración 1).

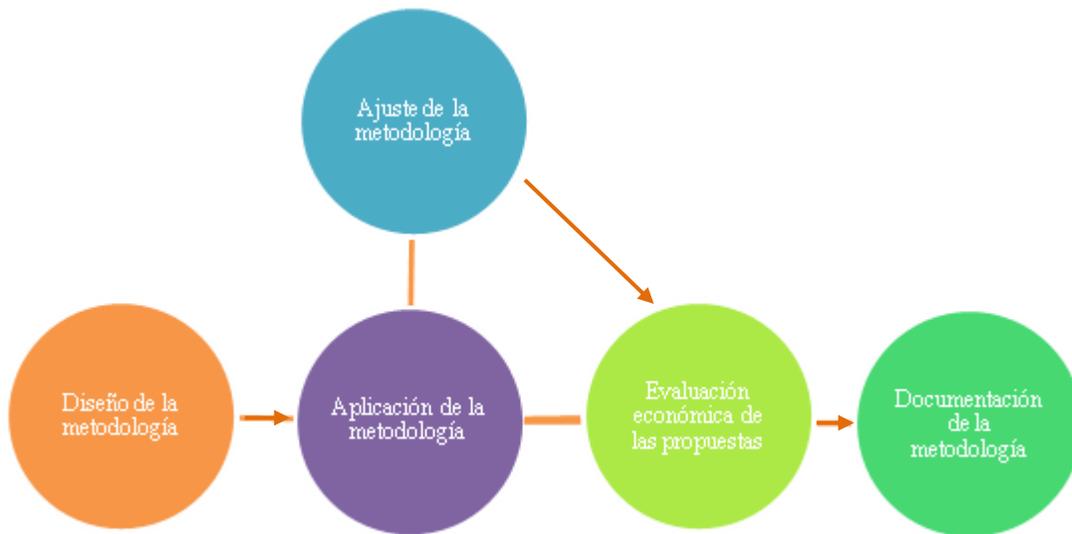


Ilustración 1. Desarrollo de la metodología. Fuente propia.

Teniendo clara la estructura de lo que el desarrollo de la metodología implica se da lugar al primer capítulo del documento “Diseño de la metodología”.

I. DISEÑO DE LA METODOLOGÍA

El capítulo que se presenta a continuación se abordará inicialmente con una descripción general, posteriormente una revisión de literatura y finalmente el desarrollo del diseño de la metodología.

Descripción general

El proceso de diseñar está encaminado a proyectar, coordinar, seleccionar y organizar un conjunto de elementos para producir o innovar un objeto, cuando este ya existe, con el fin de comunicar un mensaje específico a un grupo determinado. La metodología por su parte alude a la lógica de procedimientos y criterios fundamentales para desarrollar una investigación científica, con el fin de confrontar la realidad, construir un objeto de estudio, asumir problemas y finalmente encontrar una explicación.

El diseño de la metodología es la primera etapa para alcanzar el objetivo general, aportando herramientas útiles para la estructuración de pasos que permitan de una forma secuencial encontrar una relación entre la ergonomía cognitiva y el desempeño de los procesos logísticos en empresas de servicios.

Con relación a los aportes personales y académicos se puede determinar que los dos prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento basándose en pruebas y

análisis. También aportan nuevas observaciones y evaluaciones para fundamentar suposiciones o ideas e incluso para generar otras.

El aporte que desde la academia se le da a este objetivo es precisamente el diseñar una metodología de diagnóstico y mejoramiento para relacionar la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos a través de la utilización de herramientas de ingeniería industrial.

El aporte personal descubre preguntas de investigación basadas en descripciones y observaciones, moviéndose en eventos e interpretaciones para reconstruir la realidad y darle un desarrollo a la teoría.

Para el diseño de la metodología inicialmente se hizo una revisión de la literatura en la que se identificó cómo es que el campo de la investigación está analizando el error humano y así una vez procesada la información se pudiera diseñar.

Revisión de la literatura para el diseño de la metodología

El estado del arte o revisión de la literatura fue construido con el fin crear una guía para el desarrollo y contextualización del proyecto clasificando el tipo de textos, autores, metodologías y marcos de referencia conceptual.

Para su construcción inicialmente se definieron una serie de categorías o palabras claves de textos que permitieron identificar los diferentes aportes ofrecidos desde una panorámica de investigación y de ahí en adelante se fueron seleccionando los relacionados con el objetivo del estudio (Ver Tabla 2).

Bases de Datos	Palabras Clave	Criterio de búsqueda	Primera Selección	Segunda Selección	Tercera Selección Texto completo: 14 artículos	Cuarta Selección Aporte: 6 artículos
		Factores humanos y ergonomía	Por Título 50 artículos	Por Resumen 22 artículos	1	
Emerald	Methodology	Error humano y cadena de abastecimiento			2	
IEEE	Human Error	Error humano y ergonomía cognitiva			1	
Scopus	Human Factors	Metodología, error humano y factores humanos			4	4
Science Direct	Process	Cadena de abastecimiento y factores humanos			2	2
Elsevier	Cognitive Task Analysis	Medición del error				
ISI	Performance	Cognitive task analysis				
Springer Link	Cognitive Ergonomics	Ergonomía cognitiva				
Taylor and Francis		Error humano			2	
Wiley Online Library		Cognitive task analysis y error humano			1	
		Metodología y proceso				
		Metodología medición del error			1	

Tabla 2. Revisión de la literatura. Fuente Propia.

A continuación se presenta el resultado de la búsqueda de los artículos que se destacaron por su contenido y por relacionar varios temas principales de interés.

Metodología, Error Humano y Factores Humanos

Juan M. Ruiz Moreno y Humberto M. Trujillo en sus estudios de fiabilidad de sistemas presentan unos modelos para la evaluación del error humano que permiten realizar un análisis probabilístico de riesgos aplicado a sistemas industriales o técnicos complejos a través de la descripción de métodos aplicados y exponiendo la relación que subyace entre éstos y los modelos de representación del comportamiento humano. Resaltan, además, la importancia del protagonismo de la Psicología, tanto en la fundamentación de los modelos de comportamiento humano en las técnicas de análisis de la fiabilidad, como en la crítica de estas mismas técnicas.

Por otro lado insisten en ampliar el ámbito de validez de los análisis de fiabilidad, mediante la propuesta de nuevos métodos y/o nuevos enfoques con el fin de extender el campo de los estudios probabilísticos de riesgos a los llamados errores de comisión a través de árboles de eventos y árboles de fallos.

Finalmente es posible concluir con este artículo y guiándonos con las propuestas expuestas por los autores que para mejorar el cálculo de la probabilidad de error es de gran importancia incorporar aspectos cognitivos del comportamiento humano y las múltiples variables que lo determinan. Es pertinente preguntarse entonces si ¿Es posible adaptar la metodología propuesta a errores por omisión?

Sun Zhiquang, Shi Xiujian, Liu Fengquang y Xie Hongwei Identificaron y analizaron los errores cognitivos durante el proceso de interacción hombre-máquina mediante su metodología. En primer lugar diseñaron un marco genérico para la identificación y análisis de los errores cognitivos, posterior realizaron una clasificación de errores humanos y construyeron una taxonomía general de errores humanos en cada una de las fases cognitivas y factores humanos. Finalmente discutieron las relaciones entre los errores.

La metodología propuesta por estos autores identifica los errores cognitivos y expresan la necesidad de que futuras investigaciones sobre el error humano deben enfocarse en la cuantificación de las probabilidades de los errores y la construcción de medidas adecuadas para la reducción de errores.

Vrian F. Core y peter Jarvis intentan explicar y modelar la complejidad de la actuación humana a través de su investigación en la que proponen un Sistema de Diseño y Análisis Integrado hombre-máquina por medio de una herramienta que nombra MIDAS.

MIDAS mide el rendimiento humano a través de un software de modelado que representa simbólicamente los sistemas de percepción motora cognitiva de un ser humano y de una manera integrada para producir emergentes predicciones de comportamiento característico de alto nivel de rendimiento humano real que puede ser utilizado por una variedad de modelos para predecir y recrear efectos a corto y largo plazo de los factores de estrés (fatiga, el estrés, la presión del tiempo, la insuficiencia conocimiento de la situación, etc.) en el rendimiento de los accidentes e incidentes aeroespaciales causalidad.

Finalmente expresan la necesidad de continuar con estudios sobre factores humanos, error humano y rendimiento humano con el fin de validar la implementación del MIDAS.

Con esta última premisa nos preguntamos si ¿Es posible implementar MIDAS a los procesos logísticos de las empresas de servicio?

Jae W. Kim, Wondea Jung y Jaejoo Ha proponen una metodología para el análisis de los errores humanos de las tareas de emergencia que nombran AGAPE-ET. Esta metodología fue creada con el fin de identificar y analizar los errores cognitivos en las plantas modernas a través de un marco que identifica de los errores cognitivos, los cuantifica y analiza los diferentes accidentes.

Ergonomía cognitiva, Error Humano, Cognitive Task Analysis y Metodología

Richard E. Clark, David F. Feldon, Jeroen J. G. van Merriënboer, Kenneth Yates y Sean Early en su investigación presentan una visión general del estado actual la investigación del cognitive task analysis (CTA) y su práctica.

En su artículo evidencian que la utilización del CTA es una gran contribución no sólo al campo académico e investigativo sino también a la hora de querer aumentar la productividad de las tareas a analizar. Sin embargo son conscientes es un campo de investigación nuevo y aún siguen muchas preguntas sobre el CTA sin respuesta y por lo tanto invitan a continuar investigando sobre las técnicas y a documentación de su impacto.

LAURA G. MILITELLO y ROBERT J. B. HUTTON crearon un conjunto de herramientas con el fin de entender las demandas de tareas cognitivas aplicando el Cognitive Task Analysis (ACTA).

En su investigación los autores describen tres métodos de entrevista que ayudan al analista a obtener información acerca de las demandas cognitivas y habilidades necesarias para una tarea, un estudio de evaluación que evalúa la usabilidad y utilidad de los métodos y finalmente presentan recomendaciones para la investigación futura en el estudio y análisis de tareas cognitivas.

Aunque los intentos de implementar y establecer la fiabilidad y la validez de los métodos del ACTA han ido aumentando con el tiempo, los autores son conscientes de que no existen indicadores bien establecidos y es por esto que hoy en día su implementación se reduce en gran medida al nivel de control que se establece sobre las diversas fuentes de variabilidad; es por esto, que expresan la necesidad de probar los métodos del CTA en entornos del mundo real con las tareas de la vida real.

Luego de revisar, seleccionar y clasificar los resultados de la búsqueda con el fin de identificar lo que desde la literatura se conoce respecto a formas de analizar el error humano, la ergonomía cognitiva y el desempeño de los procesos se cuenta con herramientas suficientes para desarrollar el diseño de la metodología.

Desarrollo del diseño

En el desarrollo del diseño de la metodología se presentan una serie de procedimientos genéricos con fases cuantitativas, cualitativas y combinadas, como etapas de una investigación que pretende relacionar los conceptos de la ergonomía cognitiva con herramientas propias de la ingeniería industrial.

La selección de las herramientas se realizó en base a las oportunidades que éstas mismas podrían aportar al objetivo de investigación, utilizándolas en un 100% cuando se ajustaban completamente a

los resultados esperados, rediseñando alguna de sus partes o simplemente creando una nueva a partir de conocimientos y estudios encontrados en la literatura.

Basado en todo lo anterior la metodología propuesta en términos generales es como se muestra a continuación (Ver Ilustración 2):



Ilustración 2. Esquema general de la metodología. Fuente propia

La fase cualitativa tiene como objetivo principal hacer un análisis desde la ergonomía cognitiva y los errores humanos en las tareas más afectadas con el fin de determinar los elementos cognitivos de estas tareas dentro del proceso y así contar con recursos suficientes para llegar a conclusiones que relacionen el desempeño de los procesos.

La fase cuantitativa por su parte tiene como objetivo principal analizar numéricamente las variables de la fase cualitativa con el fin de encontrar resultados más precisos y menos subjetivos. En esta fase se espera no solo contar con recursos sino poder llegar a resultados que permitan dar conclusiones y recomendaciones.

En la fase combinada se realizarán los procedimientos que se requirieron para las fases cuantitativa y cualitativa anteriormente vistas pero teniendo en cuenta las alternativas que se plantearon en el análisis de estrategias.

Teniendo una visualización general de la estructura de la metodología a continuación se describe el primer paso que es la identificación de los elementos cognitivos de las tareas dentro del proceso.

1. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO

La definición de los elementos cognitivos de las tareas supone una serie de pasos (Ver Ilustración 3) que permiten contextualizar la situación actual de la empresa caso de estudio con el fin de poder identificar estos elementos. Esta primera fase del diseño de la metodología implica conocer algunos conceptos relacionados (Ver anexo IV. Clasificación de los procesos. Ilustración 20) que permiten entender más claramente la secuencia de pasos propios para alcanzar el objetivo principal de esta fase.



Ilustración 3. Pasos secuenciales para determinar los elementos cognitivos. Fuente propia.

i. Documentación del macro proceso

La documentación del macro-proceso supone conocer los procesos de la empresa caso de estudio de una forma general con el fin de familiarizarse con el campo sobre el cual se va a trabajar y posteriormente seleccionar un proceso objeto de estudio.

Para documentar el macro-proceso esta metodología sugiere utilizar un *mapa de servicios*, el cual refleja y define gráficamente la estructura y relación de los diferentes procesos del sistema de gestión de la organización.

Para su estructuración es necesario identificar los procesos que intervienen en función del tipo de actividad e importancia (Ver Ilustración 4):

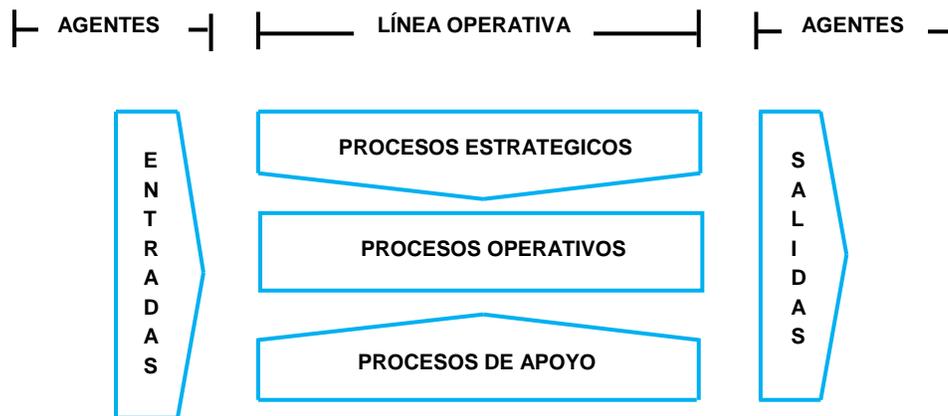


Ilustración 4. Mapa de Servicios. Procesos que intervienen en el sistema de gestión de una empresa. Tomado de la dirección de calidad del Ministerio de Salud-Perú.

Los procesos estratégicos son aquellos que están relacionados con la dirección de la organización y que con planes, políticas y/o estrategias logran crear un vínculo entre los operativos y los de soporte. Los procesos operativos por su parte son aquellos que están estrictamente relacionados con la prestación del servicio, mientras que los de apoyo proveen a estos con recursos necesarios.

Pasos para la elaboración de un mapa de servicios.

De acuerdo con el Sistema de Gestión de Calidad de la Universidad Sergio Arboleda, aunque no existe un esquema estandarizado para la elaboración de los mapas de servicios, se puede sistematizar de la siguiente manera:

1. Identificación de agentes: Determina las relaciones y cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la prestación de un servicio determinado.
2. Identificación de la línea operativa: Se construye como una secuencia de procesos que se llevan a cabo para la prestación de un servicio.
3. Identificación de los procesos de dirección y los de apoyo a la línea operativa: todos aquellos procesos que facilitan la ejecución de la línea operativa.

Los procesos logísticos operativos que se contemplan en este modelo metodológico y que recorren toda la cadena logística de la organización son los de servicio al cliente, planificación de la producción, servicio de proveedores, almacenamiento, gestión de inventarios, transporte y distribución y logística inversa (Beltrán, Rivas, & Muñuzuri, 2007).

- Servicio al cliente (ventas): Garantiza que la organización, al aceptar un pedido del cliente, tiene la capacidad para cumplir con los requisitos logísticos del mismo y realizarle el seguimiento necesario.

- Planificación de la producción: Garantiza que la producción se planifique y considere requisitos logísticos (plazos, condiciones de entrega, capacidad de los procesos) asegurando la información para que la producción se realice en condiciones controladas.
- Servicio de proveedores (compras y aprovisionamiento): Garantiza el cumplimiento de los requisitos impuestos a los proveedores.
- Almacenamiento: Garantiza la recepción, almacenamiento y movimiento de un material hasta que es llevado a su punto de consumo dentro de un mismo almacén.
- Gestión de inventarios: Garantiza el suministro de producto al área de producción o al cliente en el momento adecuado.
- Transporte y distribución: Garantiza la entrega del producto al cliente en el plazo, cantidad y demás requisitos especificados previamente.
- Logística inversa: Garantiza la reducción de desperdicios que se generan en la cadena de suministros.

Una vez revisados los procesos logísticos operativos sugeridos en la metodología seleccione uno sólo para su caso de estudio teniendo en cuenta alguno de estos dos aspectos (Arboleda):

- a. Línea de visibilidad: seleccione un proceso que no sea visible para el cliente pero que afecte directamente los procesos con los cuales éste está relacionado.
- b. Puntos de deficiencia: Seleccione el proceso más expuesto a errores y para el cual su impacto económico esté directamente relacionado con la ocurrencia de los mismos.

Luego de tener una visión global de los procesos de la empresa y posteriormente seleccionar el proceso a analizar, basado en los criterios anteriores, se realiza la selección de los eventos.

ii. Selección de los eventos

La selección de los eventos se refiere a un procedimiento inferencial que pretende, a partir de reportes históricos de la organización caso de estudio, definir los errores humanos que afectan una tarea.

El principal criterio para esta selección de eventos es el impacto económico por lo que es necesario contar con un reporte que permita identificar las situaciones por las cuales la empresa fue impactada económica y negativamente, a causa de un error humano cometido durante el proceso. En el reporte se tendrá que visualizar el monto económico de cada evento dentro de un escenario que contemple el año inmediatamente anterior al estudio.

Sin embargo es importante tener en cuenta que si el analista considera que el peso del estudio más que por monto debería ser por frecuencia, esta variable puede ser utilizada y tratada de la misma forma,

Para la selección de los eventos esta metodología sugiere realizar un *diagrama de Pareto* pues con este tipo de análisis es posible mejorar el 80%, trabajando únicamente sobre el 20% de dichos eventos. Los que al final sean objeto de estudio, de acuerdo con el diagrama de Pareto, serán los que se presentan con mayor frecuencia o los que mayor impacto económico y negativo causan a la empresa.

Con este método lo que se pretende para la metodología es encontrar una forma de establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones. Permite seleccionar los problemas más graves que están ocasionando el mayor impacto a la empresa.

Pasos para la elaboración de un diagrama de Pareto.

Como primer paso para la elaboración de este análisis se debe contar con algunos datos importantes que permiten obtener los resultados esperados de la herramienta.

1. Datos importantes:

- *Fecha:* La fecha corresponde al momento en que la empresa reporta en el sistema algún error cometido en una tarea del proceso. Es importante contar con este dato puesto que los procesos logísticos operativos se ven influenciados en las organizaciones por el periodo del año que estén atravesando.
- *Situación/evento:* está determinada según el reporte que se utilice. .
- *Pérdida económica:* refleja el monto o la cantidad que tuvo que pagar la empresa por el error dentro de la operación.
- *Frecuencia:* representa el número de veces que se repitió el mismo error.

2. Evaluación:

- Los valores económicos o de frecuencia asignados para cada situación se deben organizar en forma descendente.
- Pérdida relativa = $\frac{\text{pérdida/frecuencia}}{\text{pérdidas/frecuencia totales}}$
- Pérdida acumulada = $\sum \text{pérdidas relativas inmediatamente anteriores.}$
- Criterio de decisión: $\frac{\text{posición del evento}}{\text{número de eventos}}$

Finalmente de los porcentajes de “criterio de decisión” se escogerán todos aquellos menores o iguales al 80%. El resultado será una lista de todos estos eventos que representarán la selección de errores más relevantes. Una vez seleccionados los eventos más relevantes se realiza el estudio respectivo de cada uno de estos.

iii. Estudio de los eventos

El estudio de los eventos pretende identificar los errores humanos, causas, escenarios y su relación con los procesos cognitivos de la persona. Para alcanzar el objetivo de esta tercera etapa la metodología sugiere realizar una entrevista semi-estructurada dirigida basada en el Applied Cognitive Task

Analysis⁵ (ACTA) y direccionada únicamente a estudiar los eventos más relevantes definidos en la selección de los eventos con el fin de determinar los errores humanos relacionados.

Las técnicas de recolección de datos son comúnmente usadas como primer paso para analizar factores humanos. Para el caso de la entrevista semi-estructurada dirigida en particular se refiere a una entrevista dirigida en la que nuevos temas o problemas pueden abordarse durante la realización de la entrevista.

La razón por la cual se sugiere utilizar este tipo de técnicas es porque se requiere que a través del diálogo y de la libre expresión del trabajador, éste pueda dar el mayor detalle de las situaciones que hasta el momento se le han ido presentando respecto a sus procesos de cognición y el impacto que éstos han tenido durante la realización de sus tareas.

El objetivo principal de la entrevista es garantizar la información requerida para la realización de las etapas iv, v, vi y vii del diseño de la metodología. Esta información debe garantizar que se puedan conocer aspectos tales como la descripción del error, el momento exacto en el que se presentó, la tarea que se estaba realizando, la descripción general de la tarea, las demandas cognitivas de la tarea.

Relación eventos-personas

Para dirigir la entrevista semi estructurada es necesario contar con las personas indicadas que pueden aportar la información necesaria para obtener los resultados esperados de esta fase del proceso.

Esta metodología sugiere hacer una relación entre los eventos más relevantes seleccionados y las personas que, de acuerdo con la documentación del macro-proceso, están involucradas directamente con la situación y/o evento.

Entrevista dirigida semi-estructurada basada en el ACTA (Salmon, Stanton, & Walker, 2003).

- i. Definir el objetivo de la entrevista: el primer paso para la elaboración de la entrevista es definir claramente que se espera tener como resultado de ésta. Por ejemplo si lo que se espera es identificar los errores cognitivos de la persona, sus causas y con qué tareas se relaciona el objetivo de la entrevista podría ser:

“Determinar cuáles fueron los errores cognitivos cometidos por el equipo de Customer Service Fragancias de la empresa caso de estudio en Bogotá durante lo corrido del año 2012 para los cuales fue necesario emitir una nota crédito. Así mismo identificar la causa del error y tarea(s) con la(s) que éste estuvo directamente relacionado”

- ii. Desarrollar las preguntas: Las preguntas deben ser entorno al objetivo definido en el punto 1.

Existen tres tipos de preguntas:

⁵ ACTA: conjunto de técnicas de entrevistas para recopilar información relacionada con las demandas cognitivas que están asociadas con una tarea o escenario.

- Preguntas abiertas: Permite obtener información detallada y valiosa. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Podría decirme un momento en el que se dio cuenta que necesitaba cambiar la forma de realizar una tarea para obtener un mejor trabajo? **(PREGUNTA ABIERTA)**
- Preguntas de investigación: Permite recopilar datos más específicos relacionados con respuestas dadas anteriormente por el entrevistado. Se utilizan después de una pregunta abierta. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Cómo abordó la situación? **(PREGUNTA DE INVESTIGACION)**
- Preguntas cerradas: Permite obtener una información específica respecto al tema que se está abordando. Respuestas sí ó no. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Obtuvo los resultados esperados? Si ____ No ____ **(PREGUNTA CERRADA)**

Para esta metodología se recomienda estructurar la entrevista en ciclos de pregunta abierta - de investigación - cerrada con el fin de garantizar que cada uno de los temas abordados en la encuesta sea diagnosticado completamente.

- iii. Entrevista piloto: Permite identificar posibles errores que puedan presentarse en el transcurso de la entrevista.
Se puede hacer mediante la presentación de la entrevista a colegas o mediante la realización de una entrevista de ensayo con un tema en ‘vivo’. Es muy útil puesto que garantiza la eficiencia de la entrevista.
- iv. Dirigir y grabar la entrevista: Se sugiere que la entrevista esté programada para un tiempo entre 10 y 60 minutos.
- v. Transcribir los datos: Escuchar la grabación de la entrevista las veces que sea necesario hasta transcribir completamente lo que dijo el entrevistado durante la entrevista.
- vi. Recopilación de datos: Buscar datos específicos que fueron requeridos en el objetivo de la entrevista.
- vii. Análisis de los datos: El análisis de los datos puede ser grafico o dependiendo del objetivo inicial de la entrevista.

Como una herramienta para la recopilación y el análisis de los datos de la entrevista la metodología presenta una tabla (Ver Tabla 3) en la cual se tienen en cuenta cinco aspectos clave:

ERROR HUMANO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	TAREA	CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA	ETAPA

Tabla 3. Recopilación y análisis de datos. Adaptado de (Salmon, Stanton, & Walker, 2003)

- Error humano: descripción general del error humano identificado en la entrevista.
- Descripción de la situación: es un párrafo que explique cómo ocurrió la situación, debido a qué se presentó, cual fue la consecuencia y demás aspectos relevantes que puedan ayudar a garantizar el objetivo general de la entrevista.
- Tarea: consiste en enunciar la o las tarea que se vieron afectadas por el error cometido.
- Características de la tarea: es la descripción paso a paso de la o las tareas enunciadas en la columna anterior.
- Etapa: es describir el momento exacto en el que el presentó el error, cuáles fueron las actividades antes y después de cometerlo.

Esta tabla además de ser una herramienta de recopilación y análisis garantiza el cumplimiento del objetivo inicial de la entrevista. Sin embargo es importante tener en cuenta que estos cinco aspectos podrían variar de acuerdo al resultado esperado de cada encuesta en particular.

iv. Documentación de la tarea

Una tarea es un conjunto de acciones simples interrelacionadas que trabajan entre sí para alcanzar una actividad.

La(s) tarea(s) que requieren ser documentadas son todas aquellas que estén relacionadas con los errores más relevantes seleccionados previamente.

Con la documentación de la tarea se espera poder tener un panorama detallado del escenario en el cual se están ocasionando los errores que desde la cognición están impactando económicamente a la empresa caso de estudio. Así mismo se espera poder entender y analizar la razón por la que esto ha venido ocurriendo durante el periodo evaluado.

MATRIZ DE FLUJO DE LA TAREA

Para documentar la tarea esta metodología sugiere realizar una matriz de flujo (Ver Ilustración 5) en la cual se tengan presentes las actividades que se realizan para alcanzar dicha tarea, el flujo, las entradas y las salidas obtenidas durante la ejecución de cada una de estas.

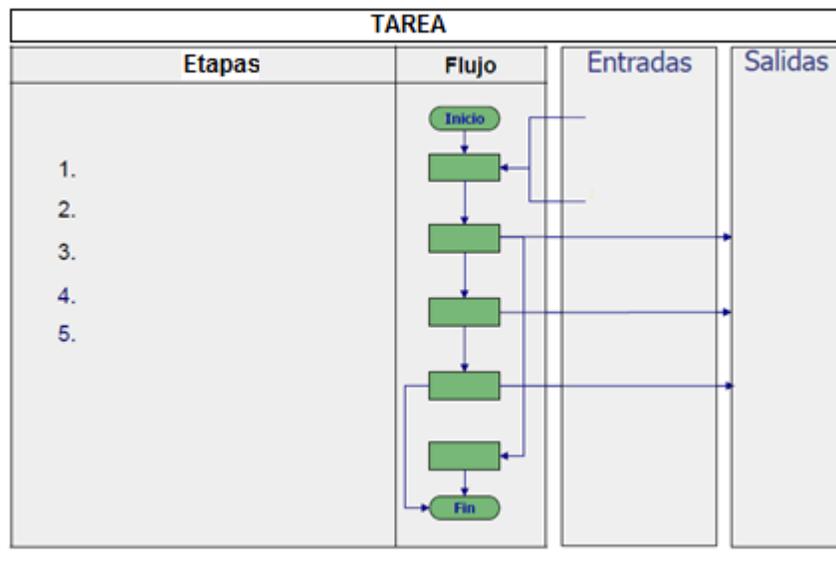


Ilustración 5. Documentación de la tarea. Tomado de la dirección de calidad del Ministerio de Salud-Perú.

Al tener claridad de cómo están organizadas las tareas documentadas se cuenta con los datos suficientes para pasar a la clasificación de los errores.

v. Clasificación de los errores humanos

Debido a la diversidad de errores humanos y a la necesidad de establecer un diagnóstico, muchos autores han intentado clasificar los errores humanos, estas clasificaciones pueden servir de guía tanto para el análisis de un puesto ya existente como para su diseño.

De acuerdo con Juan M. Ruiz-Moreno y Humberto M. Trujillo en el 2012 “*Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas*”, la identificación del error humano es entonces tan crítica como su cuantificación, si no se identifica un error humano no importa la exactitud de la técnica de cuantificación, ya que el error simplemente no aparecerá en la valoración de los riesgos.

Las técnicas de identificación de errores humanos deben tener una amplia cobertura abarcando todas las formas de error posibles teniendo en cuenta la tarea y las condiciones de trabajo para asegurar la exactitud del análisis y ser precisas en la identificación de los errores y los factores que influyen en el comportamiento de la persona y asegurar una base de datos útil durante el tiempo de vida del sistema.

Un aspecto muy importante de la identificación de errores humanos es el rigor en la toma de datos y su documentación, ya que puede servir de referencia para adoptar medidas de prevención sobre los errores que resulten más relevantes para la seguridad del sistema.

En esta metodología ya se establecieron elementos o pasos de una tarea y se definió un modelo más o menos general de la actividad de la persona y de las características o rasgos generales observables del error.

La metodología propone dos clasificaciones de errores:

1. Clasificación de errores por causas. Se sugiere clasificar los errores como se muestra en la tabla a continuación:

CLASIFICACIÓN	CAUSA
ejecución, control, comunicación	Una partición o división de la tarea
manejo, arranque, pruebas periódicas, mantenimiento	Problema en alguna fase del trabajo

2. Clasificación de errores por tipo. La segunda clasificación se realizará con el fin de facilitar la selección del modelo de estudio cuantitativo del error. Esta clasificación a diferencia de la nombrada anteriormente será realizada por el tipo de error planteada en la metodología de estudios de error SHARP.

Para la clasificación de errores según su tipo se presenta la siguiente tabla con la categorización y la descripción. El analista debe seleccionar el o los tipos de error de acuerdo con la descripción de la tarea a estudiar.

TIPO DE ERROR	DESCRIPCIÓN
Tipo 1	Relacionadas con pruebas y mantenimiento, anteriores al incidente.
Tipo 2	Acciones que, a partir de un error, generan anomalía del sistema.
Tipo 3	Acciones con las que, de acuerdo a un procedimiento, el operador puede recuperar control del sistema.
Tipo 4	Acciones incorrectas tras un incidente, que empeoran la situación.
Tipo 5	Durante la secuencia de un incidente, acciones del operador, con las que puede recuperar el control.

Una vez clasificados los errores según su causa y tipo se documentan en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN	TAREA	OBSERVACIONES
CAUSA		

TIPO	

Para diligenciar la tabla tenga en cuenta:

1. El campo de clasificación corresponde a la lista de categoría definidas por el analista.
2. Cada categoría está relacionada a alguna tarea es por esta razón que deberá llenar la columna “tarea” con la tarea correspondiente a la categoría previamente establecida.
3. Finalmente el campo de observaciones será llenado en caso de que el analista considere pertinente documentar algún comentario acerca de la clasificación dada a la tarea seleccionada.

vi. Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos

Es de gran importancia comprender que el error humano se produce cuando un comportamiento humano o su efecto sobre el sistema exceden los límites de aceptabilidad del mismo.

De acuerdo con M. Isabel de Arquer y Clotilde Nogareda en “*NTP 360: Fiabilidad humana: conceptos básicos*”, el error humano es un desvío con relación a una norma y es por esto que es de gran importancia comprender esta desviación entre el comportamiento esperado y el adoptado realmente para iniciar la búsqueda de soluciones que reduzcan su probabilidad de ocurrencia. Adicional a esto, es necesario considerar la variabilidad de conducta de la persona (en función de su resistencia a la fatiga, sus características psicológicas, afectivas y cognitivas, sus actitudes, su formación y su experiencia) y la variabilidad interpersonal, que pueden manifestarse como elementos de fiabilidad difícilmente controlables. Todo ello hace que las posibilidades de transferir los métodos de la fiabilidad técnica a la fiabilidad humana sean limitadas y resulte necesario emplear métodos específicos.

El modelo de Rasmussen permite corregir errores a través de la identificación del origen del error y el nivel o el momento en el que ocurren. Para esto identifica ciertas etapas en las que según el momento u orden cronológico en el que ocurre los identifica según su tipo o etapa.

Para un primer análisis de los errores el objetivo es relacionar los errores encontrados anteriormente con alguna de las etapas propuestas en este modelo, esto con el fin de poder entender la relación entre el error y las demandas cognitivas propias de la tarea.

Realizar una lista de los errores hallados ayuda a identificar de mejor manera la etapa a la que pertenece; A continuación se muestra la tabla a utilizar para este paso.

TAREA	ERROR HALLADO	ETAPA MODELO RASMUSSEN	NIVEL MODELO RASMUSSEN

El siguiente paso es revisar las 8 etapas (Ver Tabla 4) con el fin de relacionarla al tipo de error hallado. Es importante tener en cuenta que este paso es subjetivo y depende del análisis que el evaluador haga acerca de los errores hallados.

ETAPA	
1.	Activación
2.	Observación
3.	Identificación
4.	Interpretación
5.	Evaluación
6.	Selección de objetivo
7.	Elección del procedimiento
8.	Ejecución

Tabla 4. Etapas de tratamiento de información y toma de decisiones según Ramussen. Adaptado de (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012)

Se debe tener en cuenta que dentro del modelo de Rasmussen existen tres niveles de funcionamiento de la persona, según base su actividad en automatismos, reglas o procedimientos y conocimientos. Dichos niveles corresponden a grados decrecientes de familiaridad con el entorno y la tarea (Ver Tabla 5).

NIVEL BASADO EN HABILIDADES	En este nivel, la ejecución humana es gobernada por patrones de instrucciones que tenemos almacenadas y pre-programadas. Aquí se encuentran las habilidades que han sido muy practicadas y que se realizan sin control consciente, como por ejemplo el pedalear en una bicicleta .En este nivel la persona pasa por las etapas 1 y 2 para inmediatamente saltar a la etapa 8 de ejecución. A este nivel los errores humanos se conocen como “slips” que son errores en la ejecución de una tarea que ha sido correctamente planeada pero que por diferentes factores como por ejemplo el lugar y tiempo de ejecución provocan una situación no deseada, como por
-----------------------------	--

	ejemplo usar una tecla incorrectamente.
NIVEL BASADO EN REGLAS	En este nivel de procesamiento, la composición de una secuencia de subrutinas en una situación de trabajo familiar está controlada normalmente por una regla o procedimiento, almacenada en el cerebro el cual puede haber sido aprendido empíricamente en ocasiones anteriores o recibido de otras personas cuando nos instruyen (formulas o recetas). En este nivel la persona pasa por las etapas 1,2 y 3 y salta a la etapa 8 de ejecución. Aquí los errores están típicamente asociados con una mala clasificación de las situaciones que lleva a aplicar una regla equivocada o con un incorrecto recuerdo del procedimiento.
NIVEL BASADO EN EL CONOCIMIENTO	Durante situaciones no familiares para las cuales no existe un know how o reglas de control disponibles de previos encuentros, el control debe cambiarse a un nivel conceptual más alto, en el cual la ejecución está controlada por las metas que tengamos. En este nivel la persona realiza diversos planes y experimentos mentales usando sus conocimientos almacenados. Para lograr este nivel el trabajador pasa por todas las etapas antes de tomar una decisión. Los errores que ocurren a este nivel se originan por limitación en los recursos y/o por un incompleto o incorrecto conocimiento.

Tabla 5. Niveles de funcionamiento de la persona. Tomado de (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012)

vii. Elementos cognitivos de la tarea

Finalmente se definen los elementos cognitivos de la(s) tarea(s) seleccionadas con la ayuda de los siguientes 7 elementos para los cuales la metodología sugiere utilizar un check list (Ver Tabla 6) en el cual de acuerdo con todo el levantamiento de información inicial se definan y escojan los que más se ajusten y requieran un estudio más detallado.

La siguiente tabla permite al evaluador identificar aquellos elementos cognitivos relacionados a la tarea, para su utilización el analista deberá marcar con “x” aquellos elementos que se identificaron después del proceso de entrevista y el análisis en los pasos anteriores.

Elemento	Definición	Tipos	Selección
La percepción	La percepción se define como el conjunto de procesos y actividades relacionadas con la estimulación que alcanza los sentidos, mediante	Visuales: distinguir objetos, formas y colores.	
		Auditivas: identificar diferentes sonidos	

	los cuales se obtiene información respecto al entorno y las acciones que en éste se realicen.	Táctiles: determinar las cualidades externas de los objetos (liso, rugoso, frío, etc.).	
		Gustativas: diferenciar los diversos sabores (amargo, dulce, ácido, putrefacto).	
		Olfativas: diferenciar olores (agradables, desagradables).	
		Kinestésicas: se forman sobre la percepción sensorial de posición, movimiento y ubicación de las diferentes partes del cuerpo en el espacio.	
Sensaciones	se refiere a experiencias inmediatas básicas, generadas por estímulos aislados simples	Visuales: color y forma.	
		Auditivas: sonidos y ruidos.	
		Olfativas: olores, se dan unidas con sensaciones gustativas.	
		Gustativas: distinguen cuatro sabores fundamentales: dulce, agrio, amargo y salado	
		táctiles: presión y contacto, derivados de ellas son las sensaciones de suavidad, aspereza, blandas, etc.	
		térmicas: de frío y de calor, de ellas derivan las de templado, hirviente, helado, fresco, etc.	
		Kinestésicas: conciencia del esfuerzo físico y coordinan los movimientos.	
Orientación: informan sobre la posición de nuestro cuerpo en el espacio y su desplazamiento. Se le conoce como sensación de equilibrio o estática o espacial.			

Memoria	<p>La memoria es un proceso psíquico que le permite al ser humano, almacenar y recuperar información cognitiva, afectiva y motivacional. Es una función psicológica o un proceso por medio del cual el ser humano codifica, almacena y recupera información.</p>	<p>Sensorial: es el registro inicial y momentáneo de estímulos por los órganos de los sentidos y almacenados como material bruto y sin significado, por 15 a 25 segundos, para después pasar a la memoria a corto plazo. La memoria sensorial, funciona como una especie de fotografía que almacena información (visual, auditiva, táctil, olfativa, gustativa, etc.) durante un cierto período.</p>	
		<p>Ecoica: almacena información proveniente de los oídos; dura 3 a 4 segundos.</p>	
		<p>A corto plazo: memoria de trabajo. Es la memoria en la que el material almacenado de la memoria sensorial, tiene un significado desde un principio, aunque la máxima duración de retención es relativamente corta (de 15 a 25 segundos).</p>	
		<p>A largo plazo: este tipo de memoria se produce cuando el material pasa de la memoria a corto plazo a la memoria a largo plazo, por efecto de la práctica (repetición de información) y se almacena en forma relativamente permanente. A veces su recuperación es difícil.</p>	
		<p>Semántica: recuerdos referidos a conocimientos de hechos relativos al mundo o el nombre de las cosas. (Recordar que 2X2 es 4)</p>	

		Asociativa: apela a modelos asociativos, es decir, evoca un concepto específico, se activan conceptos relacionados con los primeros. ¿Podría recordar lo que hizo la mañana del primer día de trabajo cuando ingresó al área de servicio al cliente?	
		Episódica: son los recuerdos que se relacionan con experiencias personales. Los recuerdos se relacionan con lugares y tiempos específicos.	
		Explícita: es el recuerdo intencional o consciente de información; por ejemplo, cuando un estudiante al dar lección tiene que recordar lo que estudió anteriormente.	
		Implícita: son los recuerdos de los cuales las personas no tienen conciencia.	
		Memoria figurativa: es la representación, de la vida y su naturaleza, es la memoria de los sonidos, los olores, los gustos.	
Olvido	Es la dificultad temporal en recuperar información almacenada en la memoria a largo plazo. Este fenómeno ocurre por la cantidad de recuerdos que existen en la memoria a largo plazo y ocurre interferencias en su recuperación.	Interferencia pre activa: los recuerdos del pasado interfieren con el presente. La información que se aprendió con anterioridad interfiere con el recuerdo de materiales más recientes. La interferencia pre activa actúa hacia el futuro.	
		Interferencia retroactiva: es el fenómeno por el cual la adquisición nueva interfiere con el recuerdo de información aprendida con	

		<p>anterioridad. La interferencia retroactiva opera hacia el pasado, retrocediendo de modo que el presente interfiere con el pasado.</p>	
<p>Inteligencia</p>	<p>Es la capacidad para adquirir conocimientos nuevos. se define también como la capacidad de adaptar el pensamiento a necesidades del momento presente y comprender y establecer significaciones, relaciones y conexiones de sentido</p>	<p>Específicas: se sostiene que la inteligencia está constituida por diferentes tipos de habilidades entre sí. Esto surge de la observación de las diferencias que hay entre las personas y cómo es que algunas se desenvuelven mejor que otras en algunas áreas.</p>	
		<p>Fluidez verbal: es la capacidad para pensar rápidamente dependiendo de la personalidad y del intelecto del sujeto, es la capacidad para evocar rápidamente palabras y conceptos. Ej.: mencione rápidamente 5 nombres de animales que empiecen con la letra M.</p>	
		<p>Comprensión verbal: es la capacidad de entender y utilizar con eficacia el significado de signos verbales. Ej.: Marque el antónimo de la palabra Prolijo: a) Cuidadoso b) Desordenado c) Somero d) Parco e) Bullicio.</p>	
		<p>Capacidad espacial: consiste en la capacidad para detectar con rapidez las semejanzas y las diferencias entre distintos estímulos.</p>	
		<p>Velocidad perceptual: habilidad para detectar con rapidez las semejanzas y las diferencias entre distintos</p>	

	estímulos, es decir la capacidad de identificar y discriminar detalles rápidamente y con exactitud.	
	Razonamiento: capacidad de percibir y utilizar relaciones abstractas, combinar experiencias pasadas para resolver nuevos problemas. Ej.: vino es a uva, lo que leche es a:	
	Aptitud numérica: capacidad de efectuar las operaciones numéricas y resolver problemas mediante el manejo de símbolos numéricos: Ej.: complete la serie: 26, 15, 11, 4,....., 3,.....	
	Componencial, es decir, capacidad para adquirir conocimientos nuevos y para efectuar efectivamente las tareas.	
	Espacial o mecánica: permite solucionar problemas que exijan un cambio en la posición de los cuerpos o en el equilibrio de las fuerzas físicas.	
	Verbal: sirve para expresar y comunicar.	
	Abstracta o sintética: se distingue por pensar conceptualmente, enjuiciar nociones y establecer integraciones significativas entre contenidos psíquicos.	
	Afectiva: permite reconocer, juzgar y dirigir, es decir, auto-analizar y auto-controlar.	

Pensamiento	<p>Es un proceso psíquico por medio del cual se forman representaciones generales y abstractas de los objetos y fenómenos de la realidad a través de la mediación del lenguaje. Es la actividad racional que consiste en buscar la solución a un problema utilizando los conocimientos previamente adquiridos recordando hechos concretos.</p>	<p>Lógico: esta forma de pensamiento se manifiesta cuando existe en el razonamiento racional, adecuada entre las premisas y la conclusión, o se expresan ideas o juicios que tienen además de coherencia gramatical, sentido de realidad.</p>	
		<p>Convergente: las operaciones de pensamiento marchan en una sola dirección, una sola respuesta considerada la correcta. Es el campo de deducciones lógicas o de las interferencias obligadas.</p>	
		<p>Divergente: multidireccional, es decir, la solución del problema en muchas direcciones posibles. La actividad intelectual efectuada planteará diversas soluciones valoradas principalmente por su originalidad y su abundancia. Esta forma de pensamiento se relaciona con la creatividad.</p>	
		<p>Deductivo: parte de categorías generales para hacer afirmaciones sobre casos particulares. Va de lo general a lo particular. Es una forma de razonamiento donde se infiere una conclusión a partir de una o varias premisas.</p>	
		<p>Inductivo: proceso en el que se razona partiendo de lo particular para llegar a lo general, justo lo contrario que con la deducción. La base de la inducción es la suposición</p>	

		de que si algo es cierto en algunas ocasiones, también lo será en situaciones similares aunque no se hayan observado.	
		Analítico: Realiza la separación del todo en partes que son identificadas o categorizadas.	
		Síntesis: Es la reunión de un todo por la conjunción de sus partes.	
		Creativo: Aquel que se utiliza en la creación o modificación de algo, introduciendo novedades, es decir, la producción de nuevas ideas para desarrollar o modificar algo existente.	
		Sistémico: visión compleja de múltiples elementos con sus diversas interrelaciones.	
		Crítico: Examina la estructura de los razonamientos sobre cuestiones de la vida diaria, y tiene una doble vertiente analítica y evaluativa. Intenta superar el aspecto mecánico del estudio de la lógica.	
		Interrogativo: formula preguntas, identificando lo que a la persona le interesa saber sobre un tema.	
Imaginación	Es el proceso mental que consiste en reproducir mentalmente un acontecimiento, o un objeto que antes se ha percibido; o crear nuevas imágenes y circunstancias. Es también, el ejercicio de abstracción de la realidad actual, supuesto en el cual se da solución a necesidades, deseos o preferencias.	Reproductora: elabora objetos sensibles anteriormente percibidos.	
		a) Visual: imagina mejor lo que ve.	
		b) Auditivo: imagina más fácilmente lo que oye.	
		c) Motora: reproduce mejor lo que ha hecho o practicado.	

		Creadora: Elabora en la conciencia productos nuevos y originales.
		Plástica: crea imágenes precisas, netas, claras, que tienden a la extensión y a la corporeidad. Esta imaginación es propia de los arquitectos, pintores, escultores, técnicos, y científicos.
		Difluente: Es aquella que emplea imágenes vagas, imprecisas, tendientes al tiempo y a la subjetividad. Se expresa en la música y en la poesía lírica.
		Artística: dirigida a la realización de la belleza. Es la más libre y en ella tienen gran importancia los sentimientos y la inspiración.
		Científica: se halla al servicio de la utilidad para cuyo logro concibe los medios más rápidos y adecuados. Es la que impulsa a los inventores, hombres de negocios, militares, etc.

Tabla 6. Elementos cognitivos de la tarea. Adaptado de (Beltrán, Rivas, & Muñuzuri, 2007)

El resultado de esta primera etapa del diseño de la metodología será entonces identificar cuáles son los elementos cognitivos que están directamente relacionados con las tareas que involucran los errores más relevantes, obtenidos a partir de los históricos de la organización objeto de estudio.

Luego de hacer un análisis cualitativo de los datos, el siguiente paso es la fase cuantitativa en la cual se realiza un análisis de los involucrados.

2. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

El análisis de involucrados se refiere al análisis cuantitativo de los datos obtenidos en la fase cualitativa. Esta segunda fase busca determinar tanto la fiabilidad del sistema como la fiabilidad humana con el fin de reducir la subjetividad de los resultados de la fase cualitativa.

Inicialmente se hará una evaluación del sistema (fiabilidad del sistema) y posteriormente una evaluación del error humano (fiabilidad humana)

*i. Evaluación del sistema*⁶

Una vez definido el sistema, entidad formada por elementos o componentes discretos que interactúan mutuamente (Creus, 1992), es de gran importancia analizar la fiabilidad de cada uno de los elementos hallados anteriormente como primer paso para el estudio de los procesos logísticos y el correcto análisis de los errores.

Para esta metodología se entiende la fiabilidad como aquella probabilidad de que la tarea desarrolle alguna función durante un periodo de tiempo “t”.

Tenga en cuenta que la fiabilidad se representará por F(t) desde 0 hasta el instante t; partiendo del supuesto de que en el instante 0 la tarea no presenta ningún error, esto quiere decir que F(0)=1. Partiendo de concepto de experto se afirma, además, que en un tiempo largo el elemento habrá fallado y por tanto F(∞)=0.

A partir de esto se obtiene entonces que:

$$F(t) = \frac{N_s(t)}{N(0)} = \frac{N(0) - N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)}$$

En dónde:

$N_s(t)$ = Número de tareas que continúan funcionando

$N_f(t)$ = Número de tareas que han fallado

$N(0)$ = Número total del tareas

*ii. Evaluación del error humano*⁷

Una vez analizada y entendida la fiabilidad del sistema, se encuentra la necesidad de estudiar el factor humano al ser éste un factor determinante al momento de analizar las posibilidades de éxito o fracaso de cualquier empresa. Como se expresó en la introducción de este trabajo la contribución del hombre al fallo del sistema se encuentra entre el 50 y el 80% y por esta razón no sólo se puede estudiar la fiabilidad del sistema sino además se debe estudiar la fiabilidad humana, es decir, la probabilidad de

⁶ (Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas, Juan M. Ruiz-Moreno y Humberto M. Trujillo-2012)

⁷ (Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas, Juan M. Ruiz-Moreno y Humberto M. Trujillo-2012)

que el comportamiento humano o su efecto sobre el sistema excedan el límite de aceptabilidad. Esto para el diagnóstico de los errores y su incidencia en la productividad de los procesos.

En consecuencia, de acuerdo con lo dicho anteriormente, en este punto se estudiará el error humano el cual se presenta cuando el comportamiento humano o su influencia sobre el sistema exceden el límite de aceptabilidad.

En este punto se usará el estudio de las variaciones en el rendimiento humano, definidos por los factores de forma del comportamiento (PSF, Performance Shaping Factor), en dónde se usará información obtenida en pasos anteriores como:

- Situación del entorno de trabajo
- Forma de las instrucciones de trabajo
- Circunstancias de la tarea
- Tipos de errores

Dicho lo anterior, para el siguiente análisis se presentarán diferentes métodos de estudio de la fiabilidad técnica al estudio de la fiabilidad humana. Es de gran importancia no olvidar que las características del ser humano están sujetas a distintas situaciones psicológicas, personales, emocionales, etc. Y por lo tanto se debe considerar dos factores, la “variabilidad de conducta” de la persona (en función de su resistencia a la fatiga, sus características psicológicas, afectivas y cognitivas, sus actitudes, su formación y su experiencia) y la “variabilidad interpersonal”, que pueden manifestarse como elementos de no-fiabilidad difícilmente controlables.

Es por esto que se presentaran distintos métodos ya que las técnicas para la medición de la fiabilidad humana pueden llegar a ser limitadas y dependan de situaciones específicas como el tipo de error hallado.

La evaluación del error humano se llevará a cabo con la cuantificación de errores; la metodología se basa en la literatura y cuantifica el error de la siguiente manera:

$$l = \frac{N_{ED}}{N_D}, \text{ ó, } l = \frac{N_{EP}}{T}$$

En dónde;

l = tasa de error

N_{ED} = Número de errores por tarea

N_D = Número de tareas

N_{EP} = Número de errores en el período de observación

T = Periodo de observación

Una vez definida la tasa de error se debe implementar un análisis más profundo de cada uno de éstos.

A continuación se presentan algunos métodos de análisis y cuantificación del error humano de forma general⁸ (Ver Tabla 7). Cada uno de éstos podrá ser implementado en el estudio según el criterio del evaluador y las características de los errores hallados en los pasos anteriores.

Modelo	Ventajas	Limitaciones	observaciones
THERP	Estándar aceptado	Subjetividad	Aplicable a sectores industriales
	Integrable en un análisis de probabilidad de riesgos	Excesivo énfasis en los errores externamente observable	
	Amplia base de datos disponible	Difícil aplicación de los datos en tablas a situaciones distintas No permite hacer recomendaciones de mejora para errores de diagnóstico.	
SHARP	Adaptable a la experiencia de los analistas	Sólo la pueden aplicar expertos en la actividad analizada	Marco útil para la integración de diversos métodos
	buen tratamiento de las interacciones		
	Buena Integración en el análisis probabilístico de riesgos		
SHERPA	Utilización sencilla para no especialistas	Escaso tratamiento de los errores basados en conocimientos	Se ha aplicado, tanto en sectores industriales como en servicios
	Uso de modelos cognitivos	Falta de madurez	
	Orientado a la propuesta de recomendaciones	Escasa integración en el análisis de probabilidades de riesgos.	
		No considera los aspectos temporales	
		Subjetividad	
TRC	Considera el factor tiempo		Aplicable a acciones post-accidente
	Integrable como parte de cualquier otra técnica		
HRC	Aplicación del modelo	No hay una gran aceptación sobre los	

⁸ Ver artículo científico “*modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas*” de Juan M. Ruiz-Moreno y Humberto M. Trujillo (España, 2012) para ampliar el contenido teórico presentado.

	cognitivo de Rasmussen	parámetros aplicables. Aún se encuentra en proceso de desarrollo	
OAT	Técnica pionera en el tratamiento de errores de diagnóstico y en el efecto temporal	Integración poco clara e el análisis probabilístico de riesgos	
HEART	Aplicación simple	Aislamiento excesivo de las distintas tareas	
INTENTE	Especializado en errores de decisión	Falta de madurez	

Tabla 7. Métodos de análisis y cuantificación del error humano. Adaptado de (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012)

Una vez realizada la fase cuantitativa y cualitativa es necesario documentar los resultados y dar conclusiones para esta primera parte de diagnóstico, con el fin de que el investigador tenga mayor claridad del panorama actual de las tareas más afectadas dentro del proceso caso de estudio.

A partir de la siguiente etapa se da lugar a la fase combinada (cuanti-cualitativa) en la que se pretende trabajar los datos recopilados desde un análisis cualitativo y cuantitativo.

3. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS

La documentación de resultados de las fases cuantitativa y cualitativa permite visualizar de una forma más clara la situación en la que se encuentra cada una de las tareas más afectadas con el fin de poder generar alternativas de mejora dentro del proceso.

Para la documentación de los resultados la metodología sugiere utilizar la siguiente tabla:

TAREA #1:	ERROR #1:		
		CAUSA	
		TIPO	
		ETAPA	
		NIVEL	
		FIABILIDAD	
	ERROR #2:		
		CAUSA	
		TIPO	
		ETAPA	
		NIVEL	
	ELEMENTOS COGNITIVOS	FIABILIDAD	

TAREA #2:		
	ERROR #1:	CAUSA
		TIPO
		ETAPA
		NIVEL
		FIABILIDAD
	ERROR #2:	CAUSA
		TIPO
		ETAPA
		NIVEL
		FIABILIDAD
	ELEMENTOS COGNITIVOS	
	FIABILIDAD DEL SISTEMA	

Tabla 8. Documentación de resultados. Fuente propia.

El resultado de esta documentación será visualizar más claramente los resultados con el fin de tener elementos suficientes para continuar con el análisis de los objetivos.

4. ANÁLISIS DE OBJETIVOS⁹

El análisis de los objetivos implica formular el problema, analizarlo y encontrar alternativas útiles para mejorar no solamente el funcionamiento de las tareas sino también el desempeño del proceso logístico en general. Para visualizar más claramente la forma en la que se realizará el análisis de los objetivos se presenta el siguiente esquema (Ver Ilustración 6).

⁹ NIEBEL, B. W., Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, Mc Graw Hill, México, Duodécima Edición, 2009.

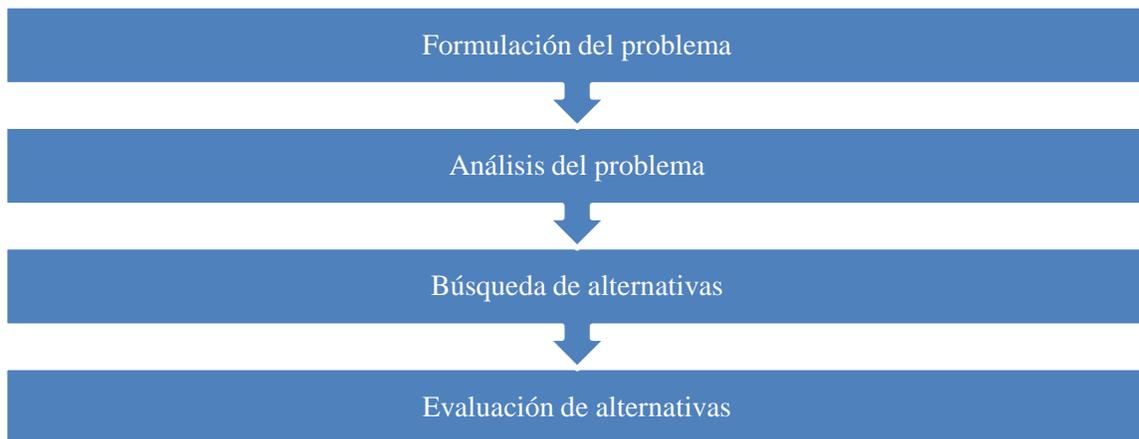


Ilustración 6. Análisis de objetivos. Fuente propia.

Como primer paso es necesario formular el problema con el fin de identificar la situación actual y la deseada.

i. Formulación del problema

La formulación es la identificación tanto del estado actual del problema como del estado al cual se espera llegar con la aplicación de diferentes herramientas y estrategias que permitan precisamente alcanzar este objetivo.

Esta metodología sugiere trabajar con el método de la caja negra (Ver Ilustración 7) el cual permite a través de un estado conocido como *ESTADO A* identificar la situación actual del problema y de un *ESTADO B* la situación a la cual se espera llegar. La caja negra representa las estrategias aplicadas para ir del estado A al estado B.



Ilustración 7. Representación gráfica: Método de la caja negra.

La clave al momento de determinar el estado A y el estado B del problema es encontrar las dos situaciones más generales entre las que se puedan incluir todos los errores que fueron seleccionados previamente. A continuación se da un ejemplo de lo que podría ser la formulación de los dos estados:

Estado A: Insatisfacción del cliente con el servicio.

Estado B: Satisfacción del cliente con el servicio.

Al identificar las dos situaciones más generales que enmarcan el conjunto de errores encontrados y seleccionados previamente se da lugar al análisis de problema.

ii. Análisis del problema

El análisis del problema involucra dos variables, criterios y restricciones, que conducen a la toma de decisiones a partir de alternativas determinadas. Su definición consiste en encontrar todas aquellas restricciones y criterios que giren en torno a las tareas y sus respectivos errores seleccionados previamente como objeto de estudio.

Criterios

Los criterios son características no acotadas requeridas para el diseño o mejora que permiten la toma de decisiones entre un conjunto de alternativas. Por lo general son de carácter cualitativo pero en la medida de lo posible es recomendable la utilización de características medibles.

Siguiendo con el ejemplo de la formulación del problema los criterios que podrían tenerse en cuenta para este caso serían:

- La de mayor retorno de la inversión.
- La de mejor calidad.
- La que mayor satisfacción le dé a los clientes.

Se recomienda para cualquier caso de estudio tener en cuenta el criterio “la de mayor retorno de la inversión” puesto que al final el objetivo principal de las empresas es realizar todas sus estrategias en pro de obtener mayores ingresos.

Restricciones

Las restricciones son características acotadas requeridas para el diseño y mejora que permiten la búsqueda de alternativas. Por lo general son de carácter cuantitativo permitiendo eliminar herramientas de solución que no se encuentren dentro de los rangos establecidos.

Existen dos tipos de restricciones tales como las reales y las ficticias.

Las restricciones reales se refieren a restricciones del entorno laboral, el sector, legislaciones, ambientales entre otras que sí afectan realmente de forma directa la operatividad de la empresa. Estas restricciones pueden ser por ejemplo normatividades, limitaciones del mercado u otras disposiciones legales.

Las restricciones ficticias son limitaciones de la operatividad que pueden ser solucionadas por la empresa para que éstas dejen de ser tratadas como restricciones. Algunos ejemplos claros podrían ser el dinero, la tecnología actual de la empresa, capacidad instalada, entre otros.

Esta etapa de definición de criterios y restricciones es el marco dentro del cual estará determinada la búsqueda de alternativas y la selección de las mismas por lo cual resulta de gran importancia su identificación.

iii. Búsqueda de alternativas

Con la búsqueda de alternativas lo que se espera es hacer un recorrido general por las tareas seleccionadas con el fin de encontrar posibles soluciones que ayuden a la toma de decisiones y re-estructuración de la operatividad de las mismas.

La metodología sugiere la aplicación de una herramienta específica aplicada para cada una de las tareas más afectadas con el fin de encontrar alternativas que ayuden a mejorar el desempeño del proceso.

La herramienta aplicada o Análisis Sipoc busca encontrar, junto con los resultados y conclusiones obtenidos anteriormente, alternativas de mejora para las tareas y por supuesto el proceso.

ANÁLISIS SIPOC

El análisis Sipoc es una herramienta utilizada para relacionar los requerimientos del cliente con los resultados del proceso y los requisitos solicitados al proveedor, detectando así inconsistencias internas. Se enfoca en insumos y variables que pueden afectar el resultado del proceso.

Para efectos del desarrollo de la metodología, ésta sugiere utilizar el análisis Sipoc para cada una de las tareas que fueron seleccionadas previamente como más relevantes.

El modelo tiene en cuenta cinco elementos para su construcción:

- Proveedores: son las entidades que proveen entradas al proceso tales como materiales, información y/o recursos. Para la determinación de los proveedores basta con identificar las entradas del proceso.
- Insumos: son todos los materiales, información, soportes intangibles o tangibles que se requieren para apoyar el proceso. Una manera de determinar si se justifica la entrada al proceso es preguntándose qué pasaría si ésta fuera omitida.
- Proceso: son las actividades necesarias para convertir las entradas en salidas. Para asegurarse que es realmente un proceso, deberá ser posible describirlo como una acción (medir, mezclar, probar, etc.)
- Resultados: son las salidas de un proceso. Éstas tendrán que ser medibles.
- Clientes: son las personas o entidades para quienes la salida es creada. Éstos pueden ser internos o externos. Ésta columna deberá indicar los requisitos del cliente, lo que éste espera recibir.

Cuando se han determinado todos los elementos de construcción para cada tarea que se realiza dentro de un proceso será posible identificar alternativas de mejora para cada una de estas tareas con el fin de ajustar lo que se está haciendo a lo que realmente se debería hacer.

El resultado de esta fase será una lista de todas las alternativas que el investigador pueda encontrar de acuerdo con todo el conocimiento previo del proceso, las tareas y sus errores, sin importar si parecen ser irreales o irrelevantes. Esto último se debe a que es en el siguiente paso en el que el investigador utiliza criterios de selección de alterativas.

iv. *Evaluación de alternativas*

La evaluación de las alternativas se utiliza como una herramienta para determinar la validez de las propuestas de mejora presentadas anteriormente. Esta evaluación se apoya en los criterios que fueron definidos en el análisis del problema y se realiza para cada una de las alternativas.

Se recomienda utilizar una evaluación de alternativas en torno a todos los criterios definidos en el análisis del problema sin incluir el del retorno de la inversión. Esto con el fin de hacer un primer filtro de alternativas y luego en el capítulo IV. Evaluación costo-beneficio determinar las que realmente son más benéficas, en términos económicos, para la empresa.

Selección de alternativas

Para la selección de alternativas se sugiere utilizar un cuadro (Ver Tabla 9) en el cual se tengan en cuenta cada uno de los criterios (sin el de retorno de la inversión), su calificación y observaciones. Para la calificación de las alternativas la metodología sugiere usar signos positivos y negativos según el impacto que tenga cada criterio sobre estas alternativas.

ALTERNATIVA	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	+	+	1.0	
2	+	-	0.5	
3	+	-	0.5	

Tabla 9. Selección de alternativas. Fuente propia.

Para cada alternativa se tendrá que decidir, de acuerdo con la información recopilada de cada tarea, si es válida o no según cada criterio definido anteriormente. Luego de esto se suman los puntos positivos y se le da una calificación a cada alternativa. En las observaciones se tendrá que especificar la razón por la cual se le dio esta puntuación.

Al final sólo se escogerán las alternativas con mayor puntuación según el criterio de decisión del evaluador.

Una vez seleccionadas las alternativas de mejora que más se ajustan a las expectativas del proceso y de la empresa es necesario hacer un análisis de estrategias en el cual se puedan validar estas alternativas e identificar si están mejorando realmente el desempeño del proceso.

5. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS

El análisis de estrategias es la fase de la metodología en la que se simulan las alternativas de mejora previamente seleccionadas y se dan unos resultados con el fin de visualizar los beneficios que traería a la empresa mejorar sus procesos, a través de la implementación de las alternativas sugeridas por el investigador.

Este análisis de estrategias comprende dos fases, la primera de simulación y la segunda de entrega o documentación de resultados.

i. Simulación de las alternativas de mejora

De acuerdo con Meliá, J.L., Ricarte, J.J. y Arnedo, M.T. (1999) en “*Productividad y Seguridad en el trabajo: Un estudio experimental del efecto de las instrucciones y del refuerzo en el tiempo y los errores de ejecución. Revista de Psicología Social Aplicada, 9(2), 69-89*” la simulación de una tarea comprende la identificación de cuatro elementos importantes para alcanzar los resultados esperados tales como la selección de la tarea a simular, los sujetos, las variables independientes y las variables dependientes. De acuerdo con esto se hará una breve explicación de lo que cada una implica.

SELECCIÓN DE LA TAREA A SIMULAR

La tarea experimental debe ser escogida dependiendo no sólo del criterio del evaluador sino también de la “urgencia” o la necesidad que tenga la empresa de modificar aspectos de la tarea y el impacto que esto pueda traer tanto para el encargado de la ejecución de ésta como para la empresa. Sin embargo de acuerdo con la estructura de la metodología las tareas más afectadas que ameritan un análisis ya fueron seleccionadas previamente.

SUJETOS

Los sujetos son factores, importantes para la simulación, que influyen en el desempeño de la tarea y la ejecución de errores.

VARIABLES INDEPENDIENTES

El analista debe realizar una lista de variables o factores que considere afectan la ejecución de la o las tareas nombradas en el punto anterior; si el evaluador lo considera pertinente puede usar aquellos factores cognitivos de la tarea seleccionados en pasos anteriores.

VARIABLES DEPENDIENTES

Para el modelo de simulación se proponen dos tipos de variables dependientes:

1. Variables de seguridad de conducta: actividades o factores que generan mayor número de errores.
2. Variable dependiente: grado de productividad de la conducta, es decir, el tiempo total de ejecución.

Las variables dependientes serán utilizadas como indicadores y serán aquellas que muestren el estado del modelo, es decir si a partir de las modificaciones que se le hagan a las variables el modelo mejora o no.

Es importante tener en cuenta que la razón de ser de la simulación es validar las alternativas de mejora propuestas en la etapa de análisis de objetivos. Así mismo se espera encontrar una relación entre los elementos cualitativos y cuantitativos de las tareas.

Luego de determinar los elementos sugeridos por la metodología, ésta sugiere utilizar, de acuerdo con el ministerio de trabajo y asuntos sociales de España¹⁰, probabilidades de error humano y posteriormente encontrar una relación entre estas probabilidades (según correspondan al caso de estudio), los elementos cognitivos propios de cada tarea y por supuesto las alternativas de mejora para mostrar el estado actual y el propuesto.

Así según la metodología la forma sugerida de simular las alternativas de mejora para cada una de las tareas relevantes se explica a continuación. Sin embargo se debe resaltar que cada modelo de simulación es propio del caso que se esté analizando puesto que las variables impactan de formas diferentes sobre las tareas dependiendo del proceso y el entorno en el que se presenten:

1. De acuerdo con los elementos cognitivos seleccionados para cada tarea en la primera etapa de la metodología se deben asignar unos pesos para cada uno de estos según el criterio del evaluador y de la empresa. Estos pesos definidos en porcentajes del 0 al 100% demuestran la importancia y/o impacto que tiene cada elemento sobre la tarea.
2. Una vez definidos los pesos relativos de cada elemento cognitivo propio de cada tarea, de acuerdo con las probabilidades de error humano propuestas en el artículo referenciado¹¹, seleccione únicamente las que se ajusten tanto a la tarea como al proceso caso de estudio.
3. El siguiente paso es la determinación del coeficiente de estrés según corresponda y posteriormente ajustar las probabilidades de error humano.
4. La probabilidad total de error humano (PTEH) para cada tarea será entonces

$$PTEH = \sum_1^n w_i * \sum_1^m \text{probabilidad ajustada de error humano } i$$

Donde,

n: número de elementos cognitivos de la tarea.

wi: peso relativo para el elemento cognitivo.

m: número de probabilidades de error humano aplicables al caso de estudio.

Existe una estricta relación entre los elementos cognitivos de la tarea y la probabilidad de error humano ya que en la medida en que disminuyan las exigencias cognitivas disminuye la probabilidad de error humano.

5. Con la probabilidad total de error humano de la tarea se calcula entonces la probabilidad de éxito (PE) de la ésta identificando el complemento, es decir, $PE = 1 - PTEH$.
6. La eficiencia aportada desde la cognición a la tarea será entonces:

¹⁰ (Faig Sureda, 2000)

¹¹ (Faig Sureda, 2000)

$$e = \frac{\text{probabilidad de éxito encontrada}}{\text{probabilidad de éxito esperada}}$$

La tarea será eficiente cuando es igual a 1 o muy eficiente cuando es mayor a uno.

7. Finalmente se determina la eficiencia cognitiva de la tarea. Para este paso es importante que se cuente con el porcentaje de participación cognitiva en la tarea. Éste se puede determinar a partir del conocimiento previo de la tarea y del criterio de la empresa.
Se debe tener en cuenta que en un 100% de ejecución de la tarea existe una participación cognitiva del ser humano, una participación física del ser humano y una participación tecnológica. Según lo anterior:

$$\text{eficiencia cognitiva} = \frac{\text{eficiencia aportada a la tarea desde la cognición}}{\text{participación cognitiva en la tarea}}$$

8. Para la simulación de las alternativas se deben seguir los siete pasos anteriores pero teniendo en cuenta cómo varían los pesos relativos de los elementos cognitivos y las probabilidades de error humano si se implementaran las alternativas de mejora propuestas.
9. Por último se compara la eficiencia cognitiva inicial con la eficiencia cognitiva final y se dan unos resultados, conclusiones y recomendaciones a la empresa de acuerdo con toda la información previamente analizada.

Como cierre del capítulo del diseño de la metodología se puede decir que su alcance está fundamentado precisamente en aportar herramientas de ergonomía cognitiva y de ingeniería industrial con el fin de mostrar su relación al momento de evaluar el desempeño de un proceso. Dichas herramientas harán parte de una serie de pasos que permiten acompañar y dirigir al investigador, a diagnosticar y proponer soluciones relacionadas con los errores humanos cometidos durante la ejecución del proceso.

Se espera que con la ayuda de este capítulo sea posible aplicar al caso de estudio, de forma organizada y secuencial, todas las herramientas propuestas por la metodología y posteriormente ajustarlas.

A continuación se abordará el segundo capítulo del proyecto de investigación, la aplicación de la metodología diseñada.

II. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

El capítulo presentado a continuación pretende aplicar la metodología diseñada en el capítulo anterior con el fin de identificar si existen herramientas sugeridas que no son necesarias para alcanzar el objetivo general de la metodología o que por el contrario deben ser incluidas o modificadas para lograr los resultados esperados. La aplicación de la metodología se relaciona con el objetivo general del

proyecto de investigación en la medida en que éste pueda mostrar que al aplicar lo que desde la teoría se construyó se puedan obtener resultados reales y esperados de la industria del país.

Los aportes a este capítulo están relacionados con el hecho de llevar lo que desde la teoría ya existe en cuanto a ergonomía cognitiva e ingeniería industrial y lo que desde la academia se le aporta a ese conocimiento existente, a la realidad de las industrias y por tanto los procesos logísticos de empresas de servicios.

El capítulo estará documentado como se muestra a continuación (Ver Ilustración 8). Como se explicó en los objetivos específicos, este capítulo implica una validación y posteriormente un ajuste que permite que la metodología se aplique de forma correcta en la empresa caso de estudio.

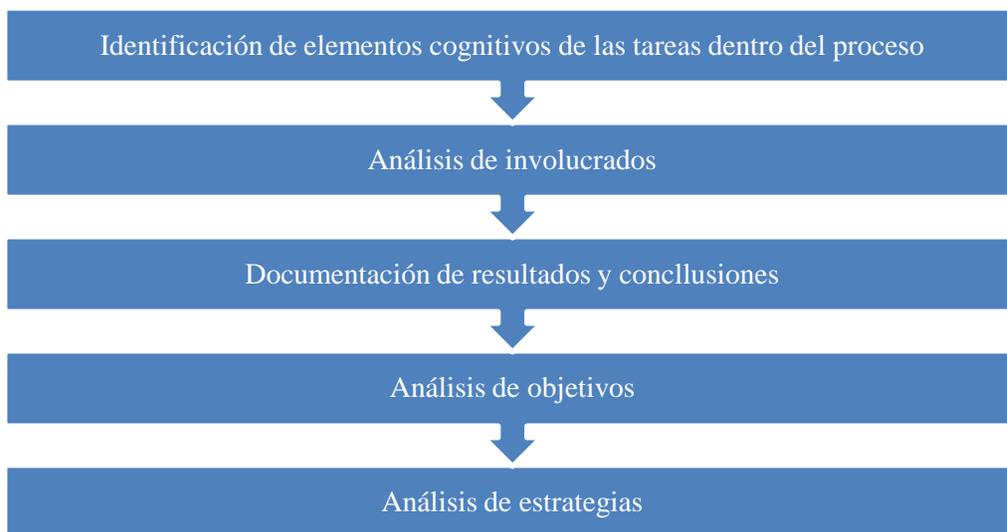


Ilustración 8. Aplicación de la metodología. Fuente propia.

Teniendo en cuenta la ilustración 8 el primer paso para la aplicación de la metodología es la identificación de los elementos cognitivos de las tareas dentro del proceso.

1. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO

Para identificar los elementos cognitivos de las tareas dentro del proceso será necesario como primer paso documentar el macro proceso e identificar cual será el proceso a diagnosticar de aquí en adelante.

i. Documentación del macro proceso¹²

La documentación del macro proceso se llevará a cabo en tres etapas tales como la descripción general de una empresa de fragancias, selección del proceso objeto de estudio y finalmente la situación actual del proceso seleccionado.

DESCRIPCION GENERAL DE UNA EMPRESA DE FRAGANCIAS

Como una multinacional líder en la creación de fragancias utilizadas en una gran variedad de productos de consumo diariamente usados por millones de consumidores en el mundo, esta empresa productora y comercializadora desde el siglo XIX ha trabajado de la mano con las principales marcas del mundo en aromas para desarrollar los productos mejor posicionados en el mercado global.

Esta compañía registrada como empresa de Fabricación de productos Químicos tiene presencia en 35 países en el mundo, contando con aproximadamente 70 empleados en su filial ubicada en Bogotá-Colombia. Cuenta también con una cadena de abastecimiento global, lo que la hace tener procesos estandarizados que siguen una estructura específica desde su casa matriz. Existen particularidades entre cada una de las culturas que hacen parte de esta multinacional, las cuales conllevan a que las implementaciones para cada filial varíen de una a otra.

La filial en Bogotá es canal de intermediación entre la planta productora más cercana y algunos clientes asignados de la región Andina; además se encarga de atender y despachar los productos a todos los clientes locales. Esta empresa no cuenta con una planta de producción por lo que todos sus productos despachados son a través de un modelo de importación, suministrados por su filial productora más cercana.

De acuerdo con la metodología a continuación se muestra el mapa de servicios (Ver Ilustración 9) en el que se puede visualizar el macro proceso de la unidad de negocios de fragancias de la empresa caso de estudio.

¹² Por acuerdos de confidencialidad el nombre de la empresa se mantendrá en reserva durante la elaboración del proyecto de investigación.

REQUERIMIENTOS DE:

C
L
I
E
N
T
E

G
L
O
B
A
L

C
L
I
E
N
T
E

L
O
C
A
L

Gestión Comercial <-> Gestión Financiera <-> Gestión Humana

Servicio al Cliente <-> Logística

Gestión de Calidad
Gestión Centro Creativo <-> Mercadeo
Gestión Tecnológica <-> Contabilidad <-> Servicios Generales

SATISFACCIÓN DE:

C
L
I
E
N
T
E

G
L
O
B
A
L

C
L
I
E
N
T
E

L
O
C
A
L

Ilustración 9. Mapa de servicios Empresa de Fragancias. Fuente propia.

De acuerdo con la ilustración 9 el mapa de servicios de la empresa muestra gráficamente cómo a partir de los requerimientos de los clientes, tanto globales como locales, funcionan todas las áreas de la empresa, lo cual implica una dirección estratégica de parte del área comercial, financiera y de recursos humanos contando el apoyo de áreas como calidad, centro creativo, mercadeo, tecnología, contabilidad y servicios generales. Todo esto con el fin de cumplir con los requerimientos de los clientes a través de procesos operativos dirigidos por el área de customer service y logística.

Siguiendo con la estructura sugerida por la metodología a continuación se selecciona el proceso que se va a diagnosticar y analizar de aquí en adelante.

SELECCIÓN DEL PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

Los dos criterios sugeridos de selección del proceso, según la metodología, son por línea de visibilidad o por puntos de deficiencia. Para este caso en particular se hizo una selección por puntos de deficiencia y se escogió el proceso de abastecimiento de órdenes en el área de customer service puesto que es el más expuesto a errores y para el cual su impacto económico está relacionado con la ocurrencia de los mismos. Esta selección se realizó también teniendo en cuenta la disponibilidad de los datos.

SITUACIÓN ACTUAL ÁREA/PROCESO SELECCIONADO

Una vez seleccionado el área y por tanto el proceso a evaluar, a continuación se hace una breve descripción de su situación actual.

Servicio al cliente: Abastecimiento de órdenes de Fragancias.

La función principal del área de servicio al cliente es el abastecimiento de órdenes (Ver Ilustración 10) el cual por ser un proceso tan operativo requiere de niveles altos de concentración por su exposición continua a cometer errores.



Ilustración 10. Abastecimiento de órdenes. Fuente propia.

Esta área pertenece a la red logística de la empresa y trabaja en conjunto con las otras filiales de la región andina por objetivos comunes encaminados a satisfacer las necesidades y requerimientos de sus clientes.

De acuerdo con un reporte de documentos contables de la empresa (Ver Anexo V. Análisis de Pareto. Caso de estudio: Servicio al cliente de una empresa de fragancias.), que va del II-2012 al I-2013, se cometieron aproximadamente 79 errores humanos entre 1300 facturas generadas en el sistema, es decir un error estimado del 7% para este periodo. Aunque este porcentaje parece no ser significativo en términos económicos equivale a una pérdida de 2792'547.740 COP entre costos directos e indirectos para la empresa por lo que vale la pena identificar su origen y encontrar alternativas de mejora en pro de disminuir este valor.

Son muchas las razones por las que se puede estar presentando ese 7% de errores humanos en el abastecimiento de órdenes sin embargo, según el equipo de Customer Service, se cree que este indicador se vio afectado en el 2012 por la alta rotación de trabajadores en el área que se tuvo para este año. Aseguran que no se cuenta con una metodología de entrenamiento prevista para personas nuevas y sin experiencia en el cargo. Por otra parte este tipo de tareas requiere de altas demandas cognitivas cuando por ejemplo necesitan hacerse reprogramaciones para los clientes (actualización de pedidos y/o ingreso de nuevas órdenes de compra) para por lo menos 140 productos diferentes por lo que la exposición a cometer un error desde la cognición es muy alta.

Teniendo una idea general de la situación actual del área, de acuerdo con la metodología, el siguiente paso es la selección de los eventos.

ii. Selección de los eventos

Para la selección de los eventos se utilizó un reporte de documentos contables de la empresa en el que se tuvieron en cuenta únicamente emisiones de notas crédito¹³, retornos¹⁴ y cancelaciones de facturas¹⁵. Estos reflejan todas las pérdidas económicas directas e indirectas para la empresa que fueron causadas por errores humanos cometidos durante el proceso de abastecimiento de órdenes.

De acuerdo con la metodología se realizó un análisis de Pareto (Ver Anexo V. Análisis de Pareto. Caso de estudio: Servicio al cliente de una empresa de fragancias) para el cual los resultados se observan gráficamente a continuación (Ver Ilustración 11):

¹³ Nota crédito: Es el comprobante que una empresa envía a su cliente con el fin de informar la acreditación en su cuenta por un valor determinado.

¹⁴ Retorno: Nota crédito que se genera para justificar una anulación de un documento contable y de esa forma poder retornar un material que ya se encontraba por fuera del inventario de la empresa.

¹⁵ Cancelación de factura: registro contable que se realiza con el fin de anular una factura y reemplazarla por otra que sí contiene la información correcta.

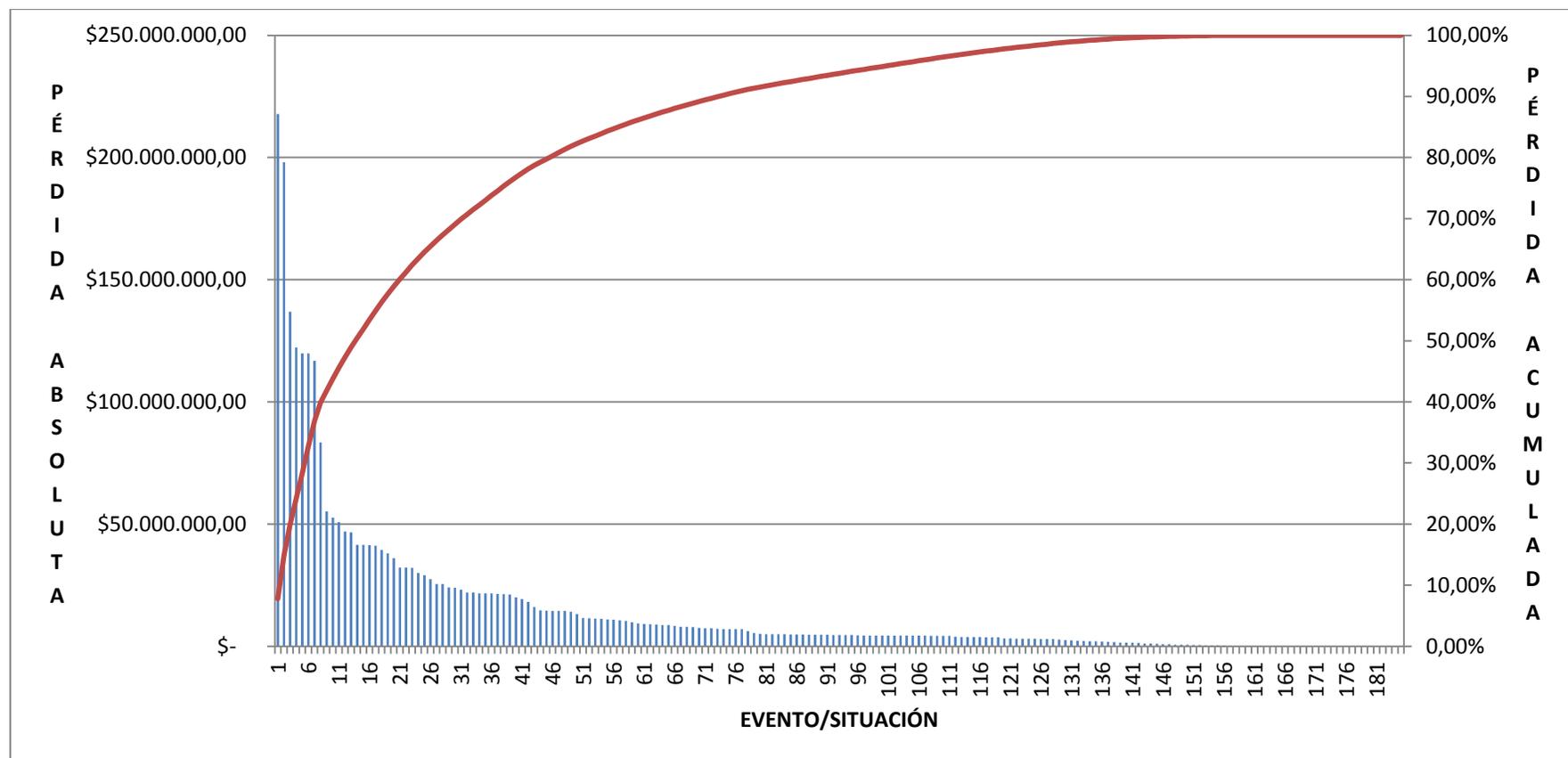


Ilustración 11. Análisis de Pareto de notas crédito. Fuente propia

De acuerdo con la gráfica anterior el análisis de Pareto concluye con que solucionando el 24,32% de los eventos/situaciones se soluciona el 79,75% de las pérdidas económicas.

Una vez seleccionados los eventos a trabajar, de acuerdo con la metodología, se continúa con el estudio de estos eventos para identificar los errores humanos.

iii. Estudio de los eventos

Una vez realizado el análisis de Pareto en el cual se logró identificar el 24,32% de los eventos, que se van a examinar de aquí en adelante, se diseña la entrevista, se aplica y posteriormente se obtienen unos resultados. Los pasos que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

1. Relacionar las personas con los eventos: Para este paso únicamente fue necesario emitir el reporte desde el sistema, utilizado en el análisis de Pareto, con un campo adicional en el cual se pudieran observar los nombres de las personas que quedaron registradas como responsables de las notas crédito, cancelaciones y retornos de facturas. Así mismo se tuvieron en cuenta únicamente los representantes de servicio al cliente de la filial de la empresa en Bogotá. (Ver Tabla 10). Es importante recordar que esta relación de trabajador con evento se realiza con el fin de identificar las personas a las cuales se les va a realizar la entrevista.

Eventos	Representante de servicio al cliente	Pérdida económica acumulada	Criterio de decisión
Nota crédito	X	7,80%	0,54%
Nota crédito	Y	14,89%	1,08%
Crédito por retorno	Y	19,79%	1,62%
Cancelación de factura	Y	24,17%	2,16%
Cancelación de factura	Y	28,46%	2,70%
Cancelación de factura	Y	32,75%	3,24%
Crédito por retorno	Y	36,93%	3,78%
Cancelación de factura	Y	39,92%	4,32%
Nota crédito	X	41,90%	4,86%
Crédito por retorno	Y	43,78%	5,41%
Cancelación de factura	Y	45,60%	5,95%
Cancelación de factura	Y	47,28%	6,49%
Cancelación de factura	Y	48,95%	7,03%
Cancelación de factura	Y	50,44%	7,57%
Cancelación de factura	Y	51,93%	8,11%
Nota crédito	X	53,41%	8,65%
Cancelación de factura	Y	54,88%	9,19%
Cancelación de factura	Y	56,29%	9,73%
Nota crédito	Y	57,66%	10,27%
Cancelación de factura	Y	58,95%	10,81%
Cancelación de factura	Y	60,10%	11,35%
Cancelación de factura	Y	61,26%	11,89%

Cancelación de factura	Y	62,40%	12,43%
Cancelación de factura	Y	63,48%	12,97%
Nota crédito	X	64,52%	13,51%
Cancelación de factura	Y	65,50%	14,05%
Crédito por retorno	Y	66,42%	14,59%
Crédito por retorno	Y	67,33%	15,14%
Cancelación de factura	Y	68,19%	15,68%
Cancelación de factura	Y	69,05%	16,22%
Crédito por retorno	Y	69,88%	16,76%
Nota crédito	X	70,67%	17,30%
Cancelación de factura	Y	71,45%	17,84%
Cancelación de factura	Y	72,23%	18,38%
Cancelación de factura	Y	73,00%	18,92%
Cancelación de factura	Y	73,78%	19,46%
Cancelación de factura	Y	74,55%	20,00%
Crédito por retorno	Y	75,31%	20,54%
Cancelación de factura	Y	76,07%	21,08%
Cancelación de factura	Y	76,78%	21,62%
Cancelación de factura	Y	77,48%	22,16%
Cancelación de factura	Y	78,13%	22,70%
Nota crédito	Y	78,70%	23,24%
Cancelación de factura	Y	79,23%	23,78%
Crédito por retorno	Y	79,75%	24,32%

Tabla 10. Relación personas-errores. Reporte SAP de documentos contables suministrado por la empresa.

Una vez identificadas las personas a entrevistar se diseña la entrevista y posteriormente se dirige.

2. Entrevista:

Definir el objetivo de la entrevista: Teniendo en cuenta los resultados que se esperaban de la encuesta, el objetivo principal definido fue *“Determinar cuáles fueron los errores humanos cometidos por el equipo de Customer Service fragancias de la empresa caso de estudio, durante el periodo que va desde el 01 de julio de 2012 hasta el 30 de Junio de 2013. Así mismo conocer la situación presentada alrededor de cada uno de estos errores y la tarea que se estaba realizando, con sus actividades, entradas y salidas”*.

Desarrollo de preguntas y entrevista piloto: Las preguntas de la entrevista fueron realizadas en ciclos de pregunta abierta- de investigación y cerrada de acuerdo con lo sugerido por la metodología. Por su parte el piloto de la entrevista fue realizado a uno de los dos trabajadores a entrevistar y posteriormente con los resultados se hicieron los ajustes respectivos para alcanzar los resultados esperados (Ver Anexo VI. Entrevista piloto).

Dirigir y grabar la entrevista: Finalmente luego de realizarle los ajustes respectivos al piloto se dirige la entrevista a los dos representantes de servicio al cliente de la empresa en Bogotá (Ver Anexo VII. Entrevista final).

De los resultados de las entrevistas se puede decir que de 45 eventos seleccionados en el análisis de Pareto sólo 12 de éstos fueron notificados por errores humanos cometidos por los representantes de servicio al cliente (33 fueron debidos a errores en la calidad del producto y/o actualizaciones en el sistema de información de la empresa). Así, de acuerdo con los resultados de la entrevista, los 12 eventos finalmente se relacionaron con cuatro errores humanos. (Ver Tabla 11)

ERROR HUMANO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	TAREA	CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA	IMPACTO ECONÓMICO
1. No se facturó el día en que el cliente solicitó.	<p>Error de comunicación: Cada vez que se realiza un despacho se deben revisar unas instrucciones del cliente. Para este cliente en particular la factura debe tener la misma fecha del día del despacho. Shipping realiza una llamada telefónica al representante de servicio al cliente para preguntar si es posible facturar el día anterior al despacho; la respuesta fue sí ya que el representante no se acordaba de la instrucción que siempre se tiene en cuenta para este cliente. Aunque Shipping tiene ese tipo de instrucciones por cliente, en una urgencia consultó con el representante si era posible facturar antes, sin comentar lo que se tenía como instrucción, por lo que el representante no se acordó.</p> <p>La situación se presenta una vez el cliente recibe el producto junto con los documentos y se da cuenta que la fecha de la factura no coincide con la fecha</p>	Revisar la hoja de vida del cliente.	Consiste en revisar un documento con la información del cliente y finalmente verificar si esta información coincide con la forma en que se está llevando a cabo el proceso.	\$(52.592.400,00)

	del despacho.		
2. Una orden que se recibió e ingresó en diciembre	La cancelación de la factura se realizó ya que se despachó el mismo pedido en dos veces desde México (Mx). Una orden que se había entregado en enero volvió a despacharse en febrero.	1. Comparar la fecha de la orden de la compra contra el día que se recibe. 2. Comparar número de orden de compra.	Estas dos tareas implican revisar que la orden de compra tenga la misma fecha del día en que es recibida por el representante de servicio al cliente así como también que el número de la orden no exista ya en el sistema.
			\$(355.364.435,58)
3. La factura fue emitida a nombre de F para entregar a F. Se le estaba cobrando a la persona que no era.	Se hizo un retorno porque hay un material que se le vende al cliente G y se le entrega al cliente F, el pedido fue ingresado de forma incorrecta y la factura salió a nombre de F para entregar a F. Se le estaba cobrando al cliente que no era.	Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	Consiste en comparar la orden que se ingresó en SAP contra la orden enviada por el cliente y verificar que la información coincide 100%.
			\$(116.787.225,60)
4. No revisar que la orden enviada desde Estados Unidos estuviera bien hecha respecto a la información que Colombia tenía y le había enviado previamente.	Se hizo una nota crédito con el fin de anular la factura pues Estados Unidos (US) no actualizó los precios del material y además el incoterm era CFR y no incluyeron el valor de los fletes, es decir, US estaba pagando todo como si con el cliente se hubiera negociado bajo el incoterm EXW. Co envió la información correcta sin embargo no revisó que US la hubiera ingresado bien. El error fue no comparar la información enviada con la recibida.	Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente	Consiste en comparar la información de la orden de compra enviada por US a Co contra la orden de compra enviada por el cliente.
			\$(16.043.845,10)

Tabla 11. Recopilación de los datos. Fuente propia.

En conclusión del 24,32% de eventos analizados se identificaron solo cuatro errores humanos atribuidos al área de servicio al cliente. Así mismo cada evento está relacionado con un error el cual a

su vez se relaciona con un documento de facturación, sin embargo para cada material relacionado con dicho documento se carga una nota crédito de la misma naturaleza pero de valor económico diferente pues sus precios en el mercado no son los mismos; por esta razón los montos por error humano cometido pueden llegar a ser muy altos.

Luego de realizar el estudio de los eventos y posteriormente identificar los errores de acuerdo con la metodología, el siguiente paso es la documentación de las tareas con las que se relacionan cada uno de los cuatro errores.

iv. Documentación de las tareas

Con el fin de tener toda la información necesaria para la documentación se realizó inicialmente una observación de las cinco tareas relacionadas con los cuatro errores identificados. El objetivo de la observación es poder determinar las actividades, entradas y salidas de cada una de las tareas críticas del proceso. El resultado de esta observación será precisamente la matriz de flujo (Ver Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15) sugerida por la metodología, para cada una de las tareas.

MATRIZ DE FLUJO DE LA TAREA

Revisar hoja de vida del cliente			
ETAPAS	FLUJO	ENTRADAS	SALIDAS
1. Revisar sold to, ship to y bill to. 2. Revisar los requisitos específicos del cliente. 3. Revisar IPC, Fragancia y precio. 4. Verificar que lo que se encuentra registrado en la hoja de vida corresponda con la forma en que se está llevando a cabo el proceso.	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> 1[1] 1 --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> FIN([FIN]) 1 --> INICIO </pre>	Hoja de vida Orden de compra	

Tabla 12. Matriz de flujo Tarea 1. Fuente propia.

Comparar la fecha y el número de la orden de la compra contra el día que se recibe				
ETAPAS	FLUJO	ENTRADAS	SALIDAS	
1. Abrir el documento enviado por el cliente	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> 1[1] 1 --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> 5[5] 5 --> FIN([FIN]) </pre>	Orden de compra		
2. Verificar que el día de la orden sea igual al día en que ésta llega.				
3. Verificar el número de la orden			Reporte SAP	
4. Aprobar				
5. Ingresar datos				
				Orden de compra SAP

Tabla 13. Matriz de flujo Tarea 2 y 3. Fuente propia.

Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente			
ETAPAS	FLUJO	ENTRADAS	SALIDAS
1. Imprimir la información	INICIO		
2. Comparar las ordenes	1	Hojas blancas	
3. Aprobar	2	Orden de compra SAP Orden de compra cliente	Orden de compra SAP
4. Revisar contra la orden en digital	3		
5. Aprobar	4	Orden de compra SAP digital	
	5		
	FIN		

Tabla 14. Matriz de flujo Tarea 4. Fuente propia.

Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente				
ETAPAS	FLUJO	ENTRADAS	SALIDAS	
1. Abrir el documento electrónico enviado por US.	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> 1[1] 1 --> 2[2] 2 --> 3[3] 3 --> 4[4] 4 --> 5[5] 5 --> FIN([FIN]) </pre>	Orden de compra enviada por US		
2. Revisar los precios				
3. Revisar los datos del cliente				
4. Revisar contra las instrucciones que se enviaron a US				
5. Aprobar			correo electrónico de instrucciones de Co a US	

Tabla 15. Matriz de flujo Tarea 5. Fuente propia.

Una vez documentadas las cinco tareas en la matriz de flujo se da lugar a la clasificación de los errores humanos.

v. Clasificación de los errores humanos

Con toda la información recopilada anteriormente en el área de servicio al cliente de la empresa caso de estudio es posible clasificar los errores humanos por causa y tipo de acuerdo con la metodología propuesta (Ver Tabla 16).

	CLASIFICACIÓN	TAREA	OBSERVACIONES
CAUSA	Control	1. Revisar hoja de vida del cliente	Omisión de una acción debida a exceso de trabajo
	Control	2. Comparar la fecha y el número de la orden de la compra contra el día que se recibe	Por exceso de entrada de información no se hizo la inspección respectiva.
	Ejecución	3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	
	Control	4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente	
TIPO	2 y 5	1. Revisar hoja de vida del cliente	
	2 y 5	2. Comparar la fecha y el número de la orden de la compra contra el día que se recibe	
	2 y 5	3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	
	2 y 5	4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente	

Tabla 16. Clasificación de errores humanos por tipo y causa. Fuente propia.

Una vez clasificados los errores por causa y tipo se relacionan cada uno de los errores humanos con las demandas cognitivas de sus respectivas tareas.

vi. Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos

De acuerdo con la metodología propuesta los resultados de la investigación de los errores para esta etapa son como se muestran a continuación (Ver Tabla 17):

TAREA	ERROR HALLADO	ETAPA MODELO RASMUSSEN	NIVEL MODELO RASMUSSEN
1. Revisar hoja de vida del cliente	No se facturó el día en que el cliente lo solicitó.	Activación	Nivel basado en reglas
2. Comparar la fecha y el número de la orden de la compra contra el día que se recibe	Una orden que se recibió e ingresó en diciembre volvió a recibirse e ingresarse en enero. Se ingresó dos veces la misma orden en distintas fechas, separadas por un mes.	Identificación	Nivel basado en habilidades
3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	La factura fue emitida a nombre de F para entregar a F. Se le estaba cobrando a la persona que no era.	Identificación	Nivel basado en habilidades
4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente	No revisar que la orden enviada desde Estados Unidos estuviera bien hecha respecto a la información que Colombia tenía y le había enviado previamente.	Identificación	Nivel basado en reglas

Tabla 17. Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos. Fuente propia.

Una vez relacionadas las demandas cognitivas de la tarea con los errores humanos de acuerdo con el modelo de Rasmussen sugerido por la metodología finalmente se identifican los elementos cognitivos de la tarea.

vii. Elementos cognitivos de la tarea

El resultado final de esta primera etapa será la identificación de los elementos cognitivos que involucra cada una de las tareas (Ver Tabla 18)

Tarea 1. Revisar hoja de vida del cliente
Tarea 2. Comparar la fecha y el número de la orden de la compra contra el día que se recibe
Tarea 3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente
Tarea 4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente

Elemento	Tipos	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3	Tarea 4
La percepción	Visual	x	x	x	x
	Auditiva				
	Táctil				
	Gustativa				
	Olfativa				
	Kinestésica				
Sensaciones	Visual	x	x	x	x
	Auditiva				
	Olfativa				
	Gustativa				
	Táctil				
	Térmica				
	Kinestésica				
	Orientación				
Memoria	Sensorial	x	x	x	x
	Ecoica				
	A corto plazo	x	x	x	x
	A largo plazo				
	Semántica	x	x	x	x
	Asociativa				
	Episódica				
	Explícita				
	Implícita	x	x	x	x
	Memoria figurativa				
Olvido	Interferencia pre activa	x			x
	Interferencia retroactiva				
Inteligencia	Específica				
	Fluidez verbal				
	Comprensión verbal				
	Capacidad espacial				
	Velocidad perceptual	x	x	x	x
	Razonamiento	x	x	x	x
	Aptitud numérica	x	x	x	x
	Componencial	x	x	x	x
	Espacial o mecánica				
	Verbal	x	x	x	x
	Abstracta o sintética	x			
	Afectiva	x	x	x	x

Pensamiento	Lógico	x	x	x	x
	Convergente	x	x	x	x
	Divergente	x			
	Deductivo				
	Inductivo				
	Analítico		x	x	x
	Síntesis	x			
	Creativo				
	Sistémico	x	x	x	x
	Crítico	x	x	x	x
	Interrogativo	x	x	x	x
Imaginación	Reproductora				
	Visual				
	Auditivo				
	Motora				
	Creadora				
	Plástica				
	Difluente				
	Artística				
	Científica	x	x	x	x

Tabla 18. Identificación de elementos cognitivos de las tareas. Fuente propia.

Una vez seleccionados los elementos cognitivos correspondientes a cada una de las tareas es necesario asignarles, de acuerdo con la observación y las características de éstas, unos pesos relativos (0 - 100%) que muestren la participación que tienen dentro de su respectiva tarea (Ver Tabla 19). Es importante resaltar que la calificación de los pesos para cada uno de los elementos cognitivos además de ser evaluado de acuerdo con el criterio de los analistas posteriormente fue presentado y aprobado por la empresa caso de estudio.

TAREA	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO
Revisar hoja de vida del cliente	Percepción visual	0,2
	Sensación visual	0,06
	Memoria sensorial	0,1
	Memoria corto plazo	0,04
	Memoria implícita	0,09
	Inteligencia velocidad perceptual	0,02

	Inteligencia razonamiento	0,09
	Inteligencia componencial	0,02
	Inteligencia verbal	0,05
	Inteligencia afectiva	0,06
	Pensamiento interrogativo	0,02
	OTROS	0,07
Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe	Percepción visual	0,15
	Memoria sensorial	0,15
	Memoria corto plazo	0,2
	Inteligencia velocidad perceptual	0,15
	Inteligencia aptitud numérica	0,08
	Pensamiento convergente	0,08
Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	Percepción visual	0,15
	Memoria sensorial	0,15
	Memoria corto plazo	0,2
	Inteligencia velocidad perceptual	0,15
	Inteligencia aptitud numérica	0,08
	Pensamiento convergente	0,08
Comparar la orden SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente.	Percepción visual	0,15
	Memoria sensorial	0,15
	Memoria corto plazo	0,2
	Inteligencia velocidad perceptual	0,15
	Inteligencia aptitud numérica	0,08
	Pensamiento convergente	0,08
	OTROS	0,09

Tabla 19. Pesos relativos de los elementos cognitivos de la tarea. Fuente propia.

Con la identificación de los elementos cognitivos para cada tarea y los pesos relativos por elemento cognitivo se finaliza la fase cualitativa de la investigación en la empresa caso de estudio. De acuerdo con la metodología la siguiente fase es la cuantitativa y tiene que ver con el análisis de los involucrados.

2. ANÁLISIS DE INVOLUCRADOS

Siguiendo con la estructura de la metodología para el análisis de los involucrados se realiza inicialmente una evaluación cuantitativa del macro proceso y finalmente una evaluación cuantitativa del error humano.

i. Evaluación del sistema

Para realizar la evaluación del sistema en el caso de estudio se definió inicialmente éste y su contorno externo e interno. Una vez definido el sistema se calculó la fiabilidad propuesta por la metodología.

- Sistema: Para el caso de estudio los sistemas definidos serán todas las actividades en las que se encuentren incluidas las tareas críticas definidas a partir de los errores humanos. Esto ya que se quiere determinar qué tan fiable es el entorno en el que se encuentra cada una de las tareas críticas. Las tareas escritas en rojo observadas en la Tabla 20 son las seleccionadas previamente como las más críticas; esto con el fin de identificar más rápidamente y de forma visual el espacio en el que se encuentran.

Para el caso de estudio analizado se determinaron tantos sistemas como tareas relevantes se detectaron. Entonces cada sistema corresponderá a la actividad (entidad) formada por tareas que interactúan entre sí secuencialmente para alcanzar los objetivos esperados de la misma.

- Contorno externo: En la definición del sistema no se determinó uno global que relacionara todas las tareas críticas como un conjunto, puesto que no es posible generalizar los procesos pues cada cliente recibe una atención diferente por parte del representante. Esto indica que por cada tarea crítica se realizó un análisis probabilístico.
- Contorno interno: Los elementos constitutivos del sistema serán todas las tareas que, de acuerdo con los representantes entrevistados, son necesarias cumplir para alcanzar el objetivo de la actividad. Es importante garantizar que el número de tareas para las actividades sea el mismo pues la fiabilidad debe trabajarse siempre sobre una misma base con el fin de poder hacer análisis comparativos más adelante. Para este caso cada actividad tiene relacionadas cinco tareas útiles para alcanzar los objetivos esperados de la misma.

Los resultados de la evaluación se muestran a continuación (Ver Tabla 20).

SISTEMA (Actividad)	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	FIABILIDAD DEL SISTEMA
1. Hacer seguimiento del día de despacho.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar la hoja de vida del cliente. 2. Bajar un reporte de SAP. 3. Ver el flujo de documentos. 4. Mirar el estado de la orden. 5. Verificar que la orden haya sido despachada. 	$F(t) = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{1}{5} = 0,8$
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comparar la fecha contra el día que se recibe. 2. Comparar el número de la orden de la compra. 	$F(t) = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{2}{5} = 0,6$

2. Verificar los datos de la orden.	3. Verificar el valor total de la orden. 4. Verificar las cantidades a despachar. 5. Ingresar la orden al sistema.	
3. Revisión de ingreso de la orden (cliente G)	1. Ingresar orden a SAP 2. Generar una confirmación impresa de lo que se registró en el sistema. 3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente. 4. Aprobar 5. Hacer seguimiento a la orden	$F(t) = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{1}{5} = 0,8$
4. Ingreso de orden (cliente P)	1. Enviar a US un formato con la información de la orden del cliente. 2. Generar una confirmación impresa de lo que quedó registrado en el sistema por parte de US. 3. Verificar fecha de disponibilidad de despacho. 4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente. 5. Hacer seguimiento a la orden	$F(t) = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{1}{5} = 0,8$

Tabla 20. Resultados de la evaluación del sistema. Fuente propia.

Luego de evaluar y ver los resultados probabilísticos de los sistemas, de acuerdo con la metodología, se da lugar a la evaluación del error humano.

ii. Evaluación del error humano

La cuantificación o evaluación del error propuesta para el caso de estudio se realizará a través de la técnica SHERPA (systematic human error reduction and prediction approach), en la cual se analiza la conducta humana basada en el modelo de Rasmussen; ésta a su vez propone un análisis estadístico denominado Success likelihood index methodology (SLIM). Los resultados tanto cualitativos como cuantitativos obtenidos hasta el momento han seguido una estructura SHERPA con el fin de garantizar los datos necesarios para realizar en esta etapa un análisis SLIM. Con este análisis lo que se espera es obtener unos índices de probabilidad de éxito para cada una de las tareas que componen una actividad, pero con toda la atención sobre las tareas denominadas anteriormente como las más críticas del proceso.

La suma ponderada de los PSF da como resultado un índice de fiabilidad denominado como SLI, éste se calcula de la siguiente manera:

$$SLI = \sum_{i=1}^n (w_i * x_i)$$

con

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

donde,

- Xi es el grado de incidencia que produce el PSFi sobre la tarea.
- Wi es el peso relativo del PSFi.
- n es el número de tareas de la actividad analizada.

Los PSFs son características o factores que afectan la probabilidad de éxito de las tareas, es decir, una tarea será exitosa en la medida en que estos se puedan equilibrar positivamente.

Xi: se mide en una escala 1 – 9 teniendo en cuenta que 9 es la calificación más óptima que podría dársele a un PSF respecto a la tarea analizada.

Dado que un SLI aún no está en forma de probabilidad es necesario realizar un segundo paso en el que se pueda observar claramente esta probabilidad por PSF.

Para este caso en particular se definieron cinco PSFs que, de acuerdo con la naturaleza del cargo, el criterio del investigador y de los trabajadores del área implicada, inciden durante la realización de su tarea. Estos son capacitación, carga laboral, retroalimentación, presión del tiempo y atención.

De acuerdo con lo anterior el primer paso es la asignación de los x a cada PSF de las tareas para las cuatro actividades, así como también su peso relativo (Ver Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, Tabla 24).

ACTIVIDAD 1	capacitación	carga laboral	Retroalim.	Presión del tiempo	Atención
1. Revisar la hoja de vida del cliente.	2	9	8	4	5
2. Bajar un reporte de SAP.	9	2	7	2	5
3. Ver el flujo de documentos.	8	2	9	4	8
4. Mirar el estado de la orden.	6	3	8	4	7
5. Verificar que la orden haya sido despachada.	6	3	9	4	7
TOTAL	31	19	41	18	32
Peso relativo	0,22	0,13	0,29	0,13	0,23

Tabla 21. Puntuación de los PSF por tarea. Actividad 1. Fuente propia.

ACTIVIDAD 2	capacitación	carga laboral	Retroalimentación	Presión del tiempo	Atención
1. Comparar la	2	8	8	5	8

fecha contra el día que se recibe.					
2. Verificar el valor total de la orden.	2	8	8	2	9
3. Verificar las cantidades a despachar.	5	8	8	4	7
4. Ingresar la orden al sistema.	9	8	4	5	9
TOTAL	18	32	28	16	33
Peso relativo	0,14	0,25	0,22	0,13	0,26

Tabla 22. Puntuación de los PSF por tarea. Actividad 2. Fuente propia.

ACTIVIDAD 3	capacitación	carga laboral	retroalimentación	Presión del tiempo	Atención
1. Ingresar orden a SAP	9	6	5	2	7
2 Generar una confirmación impresa de lo que se registró en el sistema.	1	2	5	2	6
3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	5	4	8	5	9
4. Aprobar	5	4	9	3	4
5. Hacer seguimiento a la orden	7	4	8	2	8
TOTAL	27	20	35	14	34
Peso relativo	0,21	0,15	0,27	0,11	0,26

Tabla 23. Puntuación de los PSF por tarea. Actividad 3. Fuente propia.

ACTIVIDAD 4	capacitación	carga laboral	retroalimentación	Presión del tiempo	Atención
1. Enviar a US un formato con la información de la orden del	7	4	8	3	7

cliente.					
2. Generar una confirmación impresa de lo que quedó registrado en el sistema por parte de US.	2	2	9	3	8
3. Verificar fecha de disponibilidad de despacho.	7	3	5	2	6
4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente.	5	8	9	2	9
5. Hacer seguimiento a la orden	6	5	8	2	7
TOTAL	27	22	39	12	37
Peso relativo	0,20	0,16	0,28	0,09	0,27

Tabla 24. Puntuación de los PSF por tarea. Actividad 3. Fuente propia.

El siguiente paso será entonces calcular los SLI para cada tarea de acuerdo con la ecuación mostrada anteriormente (Ver Tabla 25, Tabla 26, Tabla 27, Tabla 28):

ACTIVIDAD 1

PSF	1. Revisar la hoja de vida del cliente.	2. Bajar un reporte de SAP.	3. Ver el flujo de documentos.	4. Mirar el estado de la orden.	5. Verificar que la orden haya sido despachada.
capacitación	0,44	1,98	1,76	1,32	1,32
carga laboral	1,21	0,27	0,27	0,40	0,40
Retroalim.	2,33	2,04	2,62	2,33	2,62
presión del tiempo	0,51	0,26	0,51	0,51	0,51
Atención	1,13	1,13	1,82	1,59	1,59
SLI TOTAL	5,62	5,67	6,97	6,15	6,44

Tabla 25. SLI para cada tarea de la actividad 1. Fuente propia.

ACTIVIDAD 2

PSF	1. Comparar la fecha contra el día que se recibe.	2. Verificar el valor total de la orden.	3. Verificar las cantidades a despachar.	4. Ingresar la orden al sistema.
Capacitación	0,28	0,28	0,71	1,28
carga laboral	2,02	2,02	2,02	2,02
Retroalimentación	1,76	1,76	1,76	0,88
presión del tiempo	0,63	0,25	0,50	0,63
Atención	2,08	2,34	1,82	2,34
SLI TOTAL	6,77	6,65	6,81	7,14

Tabla 26. SLI para cada tarea de la actividad 2. Fuente propia.

ACTIVIDAD 3

PSF	1. Ingresar orden a SAP	2. Generar una confirmación impresa de lo que se registró en el sistema.	3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	4. Aprobar	5. Hacer seguimiento a la orden
Capacitación	1,87	0,21	1,04	1,04	1,45
carga laboral	0,92	0,31	0,62	0,62	0,62
Retroalimentación	1,35	1,35	2,15	2,42	2,15
presión del tiempo	0,22	0,22	0,54	0,32	0,22
Atención	1,83	1,57	2,35	1,05	2,09
SLI TOTAL	6,18	3,65	6,70	5,45	6,53

Tabla 27. SLI para cada tarea de la actividad 3. Fuente propia.

ACTIVIDAD 4

PSF	1. Enviar a US un formato con la información de la orden del cliente.	2. Generar una confirmación impresa de lo que quedó registrado en el sistema por parte de US.	3. Verificar fecha de disponibilidad de despacho.	4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente.	5. Hacer seguimiento a la orden
Capacitación	1,38	0,39	1,38	0,99	1,18
carga laboral	0,64	0,32	0,48	1,28	0,80
retroalimentación	2,28	2,56	1,42	2,56	2,28
presión del tiempo	0,26	0,26	0,18	0,18	0,18

Atención	1,89	2,16	1,62	2,43	1,89
SLI TOTAL	6,45	5,70	5,08	7,44	6,33

Tabla 28. SLI para cada tarea de la actividad 4. Fuente propia.

Cuando se han calculado los SLI para cada tarea que componen una actividad se calcula entonces la probabilidad p de fallo de cada una de estas siguiendo la siguiente ecuación:

$$\log(p) = a * SLI + b$$

con,

$$a = \frac{\log\left(\frac{p_1}{p_2}\right)}{SLI_1 - SLI_2} \quad y \quad b = \log p_1 - a * SLI_1$$

Donde,

SLI_1 , SLI_2 , p_1 y p_2 son parámetros correspondientes a situaciones límite tomadas como referencia válida para el caso en estudio. Para este caso en particular SLI_1 y SLI_2 serán el valor mínimo y máximo respectivamente entre los SLI hallados anteriormente.

Para encontrar los valores P_1 y P_2 se preguntó a los trabajadores del área de servicio al cliente de la empresa caso de estudio, en un porcentaje de 0 a 100 cuánto es el valor esperado de éxito para el peor y mejor de los casos. De esta forma los valores asignados para P_1 y P_2 fueron 0,3 (1-0,7) y 0,05 (1-0,95) respectivamente. Es importante aclarar que durante lo conversado con el área no se habló de un valor de éxito del 100% para el mejor de los casos puesto que por ser tareas operativas y con alta exposición al error humano no es posible esperar errores humanos cognitivos del 0%.

Una vez realizados todos los cálculos necesarios para cuantificar el error de la tarea se obtienen las siguientes probabilidades (Ver Tabla 29, Tabla 30, Tabla 31, Tabla 32):

ACTIVIDAD 1	PROBABILIDAD DE ERROR
1. Revisar la hoja de vida del cliente.	0,0080
2. Bajar un reporte de SAP.	0,0078
3. Ver el flujo de documentos.	0,0036
4. Mirar el estado de la orden.	0,0059
5. Verificar que la orden haya sido despachada.	0,0050

Tabla 29. Probabilidades de error. Actividad 1. Fuente propia.

ACTIVIDAD 2	PROBABILIDAD DE ERROR
1. Comparar la fecha contra el día que se recibe.	2,15E-12
2. Verificar el valor total de la orden.	2,59 E-12

3. Verificar las cantidades a despachar.	2,02 E-12
4. Ingresar la orden al sistema.	1,19 E-12

Tabla 30. Probabilidades de error. Actividad 2. Fuente propia.

ACTIVIDAD 3	PROBABILIDAD DE ERROR
1. Ingresar orden a SAP	0,19
2. Generar una confirmación impresa de lo que se registró en el sistema.	0,36
3. Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	0,16
4. Aprobar	0,23
5. Hacer seguimiento a la orden	0,17

Tabla 31. Probabilidades de error. Actividad 3. Fuente propia.

ACTIVIDAD 4	PROBABILIDAD DE ERROR
1. Enviar a US un formato con la información de la orden del cliente.	0,08
2. Generar una confirmación impresa de lo que quedó registrado en el sistema por parte de US.	0,10
3. Verificar fecha de disponibilidad de despacho.	0,13
4. Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente.	0,06
5. Hacer seguimiento a la orden	0,08

Tabla 32. Probabilidades de error. Actividad 4. Fuente propia.

Para ver la relación entre las probabilidades de error, de las tareas seleccionadas como críticas, y los impactos económicos negativos que causaron éstas sobre la empresa a continuación se muestra la siguiente gráfica (Ver Ilustración 12):

TAREA	PROBABILIDAD DE ERROR	IMPACTO ECONOMICO
2	2,1E-12	\$ 355.364.435,58
1	0,008	\$ 52.592.400,00
4	0,06	\$ 16.043.845,10
3	0,16	\$ 116.787.225,60

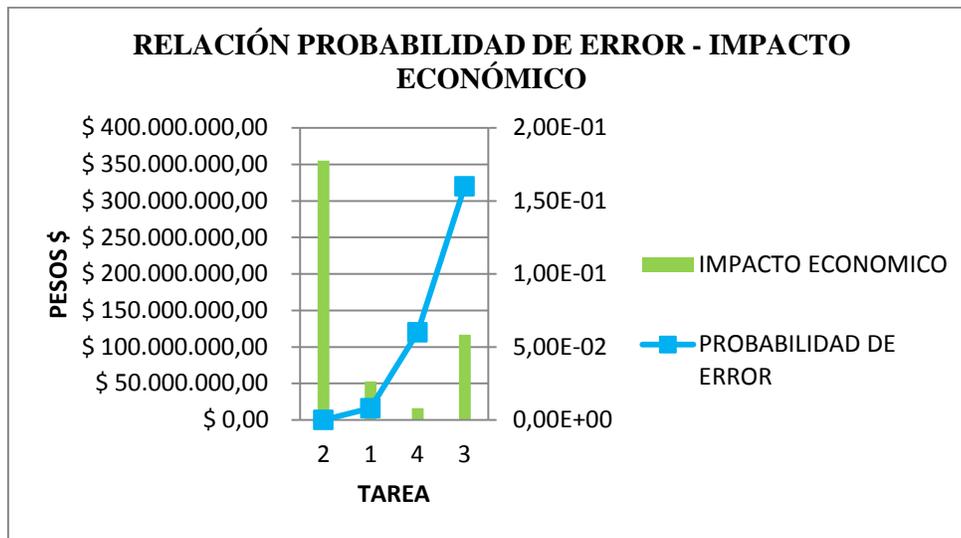


Ilustración 12. Relación probabilidad del error – impacto negativo económico. Fuente propia.

De acuerdo con la ilustración 12 lo que se desea mostrar es cómo el impacto económico negativo para la empresa caso de estudio es mayor en la medida en que sea menos probable cometer un error humano durante la ejecución de una tarea, lo cual indica la necesidad de estudiar cada una de éstas y encontrar alternativas que disminuyan las probabilidades de error aunque sean muy bajas. A diferencia de la lógica matemática cuando se habla de error humano desde la cognición la probabilidad de cometer uno de estos no puede ser tratado como despreciable, por el contrario de acuerdo con los resultados son los que mayor atención deben recibir.

Una vez cuantificado el error humano se procede con la documentación de los resultados obtenidos en las fases cualitativa y cuantitativa de la metodología propuesta.

3. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS

Finalizadas las fases cualitativa y cuantitativa se muestran los resultados de acuerdo como lo sugiere la metodología (Ver Tabla 33).

Revisar hoja de vida del cliente	
TAREA #1:	ERROR #1: No se facturó el día en que el cliente lo solicitó.
	CAUSA Control
	TIPO 2 y 5
	ETAPA Activación
	NIVEL Basado en reglas
	ELEMENTOS COGNITIVOS Percepción visual - sensación visual - memoria sensorial - memoria a corto plazo - memoria semántica - memoria implícita - olvido interferencia preactiva - inteligencia fluidez verbal - inteligencia capacidad espacial - inteligencia velocidad perceptual - inteligencia

		razonamiento – inteligencia aptitud numérica - componencial - inteligencia verbal - inteligencia abstracta - inteligencia afectiva - pensamiento lógico - pensamiento convergente - pensamiento divergente - pensamiento síntesis - pensamiento interrogativo – pensamiento sistemático – pensamiento crítico – imaginación científica.
	FIABILIDAD DEL SISTEMA	0,8
	PROBABILIDAD ERROR HUMANO	0,000015
	PÉRDIDA ECONÓMICA	\$(52.592.400,00)
	Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe.	
	ERROR #1:	Una orden que se recibió e ingresó en diciembre volvió a recibirse e ingresarse en enero. Se ingresó dos veces la misma orden en distintas fechas, separadas por un mes.
	CAUSA	Control
	TIPO	2 y 5
	ETAPA	Identificación
	NIVEL	Basado en habilidades
	ELEMENTOS COGNITIVOS	Percepción visual - sensación visual - memoria sensorial - memoria a corto plazo - memoria semántica - memoria implícita - inteligencia fluidez verbal - inteligencia capacidad espacial - inteligencia velocidad perceptual - inteligencia razonamiento – inteligencia aptitud numérica - inteligencia verbal - inteligencia componencial - inteligencia afectiva - pensamiento lógico - pensamiento convergente - pensamiento analítico - pensamiento interrogativo – pensamiento sistemático – pensamiento crítico – imaginación científica.
	FIABILIDAD DEL SISTEMA	0,6
	PROBABILIDAD ERROR HUMANO	1,36E-27
	PERDIDA ECONÓMICA	\$(355.364.435,58)
TAREA #3:	Comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente.	
	ERROR #1:	La factura fue emitida a nombre de F para

	entregar a F. Se le estaba cobrando a la persona que no era.	
	CAUSA	Ejecución
	TIPO	2 y 5
	ETAPA	Identificación
	NIVEL	Basado en habilidades
ELEMENTOS COGNITIVOS	Percepción visual - sensación visual - memoria sensorial - memoria a corto plazo - memoria semántica - memoria implícita - inteligencia fluidez verbal - inteligencia capacidad espacial - inteligencia velocidad perceptual - inteligencia razonamiento - inteligencia aptitud numérica - inteligencia componencial - inteligencia verbal - inteligencia afectiva - pensamiento lógico - pensamiento convergente - pensamiento analítico - pensamiento interrogativo - pensamiento sistemático - pensamiento crítico - imaginación científica.	
FIABILIDAD DEL SISTEMA	0,8	
PROBABILIDAD ERROR HUMANO		0,02
PERDIDA ECONOMICA		\$(116.787.225,60)
TAREA 4	Comparar la orden de SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente.	
	ERROR #1:	No revisar que la orden enviada desde Estados Unidos estuviera bien hecha respecto a la información que Colombia tenía y le había enviado previamente.
	CAUSA	Control
	TIPO	2 y 5
	ETAPA	Identificación
NIVEL	Basado en reglas	
ELEMENTOS COGNITIVOS	Percepción visual - sensación visual - memoria sensorial - memoria corto plazo - memoria semántica - memoria implícita - olvido interferencia preactiva - inteligencia fluidez verbal - inteligencia capacidad espacial - inteligencia velocidad perceptual - inteligencia razonamiento - inteligencia verbal - inteligencia aptitud numérica - inteligencia componencial - pensamiento analítico - inteligencia afectiva - pensamiento lógico - pensamiento convergente -	

		pensamiento analítico - pensamiento interrogativo - pensamiento sistemático - pensamiento crítico - imaginación científica.
	FIABILIDAD DEL SISTEMA	0,8
	PROBABILIDAD ERROR HUMANO	0,001
	PERDIDA ECONOMICA	\$(16.043.845,10)

Tabla 33. Resultados: fase cualitativa y cuantitativa. Fuente propia.

Luego de documentar todos los resultados obtenidos hasta el momento se da inicio al análisis de los objetivos.

4. ANÁLISIS DE OBJETIVOS

De acuerdo con lo sugerido por la metodología el análisis de los objetivos para la empresa caso de estudio se compone de una formulación del problema, análisis del problema, búsqueda de alternativas y finalmente una evaluación de estas alternativas.

i. Formulación del problema

De acuerdo con el método de la caja negra y el análisis de los errores del área de servicio al cliente de la empresa caso de estudio, los estados A y B se definen como se muestra a continuación:



- Estado A: Reporte de documentos contables con pérdidas económicas para la empresa.
- Estado B: Reporte de documentos contables sin pérdidas económicas para la empresa.

ii. Análisis del problema

La formulación del problema implica la definición de los criterios y restricciones en torno al proceso analizado:

- CRITERIOS

1. La de mayor retorno de la inversión.
2. La de menor impacto en el know how de la tarea.
3. La menos costosa.

- **RESTRICCIONES**

- Regulaciones CADIVI.
- Requerimientos particulares de cada cliente.
- Procedimientos del cliente.

iii. Búsqueda de alternativas

Para la búsqueda de las alternativas se utilizará, de acuerdo con la metodología, el análisis SIPOC. Los resultados de la aplicación se muestran a continuación (Ver Ilustración 13, Ilustración 14, Ilustración 15, Ilustración 16):

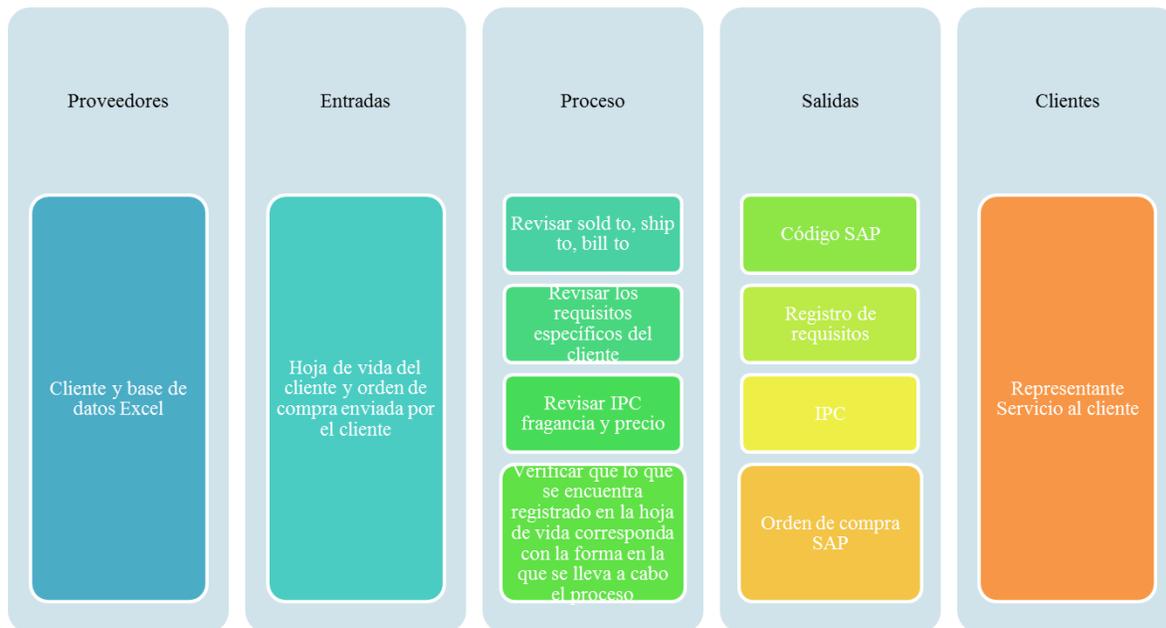


Ilustración 13. Análisis SIPOC Tarea 1. Fuente propia.

Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe

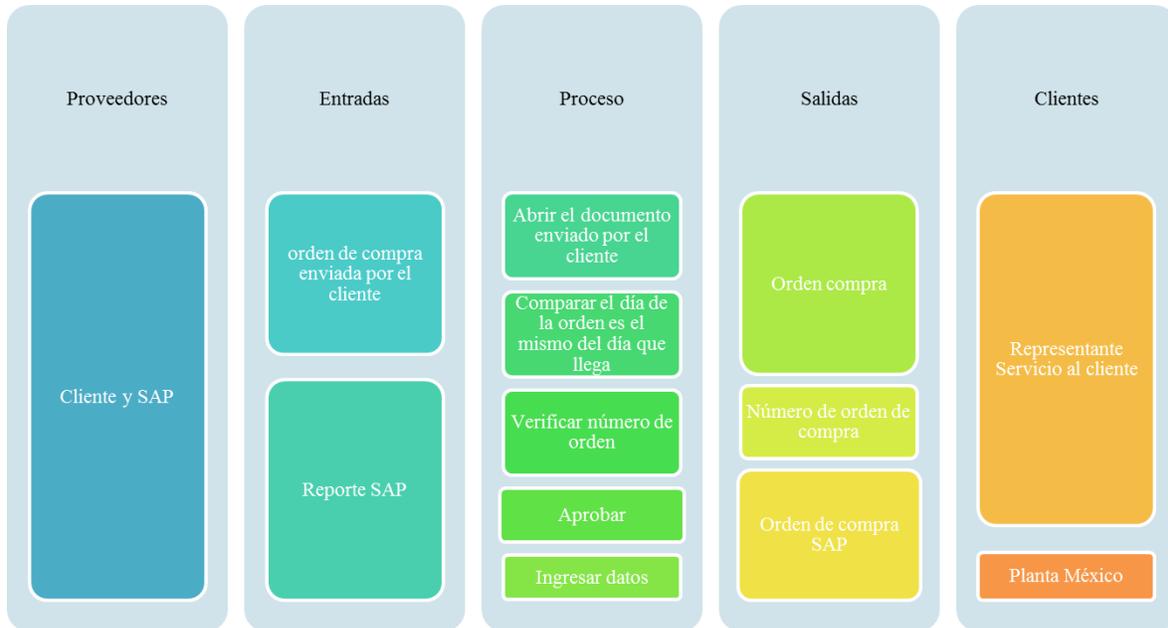


Ilustración 14. Análisis SIPOC Tarea 2. Fuente propia.

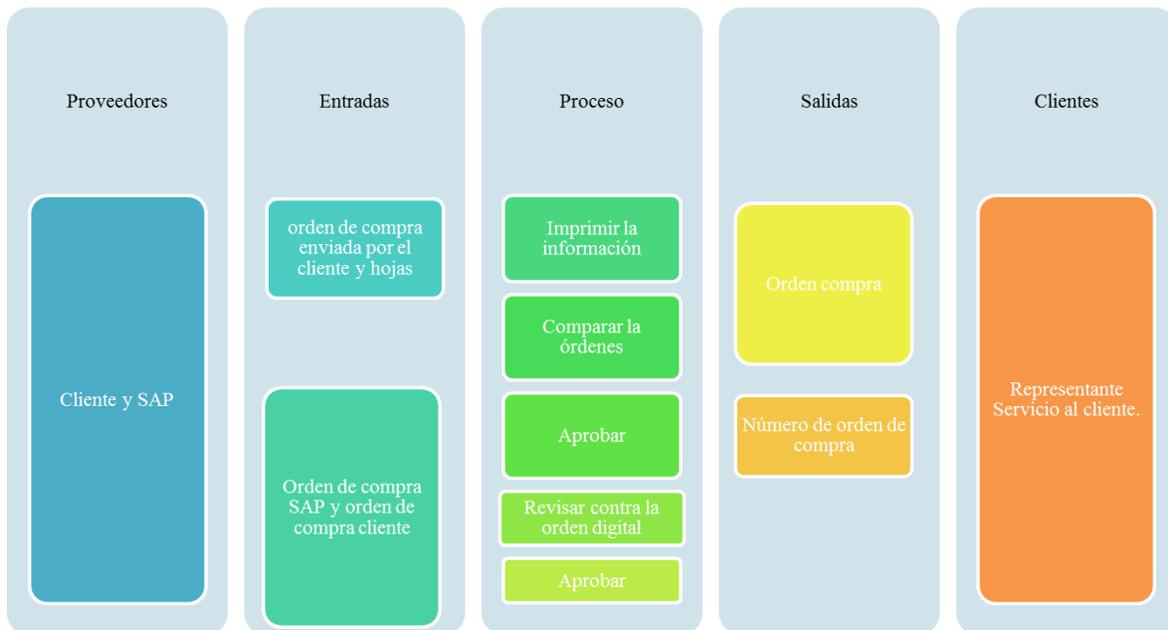


Ilustración 15. Análisis SIPOC Tarea 3. Fuente propia.

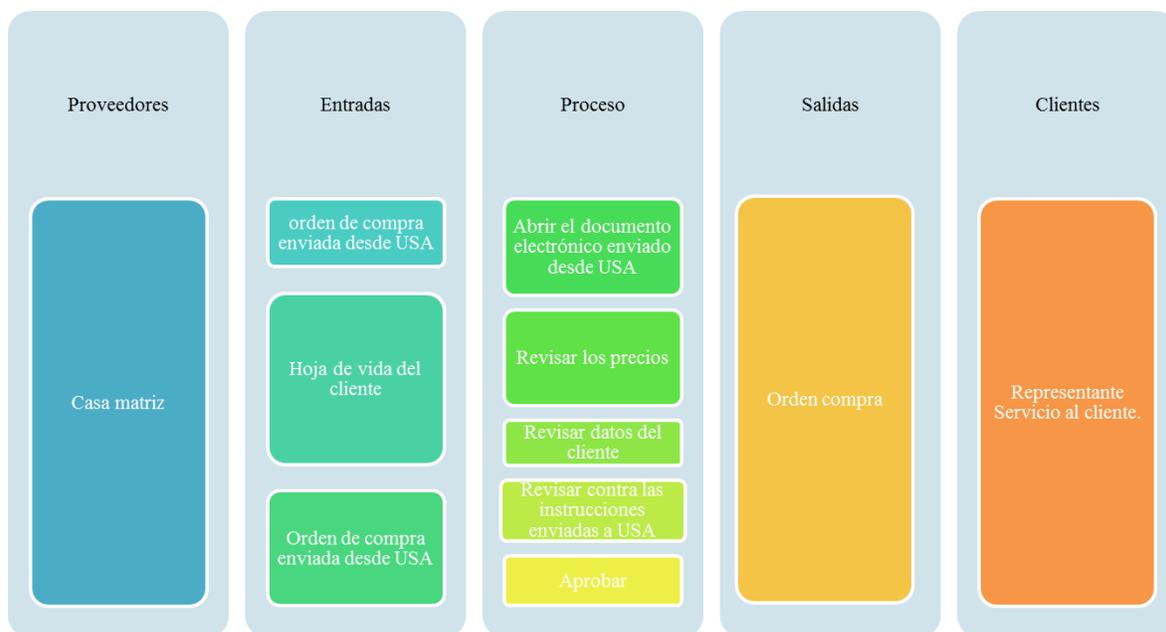


Ilustración 16. Análisis SIPOC Tarea 4. Fuente propia.

Luego de hacer el análisis SIPOC para cada una de las tareas se generan unas alternativas de mejora (Ver Tabla 34), las cuales posteriormente serán evaluadas según los criterios y las restricciones definidas en el análisis de alternativas.

TAREA	ALTERNATIVA
TAREA 1	1. Lista de chequeo de elementos a revisar de la orden respecto a la hoja de vida.
	2. Crear un estándar de documentación de los datos de los clientes.
	3. Subir la información de los clientes a SAP
	4. Comprar un scanner para transferir la información de la orden directamente a SAP
	5. Contratar una persona que permita disminuir la carga laboral por representante.
TAREA 2	6. Crear un formato de orden para el cliente.
	7. Crear un formato de consulta en Excel que permita comparar la información de una forma segura.
TAREA 3	8. Eliminar la etapa de la tarea que requiere

TAREA 4	impresión de la orden de compra.
	9. Capacitar al personal para realizar la tarea sin necesidad de la primera etapa.
	10. Proponerle al cliente enviar las órdenes de compra, de los productos despachados desde US, en ingles.
	11. Hacer una lista de chequeo de los requerimientos solicitados por Co al país desde donde va a ser despachado el producto.

Tabla 34. Búsqueda de alternativas de mejora. Fuente propia.

Una vez propuestas las alternativas de mejora para cada tarea es necesario evaluarlas con el fin de seleccionar las más adecuadas a la luz de los criterios y las restricciones definidas anteriormente.

iv. Evaluación de alternativas

De acuerdo con la metodología los resultados de la evaluación de las alternativas definidas en la etapa anterior se muestran a continuación (Ver Tabla 35):

ALTERNATIVA	CRITERIO 2	CRITERIO 3	CALIFICACION	OBSERVACIONES
1	+	+	1.0	No afecta negativamente el know how puesto que no requiere una capacitación intensiva para aprender a usar la herramienta. Es una actividad más dentro del proceso. El costo de esta herramienta es cero.
2	+	+	1.0	No afecta negativamente el know how puesto que no requiere una capacitación intensiva para aprender a usar la herramienta. Es una actividad más dentro del proceso. El costo de esta herramienta es cero.
3	-	+	0.5	El know how tiene un impacto en la tarea puesto que sería necesario capacitar a los representantes de servicio al cliente para utilizar una nueva transacción en SAP.
4	-	-	0.0	El know how y el costo se ven afectados por la implementación del Sistema R/3 para SAP.
5	-	+	0,5	El costo de contratar otro representante de servicio al cliente sería entre 2'000.000 y 2'500.000
6	+	+	1.0	No afecta negativamente el know how puesto que no requiere una capacitación intensiva para aprender a usar la herramienta. Es una actividad más dentro del proceso. El costo de esta herramienta es cero.
7	-	+	0,5	Afecta el know how porque es necesario capacitar al representante para el uso de la herramienta y su formulación en Excel.
8	-	+	0,5	Afecta el know how puesto que el representante tiene que aprender a hacer de forma diferente su proceso.

9	-	-	0.0	El costo se ve impactado en el tiempo de capacitación y tiempo que tiene que disponer el trabajador para asistir a ésta.
10	+	+	1.0	
11	+	+	1.0	No afecta negativamente el know how puesto que no requiere una capacitación intensiva para aprender a usar la herramienta. Es una actividad más dentro del proceso. El costo de esta herramienta es cero.

Tabla 35. Evaluación de alternativas de la empresa caso de estudio. Fuente propia.

Finalmente de acuerdo con la tabla 35 las alternativas de mejora seleccionadas serán las alternativas #1, 2, 6, 10 y 11 puesto que son las que obtuvieron una calificación igual a 1.

Es importante aclarar que la selección de alternativas de acuerdo con su relación costo - beneficio se tendrá en cuenta para el capítulo IV. Evaluación costo-beneficio. Por esta razón el criterio de retorno de la inversión no se tendrá en cuenta para esta selección.

Una vez escogidas las alternativas de mejora que mejor se adaptan al caso de estudio se da lugar al análisis de las estrategias.

5. ANÁLISIS DE ESTRATEGIAS

Teniendo en cuenta las alternativas de mejora propuestas en la etapa anterior, las probabilidades de error humano sugeridas por la metodología y los elementos cognitivos hallados para cada tarea se realiza entonces la simulación de estas alternativas.

i. Simulación de las alternativas de mejora

Según el artículo del ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, sugerido por la metodología, se definieron los eventos que se tendrían en cuenta para la simulación de las cuatro tareas que se han venido analizando. Estos eventos son comunes para estas cuatro tareas por lo que se organizaron en una sola tabla como se muestra a continuación (Ver Tabla 36):

EVENTO	PROBABILIDAD DE ERROR
Registros con más de 5 parámetros	0,01
Registro de más de 3 dígitos y/o letras	0,0003/dígito
Cálculo simple con o sin calculadora	0,0003
Cálculo por fuera del rango	0,01
Procedimientos con escritura	0,003
Inspección sin tomar nota	0,04
Verificación por segunda vez	0,1

ERROR POTENCIAL	
Omisión	0,006
Escribir un ítem de forma incorrecta	0,006
COEFICIENTE DE ESTRÉS	
Estrés moderadamente alto + persona con experiencia + tarea dinámica	(probabilidad de error)*5

Tabla 36. Probabilidades de error humano. Tomado de (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012).

Por su parte la contribución cognitiva del hombre a la tarea y la probabilidad de éxito esperada, definidas junto con el comité de la empresa, fueron del 0,7 y 0,95 respectivamente.

CONTRIBUCIÓN COGNITIVA DEL HOMBRE A LA TAREA	0,7
PROBABILIDAD DE ÉXITO ESPERADO	0,95

Recordando las alternativas de mejora finalmente seleccionadas para el caso de estudio, se muestra la tabla que sigue a continuación (Ver Tabla 37):

ALTERNATIVA	TAREA	OBSERVACIONES
1	1	Lista de chequeo de elementos a revisar de la orden respecto a la hoja de vida.
2	1 y 3	Crear un estándar de documentación de los datos de los clientes.
6	2 y 3	Crear un formato de orden para el cliente.
10	4	Proponerle al cliente enviar las órdenes de compra, de los productos despachados desde US, en ingles.
11	4	Hacer una lista de chequeo de los requerimientos solicitados por Co al país desde donde va a ser despachado el producto.

Tabla 37. Alternativas de mejora propuestas. Fuente propia.

Contando con los datos necesarios para llevar a cabo la simulación, las variables y fórmulas propuestas por la metodología se muestran los resultados tanto de lo actual como de lo propuesto para cada una de las cuatro tareas (Ver Tabla 38, Tabla 39, Tabla 40 y Tabla 41).

Cada tabla está dividida en dos partes (Actual y Propuesta), la primera es de la situación actual de la tarea analizada y la segunda parte es ésta misma pero teniendo en cuenta las alternativas de mejora (la simulación de la tarea con las alternativas). Así en la primera columna se pueden observar los elementos cognitivos que demanda la tarea tanto en su estado actual como en el propuesto, en la segunda columna está el peso relativo que se refiere a la participación de cada elemento cognitivo dentro de la tarea; por esto en algunos casos los elementos cognitivos y/o sus pesos relativos varían de acuerdo con las alternativas sugeridas para cada tarea puesto que la forma en que ésta se ejecuta demandará elementos cognitivos diferentes y la participación de estos no será la misma. La tercera

columna muestra las probabilidades de error, sugeridas por la metodología, que más se ajustan a la forma en que se ejecuta la tarea, por esto al igual que con los elementos cognitivos en algunos casos no son las mismas para la tarea actual y la propuesta. Por su parte las probabilidades de error ajustadas son las probabilidades de error teniendo en cuenta el coeficiente de estrés de la tarea. Las probabilidades de éxito y las eficiencias fueron calculadas siguiendo las fórmulas presentadas por la metodología.

Los elementos cognitivos que se encuentran en rojo son aquellos a los cuales se les cambió el peso relativo puesto que al tener en cuenta las alternativas de mejora de la tarea su participación dentro de ésta no era la misma. La nueva forma de ejecutar la tarea demanda elementos cognitivos en proporciones diferentes a la actual.

El propósito principal de la simulación de las alternativas de mejora es lograr que al implementar estas alternativas sugeridas previamente se pueda reducir el porcentaje de participación cognitiva en la tarea, puesto que en la medida en que el ser humano trabaje sobre procesos más estandarizados su demanda cognitiva será menor y por lo tanto sus probabilidades de error también lo serán. Finalmente lo que se espera es que la probabilidad de éxito aumente y por tanto la eficiencia cognitiva también.

ACTUAL	TAREA 1	REVISAR HOJA DE VIDAS DEL CLIENTE	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
			Percepción visual	0,20	0,006	5	0,03	0,3768	0,40	0,57
Sensación visual	0,06	0,006		0,03						
Memoria sensorial	0,10	0,04		0,2						
Memoria corto plazo	0,04	0,1		0,5						
Memoria implícita	0,09			0,6232						
Inteligencia velocidad perceptual	0,02									
Inteligencia razonamiento	0,09									
Inteligencia componencial	0,02									
Inteligencia verbal	0,05									
Inteligencia afectiva	0,06									
Pensamiento interrogativo	0,02									
Otros	0,07									
TOTAL	0,82									
PROPUE			ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
			Percepción visual	0,20	0,006	5	0,03	0,591	0,62	0,89

S T O	Sensación visual	0,06	0,006		0,03			
	Memoria sensorial	0,10	0,1		0,5			
	Memoria corto plazo	0,04			0,409			
	Memoria implícita	0,04						
	Inteligencia velocidad perceptual	0,02						
	Inteligencia razonamiento	0,09						
	Inteligencia componencial	0,02						
	Inteligencia verbal	0,05						
	Inteligencia afectiva	0,04						
	Pensamiento interrogativo	0,00						
	Otros	0,07						
	TOTAL	0,73						

Tabla 38. Resultados de la simulación. Tarea 1. Fuente propia.

A C T U A L	T A R E A 2	COMPARAR LA FECHA Y EL NÚMERO DE LA ORDEN DE COMPRA CONTRA EL DÍA QUE SE RECIBE	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
			Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,19765	0,21	0,30
			Memoria sensorial	0,15	0,006		0,03			
			Memoria corto plazo	0,20	0,01		0,05			
			Pensamiento convergente	0,08	0,003		0,015			
			Inteligencia velocidad perceptual	0,15	0,003		0,017			

PROPUESTO			Inteligencia aptitud numérica	0,08	0,01		0,05			
			Otros	0,09	0,04		0,2			
			TOTAL	0,90	0,1		0,5			
							0,80			
			ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
			Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,474	0,50	0,71
			Memoria sensorial	0,10	0,006		0,03			
			Memoria corto plazo	0,10	0,01		0,05			
			Pensamiento convergente	0,03	0,04		0,2			
			Inteligencia velocidad perceptual	0,10	0,1		0,5			
			Inteligencia aptitud numérica	0,08			0,527			
			Otros	0,09						
			TOTAL	0,65						

Tabla 39. Resultados de la simulación. Tarea 2. Fuente propia.

ACTUAL	TAREA	COMPARAR LA ORDEN	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
			Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,181	0,19	0,27
			Memoria sensorial	0,15	0,006		0,03			
			Memoria corto plazo	0,20	0,010		0,05			

P R O P U E S T O	R E A 3	INGRESADA EN SAP CONTRA LA ORDEN DE COMPRA DEL CLIENTE	Pensamiento convergente	0,08	0,007		0,03			
			Inteligencia velocidad perceptual	0,15	0,003		0,02			
			Inteligencia aptitud numérica	0,08	0,01		0,05			
			Otros	0,09	0,04		0,2			
			TOTAL	0,90	0,1		0,5			
							0,82			
			ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIEN CIA COGNITI VA
			Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,788	0,83	1,18
			Memoria sensorial	0,10	0,006		0,03			
Memoria corto plazo	0,10	0,003		0,017						
Pensamiento convergente	0,03	0,01		0,05						
Inteligencia velocidad perceptual	0,10	0,04		0,2						
Inteligencia aptitud numérica	0,08	0,10		0,212						
Otros	0,09									
TOTAL	0,65									

Tabla 40. Resultados de la simulación. Tarea 3. Fuente propia.

A C T U A L	T A R E A 4	COMPARAR LA ORDEN SAP ENVIADA POR US CONTRA LA ORDEN DE COMPRA DEL CLIENTE	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIEN CIA COGNITI VA
			Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,181	0,19	0,27

P R O P U E S T O	Memoria sensorial	0,15	0,006		0,03			
	Memoria corto plazo	0,20	0,01		0,05			
	Pensamiento convergente	0,08	0,007		0,033			
	Inteligencia velocidad perceptual	0,15	0,0033		0,0167			
	Inteligencia aptitud numérica	0,08	0,01		0,05			
	Otros	0,09	0,04		0,2			
	TOTAL	0,90	0,1		0,5			
					0,82			
	ELEMENTO COGNITIVO	PESO RELATIVO	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE DE ESTRÉS	PROBABILIDAD DE ERROR AJUSTADA	PROBABILIDAD DE ÉXITO	EFICIENCIA APORTADA DESDE LA COGNICIÓN A LA TAREA	EFICIENCIA COGNITIVA
	Percepción visual	0,15	0,006	5	0,03	0,758	0,80	1,14
	Memoria sensorial	0,12	0,006		0,03			
	Memoria corto plazo	0,15	0,003		0,017			
	Pensamiento convergente	0,03	0,01		0,05			
	Inteligencia velocidad perceptual	0,12	0,04		0,2			
	Inteligencia aptitud numérica	0,08	0,10		0,242			
	Otros	0,09						
	TOTAL	0,74						

Tabla 41. Resultados de la simulación. Tarea 4. Fuente propia.

Para la tarea 1, revisar la hoja de vida del cliente, se deben buscar tareas alternas que disminuyan las formas propias de hacer las cosas de acuerdo con cada empleado. En la medida en que se implementen listas de chequeo en las que de acuerdo con una decisión binaria (si/no) se puedan reducir los errores humanos y aumentar el control, la eficiencia cognitiva tal como la muestra la simulación pasará de 0,57 a 0,89 aproximándose a un valor 1 de eficiencia.

Por otra parte la transcripción de información de un lugar a otro hace que el proceso pierda fiabilidad y mucho más cuando se trata de traducirla para enviarla a un cliente interno en otro país. Por esta razón al crear listas de chequeo, formatos de órdenes de compra estandarizados y traducidos directamente desde el cliente a la empresa, cuando sea necesario, aumenta la eficiencia cognitiva de las tareas 2, 3 y 4, de 0,30 a 0,71; 0,27 a 1,18 y 0,27 a 1,14 respectivamente, tal cual como lo muestran los resultados de las tablas 39, 40 y 41.

Las tareas 2, 3 y 4, comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe, comparar la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente, comparar la orden SAP enviada por US contra la orden de compra del cliente; a pesar de ser tareas de actividades diferentes se vuelve una sola operación y es comparar un elemento con otro, por esto en la medida en que se deje una puerta abierta a la subjetividad o a la ejecución del proceso propio de cada empleado aumenta el riesgo de cometer un error cognitivo y disminuir la fiabilidad del sistema. Debe encontrarse la forma de estandarizar las órdenes de compra en formatos que sean siempre de la misma naturaleza con el fin de disminuir el factor cognitivo al momento de realizar la tarea y evitar los errores humanos.

Con los resultados obtenidos a partir de la simulación se puede decir que la eficiencia cognitiva aumenta en la medida en que se pueden encontrar alternativas de mejora que reduzcan la subjetividad del proceso y lo vuelvan mucho más estandarizado. Es posible que los tiempos de ejecución aumenten (con la opción de reducirse desde lo físico o lo tecnológico) pero en casos en los que los procesos son tan operativos es preferible garantizar una aproximación al 100% de fiabilidad de las tareas con el fin de neutralizar o eliminar errores cometidos desde la cognición que pueden causar pérdidas económicas muy altas para la empresa.

Con el fin de visualizar más rápidamente los resultados de la simulación a continuación se muestra una relación de eficiencias entre lo actual y lo propuesto de las cuatro tareas analizadas (Ver Tabla 42).

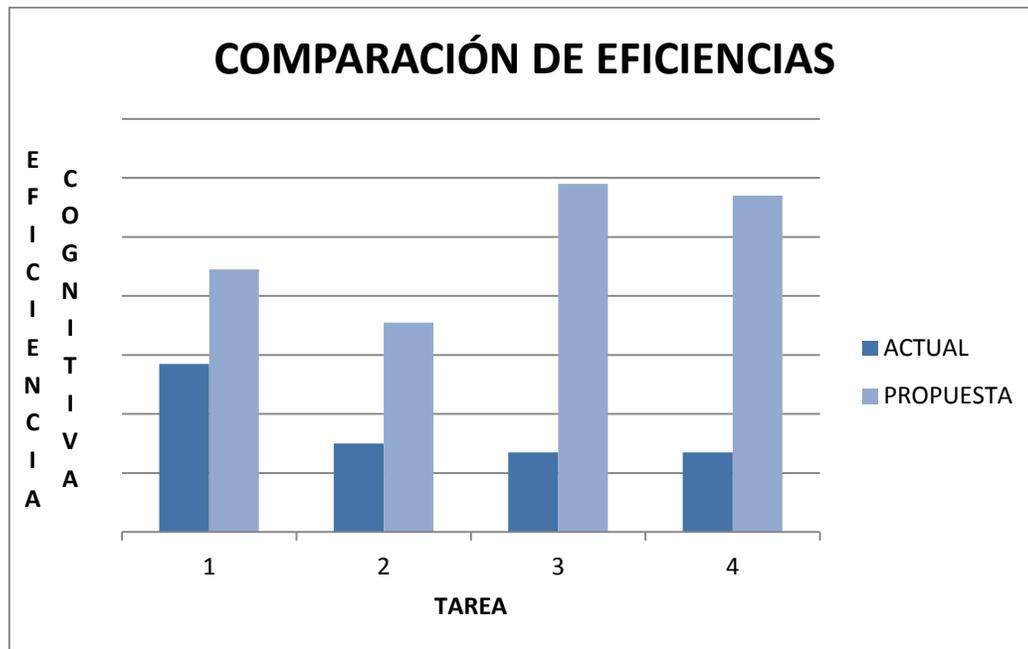


Tabla 42. Comparación de eficiencias actual y propuesta. Fuente propia.

Con este capítulo lo que se esperaba era poder llevar el diseño de la metodología, construido a partir de lo que ya existe y de lo que aun faltaba por estudiar, a la aplicación a un caso de estudio con el fin de encontrar respuestas esperadas y poder ajustar la estructura teórica con la realidad industrial.

A partir de los resultados de la aplicación al caso de estudio se continúa con el ajuste de la metodología en donde se espera mostrar el reporte de los ajustes que ya fueron aplicados y que por lo tanto indican cuál debe ser la metodología final.

III. AJUSTE DE LA METODOLOGÍA

El ajuste de la metodología es el resultado de la aplicación del diseño de ésta al caso de estudio, el efecto será entonces su validación con el fin de identificar los ajustes que son necesarios tener en cuenta para alcanzar los objetivos de la metodología y finalmente poder documentarla. Este capítulo se relaciona con el objetivo general del proyecto de investigación en la medida en que éste pueda ser un canal de intermediación entre lo que se hizo desde la teoría y lo que se debería hacer según la realidad de los procesos industriales.

El aporte que desde la academia se le da a este capítulo está relacionado con el poder dejar por escrito el criterio de decisión del investigador para determinar que la forma correcta de seguir la estructura de la metodología debe ser una y no la otra, garantizando así el alcance del objetivo general de la metodología inicialmente planteado.

Para la realización del ajuste de la metodología se hizo una tabla (Ver Tabla 43) en la cual se registran todos los capítulos y secciones que fueron tenidas en cuenta en el diseño de ésta, así mismo para cada sección se registra si fue necesario o no hacer modificaciones a dicha sección y si efectivamente hubo cambios en su estructura se registra de forma general, con el fin de ilustrar al lector, las modificaciones hechas y la razón por la cual fue necesario hacerlas. Para este caso en particular no se requirió incluir ni eliminar capítulos.

CAPÍTULO	SECCIÓN	¿SE REALIZARON MODIFICACIONES?	MODIFICACIÓN	JUSTIFICACIÓN
Elementos cognitivos de las tareas dentro del proceso	Documentación del Macro proceso	No	N/A	N/A
	Selección de los eventos	No	N/A	N/A
	Estudio de los eventos	Si	Incluir el impacto económico del error humano en la tabla de recopilación y análisis de datos.	Visualizar la relación error humano impacto económico.
			Para la entrevista se requiere un esquema dónde se visualice de forma clara la relación macro proceso-proceso-actividad-tarea.	Ilustrar al entrevistado con los términos utilizados en la entrevista.
	Documentación de la tarea	Si	Incluir etapa de observación previa a la documentación de cada tarea.	Contar con los elementos requeridos para la matriz de flujo de cada tarea (entradas y salidas).
	Clasificación de los errores humanos	No	N/A	N/A
	Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos	No	N/A	N/A
	Elementos cognitivos de la tarea	No	N/A	N/A
Análisis de involucrados	Evaluación del sistema	Si	Definición de contorno externo e	Visualizar cual es el sistema y

			interno.	los elementos constitutivos.
	Evaluación del error humano	Si	Explicación del modelo a implementar.	Explicar de forma más clara el modelo.
Documentación de resultados	N/A	Si	Agregar datos obtenidos en pasos anteriores.	No se visualizaban el impacto económico y la probabilidad de error humano.
Análisis de objetivos	Formulación del problema	No	N/A	N/A
	Análisis del problema	No	N/A	N/A
	Búsqueda de alternativas	No	N/A	N/A
	Evaluación de alternativas	No	N/A	N/A
Análisis de estrategias	Simulación de las alternativas de mejora	No	N/A	N/A

Tabla 43. Ajustes de la metodología. Fuente propia.

Lo que se espera con este capítulo es contar con razones y elementos suficientes para ajustar el diseño de la metodología de acuerdo con la aplicación en el caso de estudio y así mismo poder documentar finalmente la metodología que integre la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos en empresas de servicios que propone este proyecto de investigación. El resultado para este capítulo será entonces la estructura que tendrá finalmente la metodología

Antes de documentar la metodología final propuesta es importante mostrar cómo a través de la implementación de ésta en los procesos logísticos de empresas de servicios es posible, luego de diagnosticar, analizar y proponer alternativas de mejora, encontrar beneficios económicos para las empresas. De esta forma al tener la metodología ajustada es posible continuar con la evaluación costo-beneficio de las alternativas de mejora propuestas.

IV. EVALUACIÓN COSTO-BENEFICIO

Luego de aplicar la metodología a la empresa caso de estudio y mostrar los impactos que desde la cognición recaen sobre el desempeño de los procesos es importante mostrar una relación entre lo que se analizó de la ejecución actual de cada tarea y las alternativas de mejora propuestas para cada una, como una forma de disminuir los impactos económicos e identificar los beneficios. Este capítulo se relaciona con el objetivo general del proyecto de investigación en la medida en que pueda mostrar numéricamente la utilidad de desarrollar una metodología que integre la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos de empresas de servicios, mostrando que efectivamente son variables dependientes y que en la medida en que aumente la cognición del ser humano sobre el proceso, el error y el impacto negativo económico también aumentarán y por tanto el desempeño de estos procesos disminuirá impactando directamente en la productividad de la empresa.

El aporte personal y el que desde la ingeniería industrial se le da al capítulo es precisamente poder recoger todos los resultados cualitativos y cuantitativos, analizarlos y finalmente encontrar una forma de relacionarlos y mostrar los beneficios económicos que traería para las empresas la implementación de la metodología diseñada.

La evaluación del beneficio se realizó utilizando los resultados de la simulación de las alternativas de mejora en donde se pueden observar las eficiencias por tarea antes y después de tener en cuenta las alternativas dentro del proceso (actual y propuesto). Así mismo se utilizaron los impactos económicos para cada tarea obtenidos a partir del análisis realizado al reporte de documentos contables de la empresa caso de estudio.

Teniendo en cuenta que el monto económico que tuvo que pagar la empresa fue debido a la ineficiencia cognitiva de la tarea, el valor utilizado para relacionar eficiencia con impacto económico es $1 - \text{eficiencia}$. Así para obtener el beneficio económico cuando se tienen en cuenta las alternativas de mejora se utiliza una relación de proporcionalidad con tres variables conocidas tales como la ineficiencia y el impacto económico de la tarea actual y la ineficiencia la tarea cuando se tienen en cuenta las alternativas de mejora propuestas (Ver Tabla 44). De acuerdo con lo anterior:

$$\begin{aligned} & \textit{Impacto económico de la tarea propuesta} \\ & = \frac{\textit{ineficiencia propuesta} * \textit{impacto económico actual}}{\textit{ineficiencia actual}} \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} & \textit{Beneficio de las alternativas} \\ & = \textit{impacto económico actual} - \textit{impacto económico con las propuestas} \end{aligned}$$

TAREA	ACTUAL			PROPUESTO			BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS
	Eficiencia de la tarea	Ineficiencia	Impacto económico	Eficiencia de la tarea	Ineficiencia	Impacto económico	
Revisar hoja de vida del cliente	0,57	0,43	\$ 52.592.400,00	0,89	0,11	\$ 13.453.869,77	\$ 39.138.530,23
Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe	0,3	0,7	\$ 355.364.435,58	0,71	0,29	\$ 147.222.409,03	\$ 208.142.026,55
Compara la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	0,27	0,73	\$ 116.787.225,60	1,18	0,0	\$ 0	\$ 116.787.225,60
Comparar la orden SAP enviada por Estados Unidos contra la orden de compra del cliente	0,27	0,73	\$ 16.043.845,10	1,14	0,0	\$ 0	\$ 16.043.845,10
TOTAL	1,41	2,59	\$ 540.787.906,28	3,92	0,72	\$ 192.550.030,74	\$ 380.111.627,48

Tabla 44. Evaluación de beneficio de las alternativas de mejora propuestas. Fuente propia.

Para la evaluación del costo de las alternativas se tuvieron en cuenta las horas hombre que cada trabajador debería gastar de su tiempo para dedicarlo a diseñar las herramientas de mejora propuestas. Se tuvieron en cuenta las cuatro personas que hacen parte del equipo de servicio al cliente de la empresa caso de estudio estimando para el trabajador 1 un valor por hora de 37.500, para el trabajador 2 y 3 un valor por hora aproximado de 12.500 cada uno y para el trabajador 4 un valor por hora aproximado de 2.500, con cargos tales como Customer Service Manager, Customer Service Representative (x2) y Customer Service Intern respectivamente (Ver Tabla 45).

TAREA	ALTERNATIVA	COSTO DE LA ALTERNATIVA (Horas-Hombre)				COSTO DE LAS ALTERNATIVAS (\$)
		TRABAJADOR 1	TRABAJADOR 2	TRABAJADOR 3	TRABAJADOR 4	
Revisar hoja de vida del cliente	Lista de chequeo de elementos a revisar	4 horas	2 horas	2 horas	-	\$ 420.000

	de la orden respecto a la hoja de vida.					
	Crear un estándar de documentación de los datos de los clientes.	4 horas	2 horas	2 horas	8 horas	
Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe	Crear un formato de orden para el cliente.	8 horas	4 horas	4 horas	-	\$ 400.000
Compara la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	Crear un estándar de documentación de los datos de los clientes.	4 horas	2 horas	2 horas	8 horas	\$ 620.000
	Crear un formato de orden para el cliente.	8 horas	4 horas	4 horas	-	
Comparar la orden SAP enviada por Estados Unidos contra la orden de compra del cliente	Proponerle al cliente enviar las órdenes de compra, de los productos despachados desde US, en inglés.	2 hora	1 hora	1 hora	-	\$ 300.000
	Hacer una lista de chequeo de los requerimientos solicitados por Co al país desde donde va a ser despachado el producto.	4 horas	2 horas	2 horas	-	
TOTAL		34 HORAS	17 HORAS	17 HORAS	16 HORAS	\$ 1'740.000

Tabla 45. Evaluación de costo de las alternativas de mejora propuestas. Fuente propia.

Finalmente la relación costo beneficio se calcula dividiendo el beneficio que trae implementar la alternativa de mejora para cada tarea sobre el costo que la empresa tendría que pagar por dicha implementación. Se considera una buena opción para la empresa en la medida en que esta relación sea mayor a 1 (Ver Tabla 46).

TAREA	BENEFICIO DE LAS ALTERNATIVAS	COSTO DE LAS ALTERNATIVAS	RELACIÓN BENEFICIO/COSTO
Revisar hoja de vida del cliente	\$ 39.138.530,23	\$ 420.000	93,19
Comparar la fecha y el número de la orden de compra contra el día que se recibe	\$ 208.142.026,55	\$ 400.000	520,36
Compara la orden ingresada en SAP contra la orden de compra del cliente	\$ 116.787.225,60	\$ 620.000	188,37
Comparar la orden SAP enviada por Estados Unidos contra la orden de compra del cliente	\$ 16.043.845,10	\$ 300.000	53,48

Tabla 46. Evaluación costo-beneficio de las alternativas de mejora. Fuente propia.

El resultado de este capítulo es entonces mostrar cómo a partir de unas alternativas de mejora propuestas para las cuatro tareas, identificadas como las más relevantes en el caso de estudio, y la aplicación de la metodología la empresa se puede ahorrar \$ 378'371.627 COP (diferencia entre el total del beneficio y el total del costo) según lo indica la evaluación costo beneficio mostrada anteriormente.

Teniendo en cuenta los beneficios que traería la implementación de la metodología a las empresas de servicios en sus procesos logísticos, finalmente se da lugar a la documentación de la metodología final propuesta.

V. DOCUMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La documentación de la metodología es el cierre de los cuatro capítulos anteriores en la cual se puede observar la estructura final de ésta teniendo en cuenta el diseño inicialmente planteado, la aplicación y validación de la metodología y finalmente los ajustes tenidos en cuenta para la documentación. De acuerdo con lo anterior esta es la etapa final en la que se deja planteada la metodología para ser utilizada en estudios y análisis futuros.

Este capítulo se relaciona con el objetivo general del proyecto de investigación por medio de la documentación de lo que implicó el desarrollo de una metodología que integra el desempeño de los procesos logísticos con empresas de servicios y lo que al final se propuso como metodología con esas características mencionadas.

Para la documentación de la metodología se tuvieron en cuenta todos los capítulos y la estructura que se manejó en el diseño de la metodología pero esta vez incluyendo o eliminando etapas dentro de los capítulos que son necesarias o que simplemente no le aportan nada a los resultados esperados de ésta. Así mismo se hicieron las modificaciones respectivas a capítulos que necesitaban explicarse de forma más clara. A continuación se observa la estructura final de la metodología propuesta y posteriormente las modificaciones que fueron necesarias hacer para alcanzar el objetivo final de la metodología. Los títulos en rojo representan las secciones y por tanto capítulos que requieren un ajuste:

I. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO	
i. Documentación del macroproceso	
ii. Selección de los eventos.....	
iii. Estudio de los eventos	
iv. Documentación de la tarea	
v. Clasificación de los errores humanos	
vi. Relación demandas cognitivas de la tarea y errores humanos	
vii. Elementos cognitivos de la tarea	
II. ANALISIS DE INVOLUCRADOS	
i. Evaluación del sistema	
ii. Evaluación del error humano	
III. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS	

IV. ANALISIS DE OBJETIVOS

- i. Formulación del problema
- ii. Análisis del problema.....
- iii. Búsqueda de alternativas
- iv. Evaluación de alternativas.....

V. ANALLISIS DE ESTRATEGIAS

- i. Simulación de las alternativas de mejora

Luego de visualizar la estructura de la metodología final se da lugar a la explicación de cada una de las secciones que fueron modificadas.

I. ELEMENTOS COGNITIVOS DE LAS TAREAS DENTRO DEL PROCESO

iii. ESTUDIO DE LOS EVENTOS

El estudio de los eventos pretende identificar los errores humanos, causas, escenarios y su relación con los procesos cognitivos de la persona. Para alcanzar el objetivo de esta tercera etapa la metodología sugiere realizar una entrevista semi-estructurada dirigida basada en el Applied Cognitive Task Analysis¹⁶ (ACTA) y direccionada únicamente a estudiar los eventos más relevantes definidos en la selección de los eventos con el fin de determinar los errores humanos relacionados.

Las técnicas de recolección de datos son comúnmente usadas como primer paso para analizar factores humanos. Para el caso de la entrevista semi-estructurada dirigida en particular se refiere a una entrevista dirigida en la que nuevos temas o problemas pueden abordarse durante la realización de la entrevista.

La razón por la cual se sugiere utilizar este tipo de técnicas es porque se requiere que a través del diálogo y de la libre expresión del trabajador, éste pueda dar el mayor detalle de las situaciones que hasta el momento se le han ido presentando respecto a sus procesos de cognición y el impacto que éstos han tenido durante la realización de sus tareas.

El objetivo principal de la entrevista es garantizar la información requerida para la realización de las etapas iv, v, vi y vii del diseño de la metodología. Esta información debe garantizar que se puedan conocer aspectos tales como la descripción del error, el momento exacto en el que se presentó, la tarea que se estaba realizando, la descripción general de la tarea, las demandas cognitivas de la tarea.

¹⁶ ACTA: conjunto de técnicas de entrevistas para recopilar información relacionada con las demandas cognitivas que están asociadas con una tarea o escenario.

Relación eventos-personas

Para dirigir la entrevista semi estructurada es necesario contar con las personas indicadas que pueden aportar la información necesaria para obtener los resultados esperados de esta fase del proceso.

Esta metodología sugiere hacer una relación entre los eventos más relevantes seleccionados y las personas que, de acuerdo con la documentación del macro-proceso, están involucradas directamente con la situación y/o evento.

Entrevista dirigida semi-estructurada basada en el ACTA (Salmon, Stanton, & Walker, 2003).

- i. Definir el objetivo de la entrevista: el primer paso para la elaboración de la entrevista es definir claramente que se espera tener como resultado de ésta. Por ejemplo si lo que se espera es identificar los errores cognitivos de la persona, sus causas y con qué tareas se relaciona el objetivo de la entrevista podría ser:

“Determinar cuáles fueron los errores cognitivos cometidos por el equipo de Customer Service Fragancias de la empresa caso de estudio en Bogotá durante lo corrido del año 2012 para los cuales fue necesario emitir una nota crédito. Así mismo identificar la causa del error y tarea(s) con la(s) que éste estuvo directamente relacionado”

- ii. Desarrollar las preguntas: Las preguntas deben ser entorno al objetivo definido en el punto 1.

Existen tres tipos de preguntas:

- Preguntas abiertas: Permite obtener información detallada y valiosa. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Podría decirme un momento en el que se dio cuenta que necesitaba cambiar la forma de realizar una tarea para obtener un mejor trabajo? **(PREGUNTA ABIERTA)**
- Preguntas de investigación: Permite recopilar datos más específicos relacionados con respuestas dadas anteriormente por el entrevistado. Se utilizan después de una pregunta abierta. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Cómo abordó la situación? **(PREGUNTA DE INVESTIGACION)**
- Preguntas cerradas: Permite obtener una información específica respecto al tema que se está abordando. Respuestas sí ó no. Un ejemplo de este tipo de pregunta podría ser:
 - ¿Obtuvo los resultados esperados? Si ____ No ____ **(PREGUNTA CERRADA)**

Para esta metodología se recomienda estructurar la entrevista en ciclos de pregunta abierta - de investigación - cerrada con el fin de garantizar que cada uno de los temas abordados en la encuesta sea diagnosticado completamente.

Es importante tener en cuenta que para realizar las entrevistas el investigador debe mostrar un esquema (Ver Anexo IV. Clasificación de los procesos) al entrevistado donde se visualice claramente la diferencia entre los términos macro proceso – proceso – actividad – tarea, puesto que el no hacerlo puede confundir al entrevistado y no obtener los resultados esperados de la entrevista.

- iii. Entrevista piloto: Permite identificar posibles errores que puedan presentarse en el transcurso de la entrevista.
Se puede hacer mediante la presentación de la entrevista a colegas o mediante la realización de una entrevista de ensayo con un tema en ‘vivo’. Es muy útil puesto que garantiza la eficiencia de la entrevista.
- iv. Dirigir y grabar la entrevista: Se sugiere que la entrevista esté programada para un tiempo entre 10 y 60 minutos.
- v. Transcribir los datos: Escuchar la grabación de la entrevista las veces que sea necesario hasta transcribir completamente lo que dijo el entrevistado durante la entrevista.
- vi. Recopilación de datos: Buscar datos específicos que fueron requeridos en el objetivo de la entrevista.
- vii. Análisis de los datos: El análisis de los datos puede ser grafico o dependiendo del objetivo inicial de la entrevista.

Como una herramienta para la recopilación y el análisis de los datos de la entrevista la metodología presenta una tabla (Ver Tabla 3) en la cual se tienen en cuenta cinco aspectos clave:

ERROR HUMANO	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	TAREA	CARACTERÍSTICAS DE LA TAREA	IMPACTO ECONÓMICO
--------------	-----------------------------	-------	-----------------------------	-------------------

Tabla 47. Recopilación y análisis de datos. Adaptado de (Salmon, Stanton, & Walker, 2003)

- Error humano: descripción general del error humano identificado en la entrevista.
- Descripción de la situación: es un párrafo que explique cómo ocurrió la situación, debido a qué se presentó, cual fue la consecuencia y demás aspectos relevantes que puedan ayudar a garantizar el objetivo general de la entrevista.
- Tarea: consiste en enunciar la o las tarea que se vieron afectadas por el error cometido.
- Características de la tarea: es la descripción paso a paso de la o las tareas enunciadas en la columna anterior.
- Impacto económico: indica lo que la empresa tiene que pagar por cada error humano cometido en la tarea. Esta columna ayuda a visualizar el impacto que tiene el error dentro del proceso y por tanto en la contabilidad de la empresa.

Esta tabla además de ser una herramienta de recopilación y análisis garantiza el cumplimiento del objetivo inicial de la entrevista. Sin embargo es importante tener en cuenta que estos cinco aspectos podrían variar de acuerdo al resultado esperado de cada encuesta en particular.

iv. DOCUMENTACIÓN DE LA TAREA

Una tarea es un conjunto de acciones simples interrelacionadas que trabajan entre sí para alcanzar una actividad.

La(s) tarea(s) que requieren ser documentadas son todas aquellas que estén relacionadas con los errores más relevantes seleccionados previamente.

Con la documentación de la tarea se espera poder tener un panorama detallado del escenario en el cual se están ocasionando los errores que desde la cognición están impactando económicamente a la empresa caso de estudio. Así mismo se espera poder entender y analizar la razón por la que esto ha venido ocurriendo durante el periodo evaluado.

Para la documentación de las tareas se llevan a cabo dos etapas, la primera de observación y la segunda de documentación de las tareas.

OBSERVACIÓN DE LA TAREA¹⁷

Como primer paso para la documentación de la tarea el analista debe contar con un panorama general de como es el comportamiento humano en la ejecución de cada tarea, para esto la metodología sugiere hacer una observación para cada tarea en donde pueda identificar la secuencia de las actividades, su duración, frecuencia, fracciones de tiempo gastadas en cambios de etapas de la tarea y movimiento espacial. Para llevar a cabo la observación de las tareas se deben seguir los siguientes pasos (Salmon, Stanton, & Walker, 2003):

1. Definir el objetivo: se debe definir el objetivo de la observación indicando a qué se espera llegar, teniendo en cuenta que para las matrices de flujo de las tareas se debe contar con información tal como entradas, salidas de la tarea y etapas de la misma.
2. Definir el escenario: es necesario para la observación conocer el escenario donde se lleva a cabo la ejecución de la tarea y determinar el lugar desde donde se va a observar esta tarea.
3. Plan de observación: se debe contar con un plan de observación en donde de acuerdo con el criterio del investigador se pueda determinar qué se espera observar y cómo se observar para obtener los resultados esperados.
4. Observación: el tiempo de la grabación dependerá de cuánto tiempo el analista necesite para obtener los resultados esperados. Cada empresa y cada proceso manejan el tiempo de forma diferente por lo que éste será definido por criterio del evaluador.
5. Análisis de datos: se refiere a la transcripción de los datos recogidos en las grabaciones.

Una vez entendida la forma en que se llevan a cabo las tareas es posible continuar con las matrices de flujo de cada una.

¹⁷ (Salmon, Stanton, & Walker, 2003)

MATRIZ DE FLUJO DE LA TAREA

Para documentar la tarea esta metodología sugiere realizar una matriz de flujo (Ver Ilustración 5) en la cual se tengan presentes las actividades que se realizan para alcanzar dicha tarea, el flujo, las entradas y las salidas obtenidas durante la ejecución de cada una de estas.

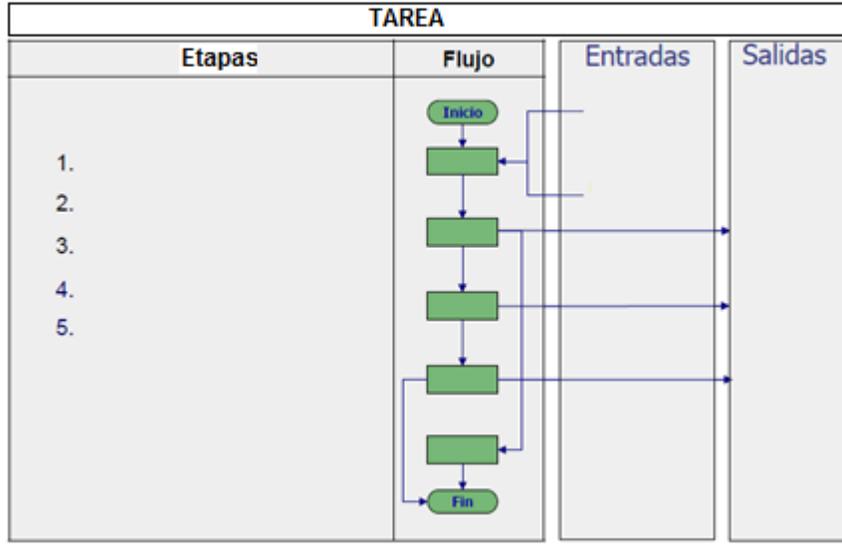


Ilustración 17. Documentación de la tarea. Tomado de la dirección de calidad del Ministerio de Salud-Perú.

Al tener claridad de cómo están organizadas las tareas documentadas se cuenta con los datos suficientes para pasar a la clasificación de los errores.

II. ANALISIS DE INVOLUCRADOS

i. EVALUACIÓN DEL SISTEMA

Para la evaluación del sistema es necesario como primer paso definirlo y para esto deben identificar tanto el contorno interno como el contorno externo:

- Contorno externo: Es el alcance u objeto del análisis el cual define claramente la utilidad de los elementos del sistema
- Contorno interno: Identifica los elementos constitutivos del sistema y reconoce a estos como posibles subsistemas.

Una vez definido el sistema, entidad formada por elementos o componentes discretos que interactúan mutuamente (Creus, 1992), es de gran importancia analizar la fiabilidad de cada uno de los elementos hallados anteriormente como primer paso para el estudio de los procesos logísticos y el correcto análisis de los errores.

Para esta metodología se entiende la fiabilidad como aquella probabilidad de que la tarea desarrolle alguna función durante un periodo de tiempo “t”.

Tenga en cuenta que la fiabilidad se representará por F (t) desde 0 hasta el instante t; partiendo del supuesto de que en el instante 0 la tarea no presenta ningún error, esto quiere decir que F(0)=1. Partiendo de concepto de experto se afirma, además, que en un tiempo largo el elemento habrá fallado y por tanto F(∞)=0.

A partir de esto se obtiene entonces que:

$$F(t) = \frac{N_s(t)}{N(0)} = \frac{N(0) - N_f(t)}{N(0)} = 1 - \frac{N_f(t)}{N(0)}$$

En dónde:

$N_s(t)$ = Número de tareas que continúan funcionando

$N_f(t)$ = Número de tareas que han fallado

$N(0)$ = Número total del tareas

i. EVALUACIÓN DEL ERROR HUMANO

Una vez analizada y entendida la fiabilidad del sistema, se encuentra la necesidad de estudiar el factor humano al ser éste un factor determinante al momento de analizar las posibilidades de éxito o fracaso de cualquier empresa. Como se expresó en la introducción de este trabajo la contribución del hombre al fallo del sistema se encuentra entre el 50 y el 80% y por esta razón no sólo se puede estudiar la fiabilidad del sistema sino además se debe estudiar la fiabilidad humana, es decir, la probabilidad de que el comportamiento humano o su efecto sobre el sistema excedan el límite de aceptabilidad. Esto para el diagnóstico de los errores y su incidencia en la productividad de los procesos.

En consecuencia, de acuerdo con lo dicho anteriormente, en este punto se estudiará el error humano el cual se presenta cuando el comportamiento humano o su influencia sobre el sistema exceden el límite de aceptabilidad.

En este punto se usará el estudio de las variaciones en el rendimiento humano, definidos por los factores de forma del comportamiento (PSF, Performance Shaping Factor), en dónde se usará información obtenida en pasos anteriores como:

- Situación del entorno de trabajo
- Forma de las instrucciones de trabajo
- Circunstancias de la tarea
- Tipos de errores

Dicho lo anterior, para el siguiente análisis se presentarán diferentes métodos de estudio de la fiabilidad técnica al estudio de la fiabilidad humana. Es de gran importancia no olvidar que las características del ser humano están sujetas a distintas situaciones psicológicas, personales, emocionales, etc. Y por lo tanto se debe considerar dos factores, la “variabilidad de conducta” de la persona (en función de su resistencia a la fatiga, sus características psicológicas, afectivas y cognitivas, sus actitudes, su formación y su experiencia) y la “variabilidad interpersonal”, que pueden manifestarse como elementos de no-fiabilidad difícilmente controlables.

A continuación se presentan algunos métodos de análisis y cuantificación del error humano de forma general¹⁸ (Ver Tabla 7). Cada uno de éstos podrá ser implementado en el estudio según el criterio del evaluador y las características de los errores hallados en los pasos anteriores.

Modelo	Ventajas	Limitaciones	observaciones
THERP	Estándar aceptado	Subjetividad	Aplicable a sectores industriales
	Integrable en un análisis de probabilidad de riesgos	Excesivo énfasis en los errores externamente observable	
	Amplia base de datos disponible	Difícil aplicación de los datos en tablas a situaciones distintas No permite hacer recomendaciones de mejora para errores de diagnóstico.	
SHARP	Adaptable a la experiencia de los analistas	Sólo la pueden aplicar expertos en la actividad analizada	Marco útil para la integración de diversos métodos
	buen tratamiento de las interacciones		
	Buena Integración en el análisis probabilístico de riesgos		
SHERPA	Utilización sencilla para no especialistas	Escaso tratamiento de los errores basados en conocimientos	Se ha aplicado, tanto en sectores industriales como en servicios
	Uso de modelos cognitivos	Falta de madurez	
	Orientado a la propuesta de	Escasa integración en el análisis de probabilidades de riesgos.	

¹⁸ Ver artículo científico “modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas” de Juan M. Ruiz-Moreno y Humberto M. Trujillo (España, 2012) para ampliar el contenido teórico presentado.

	recomendaciones	No considera los aspectos temporales	
		Subjetividad	
TRC	Considera el factor tiempo		Aplicable a acciones post-accidente
	Integrable como parte de cualquier otra técnica		
HRC	Aplicación del modelo cognitivo de Rasmussen	No hay una gran aceptación sobre los parámetros aplicables. Aún se encuentra en proceso de desarrollo	
OAT	Técnica pionera en el tratamiento de errores de diagnóstico y en el efecto temporal	Integración poco clara e el análisis probabilístico de riesgos	
HEART	Aplicación simple	Aislamiento excesivo de las distintas tareas	
INTENTE	Especializado en errores de decisión	Falta de madurez	

Tabla 48. Métodos de análisis y cuantificación del error humano. Adaptado de (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012)

Una vez realizada la fase cuantitativa y cualitativa es necesario documentar los resultados y dar conclusiones para esta primera parte de diagnóstico, con el fin de que el investigador tenga mayor claridad del panorama actual de las tareas más afectadas dentro del proceso caso de estudio.

A partir de la siguiente etapa se da lugar a la fase combinada (cuanti-cualitativa) en la que se pretende trabajar los datos recopilados desde un análisis cualitativo y cuantitativo.

III. DOCUMENTACIÓN DE RESULTADOS

La documentación de resultados de las fases cuantitativa y cualitativa permite visualizar de una forma más clara la situación en la que se encuentra cada una de las tareas más afectadas con el fin de poder generar alternativas de mejora dentro del proceso.

Para la documentación de los resultados la metodología sugiere utilizar la siguiente tabla:

	ERROR #1:	
	CAUSA	
	TIPO	
	ETAPA	
	NIVEL	

		FIABILIDAD	
	ERROR #2:		
		CAUSA	
		TIPO	
		ETAPA	
		NIVEL	
		FIABILIDAD	
	ELEMENTOS COGNITIVOS		
	IMPACTO ECONÓMICO		
	PROBABILIDAD DE ERROR HUMANO		
TAREA #2:			
	ERROR #1:		
		CAUSA	
		TIPO	
		ETAPA	
		NIVEL	
		FIABILIDAD	
	ERROR #2:		
		CAUSA	
		TIPO	
		ETAPA	
		NIVEL	
		FIABILIDAD	
	ELEMENTOS COGNITIVOS		
	IMPACTO ECONÓMICO		
PROBABILIDAD DE ERROR HUMANO			
FIABILIDAD DEL SISTEMA			

Tabla 49. Documentación de resultados. Fuente propia.

El resultado de este capítulo será entonces visualizar la estructura final de la metodología propuesta por el proyecto de investigación y las secciones modificadas de los capítulos que debían ser ajustados. La metodología final ajustada y completa se encuentra en el CD ANEXO titulado como METODOLOGÍA FINAL PROPUESTA.

CONCLUSIONES

- Esta metodología integra la ergonomía cognitiva con la ingeniería industrial encontrando un nuevo campo que permite mejorar los procesos desde el estudio del recurso humano como un ser pensante, crítico y analítico con una exposición constante al error desde la cognición. En el tiempo la ingeniería industrial se ha caracterizado por el diagnóstico, análisis y mejoramiento de procesos a través del estudio de la interacción del hombre, visto como una herramienta de trabajo, y la máquina como el medio para alcanzar los objetivos planteados; por tanto es importante que a partir de los resultados obtenidos en este trabajo se de continuidad a esta nueva forma de evaluación y mejora de procesos industriales.
- Hasta el momento el error humano desde la cognición ha sido estudiado y concluido en sectores de la salud y de alto riesgo en donde las consecuencias son situaciones que ponen en riesgo la vida de personas. Esta metodología estudia y mide el error humano desde lo cognitivo en tareas que aunque no ponen en riesgo la vida humana, afectan la productividad y eficiencia de los procesos dentro de una empresa, para esto propone no sólo alternativas de mejora también un profundo análisis de las consecuencias y hace evidencia del impacto en los procesos de estos errores cognitivos.
- En el ejercicio de optimizar un proceso el tiempo es un factor determinante y cuando se trata de analizar una máquina la eficiencia aumenta en la medida en que ésta sea más rápida, sin embargo cuando se habla del recurso humano en procesos operativos el error disminuye en la medida en que el tiempo de ejecución aumenta, pues el ser humano está en un proceso cognitivo continuo con exposición constante a cometer errores desde la cognición. Con esto se puede inferir que “ $A > \text{tiempo de ejecución} < \text{error humano}$ ”.
- En los procesos operativos logísticos de empresas de servicios los costos que tiene que asumir dicha empresa por errores en el proceso se deben en su mayoría a errores humanos cognoscitivos, por lo que su mayor inversión debería verse reflejada en el recurso humano. A diferencia de las máquinas los errores humanos impactan de forma masiva puesto que con uno solo que se cometa en el proceso afectará un conjunto de elementos, por ejemplo en el caso del abastecimiento de órdenes un solo error durante la ejecución del proceso, en el mejor de los casos, tuvo un costo de \$52.592.400 COP.
- Para una persona con experiencia, es decir, aquella con por lo menos 6 meses de experiencia en las tareas asignadas, con un nivel de estrés moderadamente alto y un proceso dinámico en el que existe un alto grado de interacción humano – computadora, toma de decisiones, atención y control de varias funciones, la probabilidad de cometer un error es cinco veces más que aquella que no cuenta con las características anteriormente mencionadas. Para procesos operativos logísticos en empresas de servicios el trabajador estándar es el que cuenta con todas estas características, por lo que esto conduce a que las empresas trabajen por la disminución

del error a través de la estandarización de los procesos y la reducción de la subjetividad en la toma de decisiones de sus trabajadores.

- El ser humano actúa siempre por y desde un gran número de variables personales, organizacionales, situacionales y/o ambientales que a menudo imposibilitan la determinación definitiva de las causas de errores humanos cognitivos, por lo que la metodología integró técnicas y métodos útiles para medir, analizar y encontrar alternativas de mejora que permitieran neutralizar o disminuir el error humano en procesos logísticos de empresas de servicios afectados por dichas variables.
- Referirse hoy a la prevención del error humano y sus consecuencias es hablar del esfuerzo de encontrar una relación entre las herramientas de la ingeniería y los comportamientos humanos. Descubrir esta relación requiere considerar conocimiento exhaustivo de todos los factores y su influencia en una situación determinada con el fin de poder generar modelos, desde la base de ese conocimiento, que sirvan de guía para la prevención de errores humanos. Así mismo en la medida en que estos errores sean corregidos la productividad de los procesos aumentará.
- La eficiencia de los procesos se ve altamente afectada por los errores humanos cometidos durante la ejecución de las tareas, los cuales a pesar de ser poco frecuentes tienen gran impacto económico generando no solamente altas pérdidas económicas para la empresa sino también disminución en su nivel de servicio y por tanto su competitividad en el mercado.

RECOMENDACIONES

- El estudiar el comportamiento humano, la cantidad y complejidad de variables dificulta la prevención de los errores humanos en los procesos en la medida en que se profundice su análisis, por esto es necesario continuar buscando y construyendo modelos científicos que integren todos los elementos importantes para aproximarse a resultados del comportamiento humano que afectan los procesos industriales.
- Para una investigación futura se recomienda identificar cuáles son los costos indirectos o costos de las transacciones adicionales al valor pagado por los errores humanos.

ANEXOS

I. Revisión general de ergonomía

Ergonomía

Desde 1940 la ergonomía pretendió integrar todos los conocimientos que se tuvieran del comportamiento del ser humano con sus situaciones diarias de trabajo. Esto explicaba desde diversas perspectivas la interacción del hombre con los sistemas productivos (Parrilla Hernández & Franqui Espiet, 2005).

Las primeras aplicaciones que se hicieron fueron realizadas en su mayoría en laboratorios donde se simulaban situaciones con tareas específicas y bien definidas para identificar las exigencias y la organización de estas tareas y así determinar criterios para la selección del personal (Parrilla Hernández & Franqui Espiet, 2005).

Aunque con la evolución de la ciencia la ergonomía deja de centrarse en la tecnología dándole protagonismo al individuo (Martínez, 2007) y reconociendo su aporte lógico e integral dentro de la cadena de abastecimiento, no fue suficiente para que las empresas consideraran relevante implementar estándares de seguridad y garantizar la salud de sus empleados.

Desde ese entonces numerosos estudios e investigaciones se han estado realizando a través del tiempo con el fin de concientizar a las empresas de la importancia de dicha implementación.

En 1988 Lufthansa investigó las causales de error en la aviación (Ver Ilustración 18) concluyendo que los factores que estaban más directamente relacionados con los fallos en las operaciones de aviación en la empresa para este año fueron los humanos con un porcentaje del 76% (Cárdenas) .

Otro estudio relacionado con las cargas laborales fue la VI Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (Ver Ilustración 19) la cual afirmó que el 67% de los trabajadores encuestados manifestaron estar sometidos a elevadas demandas de tipo cognitivo y el 20% del total de éstos expresó que siempre o casi siempre tenían que realizar varias tareas al mismo tiempo durante su jornada laboral. (Rubio Valdehita, Díaz Ramiro, Martín Garcia, & Luceño Moreno, 2010).

De acuerdo con los resultados de la Ilustración 18 la mayoría de los accidentes laborales están relacionados en mayor proporción con las exigencias del trabajo (trastornos de sueño, sensación continua de cansancio, dolores de cabeza, problemas de memoria y concentración, entre otros) y el factor personal (con un 35% y 30% respectivamente).

Contextualizada de forma general la información que antecede la investigación se da paso a la explicación del estado del arte o revisión de la literatura.

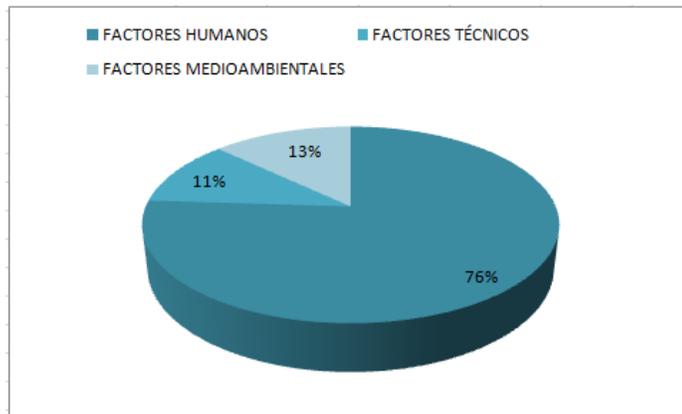


Ilustración 18. Resultados del estudio de Lufthansa en 1988. Fuente: (Cárdenas). Diseño propio.



Ilustración 19. Resultados de los factores de riesgo de accidentes laborales. Fuente: (Rubio Valdehita, Díaz Ramiro, Martín Garcia, & Luceño Moreno, 2010). Diseño propio.

II. Radiografía textual de la literatura

NOMBRE	AUTOR	AÑO	TEMAS RELACIONADOS					
			LOGÍSTICA	NIVEL DE SERVICIO	ERGONOMÍA	ERGONOMÍA COGNITIVA	ERROR HUMANO	FACTORES HUMANOS
LA LOGISTICA DE CARGAS EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE: UNA AGENDA PARA MEJORAR SU DESEMPEÑO	JOSE A. BARBERO	2010	1	1				
ERGONOMIA COGNITIVA APUNTES PARA SU APLICACIÓN EN TRABAJO Y SALUD	PEDRO ALMIRALL HERNÁNDEZ	2000				1		
DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACION DE LA CALIDAD DE SERVICIO DE OPERACIONES LOGISTICOS	ALEJANDRO VEGA MUÑOZ // HERNALDO REINOSO ALARCON	2005	1	1				
SERVICIO LOGISTICO AL CLIENTE: GENERADOR DE VENTAJAS COMPETITIVAS	MARTHA C. GÓMEZ DE GARCÍA // GUSTAVO A. ARAGÓN C // MARTÍN J. MOSCHNER T	1998	1	1				
LA CARGA MENTAL COMO FACTOR DE RIESGO PSICOSOCIAL. DIFERENCIAS POR BAJA LABORAL	SUSANA RUBIO VALDEHITA // EV MARÍA DÍAZ RAMIRO// JESUS ARTÍN GARCIA// LOURDES LUCEÑO MORENO	2010				1	1	1
ESTUDIO PSICOMETRICO DEL INDICE DE CARGA MENTAL NASA-TLX CON UNA MUESTRA DE TRABAJADORES ESPAÑOLES	SUSANA RUBIO VALDEHITA // EV MARÍA DÍAZ RAMIRO// JESUS ARTÍN GARCIA// LOURDES LUCEÑO MORENO	2010				1	1	1
DESARROLLO DE UNA ESCALA SUBJETIVA DE CARGA MENTAL DE TRABAJO	GLADYS ROLO GONZÁLEZ// DOLORES DÍAZ CABRERA// ETEFANÍA HERNÁNDEZ FERNAUD	2009				1		1
MODELO DE CONFIABILIDAD HUMANA EN LA GESTION DE ACTIVOS	LUIS JOSÉ AMÉNDOLA// TIBAWE DEPOOL	2002					1	
EL USO DEL INDICE DE EVALUACION ERGONOMICO PARA EVALUAR EL TRABAJO DE LAS CAMARERAS EN LA HOTELERIA	GRETHER LUCÍA REAL// JOAQUÍN ARAMIS GARCÍA// NEYDALIS PILOTO					1	1	1
FALLO HUMANO: LA QUIEBRA DE UN PARADIGMA	MANUEL LUCAS SEBASTIÁN CÁRDENAS	2009					1	

ASPECTOS A CONSIDERAR PARA UNA BUENA GESTION EN LOS ALMACENES DE LAS EMPRESAS	JUAN GREGORIO ARRIETA POSADA	2011		1				
LA NECESIDAD DE IMPLEMENTAR ESTANDARES ERGONOMICOS EN EL AREA LABORAL	LUIS G. PARRILLA HERNÁNDEZ// LUIS F. FRANQUI ESPIET	2005			1		1	
ELEMENTOS COGNITIVOS PARA EL ANALISIS ERGONOMICO DEL TRABAJO	JUAN ALBERTO CASTILLO MARTÍNEZ	2007				1		1
HUMAN ERRORS. A TAXONOMY FOR DESCRIBING HUMAN MALFUNCTION IN INDUSTRIAL INSTALLATIONS	JENS RASMUSSEN	1981					1	1
EL ERROR HUMANO	JOSÉ LUIS VALLEJO GONZÁLEZ	2001					1	1
EFFECTOS EN LOS TURNOS DE TRABAJO EN LA SALUD, SEGURIDAD Y EL DESEMPEÑO HUMANO	JOSÉ LUIS VALLEJO GONZÁLEZ	2009			1		1	
FUNAMENTALS OF ERGONOMICS IN THEORY AND PRACTICE	JOHN R. WILSON	2000			1			
EVALUATION OF THE IMPACT OF EMPLOYEE ERGONOMICS TRAINING IN INDUSTRY	PHYLLIS M. KING// JAMES C. FISHER// ARUN GARG	1996			1		1	
ERGONOMICS IN LATIN AMERICA: BACKGROUND, TRENDS AND CHALLENGES	MARCELO M. SOARES	2006			1			
ERGONOMIC AND TECHNICAL ASPECTS IN THE REDESIGN OF MATERIAL SUPPLY SYSTEMS: BIG BOXES VS NARROW BINS	W.P NEUMANN	2010	1		1			
DISTRACTION ON THE BUSES: A NOVEL FRAMEWORK OF ERGONOMICS METHODS FOR IDENTIFYING SOURCES AND EFFECTS OF BUS DRIVER DISTRACTION	PAUL M, SALMON//MICHAEL A. REGAN	2010	1		1		1	
DESIGNING A SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN USING AN INTEGRATED ANALYTIC NETWORK PROCESS AND GOAL PROGRAMMING APPROACH IN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT	GULLEN BUYUKOSKAN	2011	1					

COGNITIVE ERGONOMIC SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS, AND THE IMPACT OF HEALTHCARE INFORMATION TECHNOLOGIES	ERLN K. LAWLER// SONJA PAVLOVIC	2011			1			
UNDERSTANDING ADVERSE EVENTS: A HUMAN FACTORS FRAMEWORK	KERM HENNKSEN// ELIZABETH DAYTON// MRGARET A. KEYES// PASCALE CARAYON// RONDA HUGHES	2006				1	1	
PSICOLOGÍA DEL ERROR Y SISTEMA DE GESTIÓN DE RECURSOS PARA EL CONTROL DE RIESGOS (SISGRECOR)	FRANCISCO PEREIRA MANRIQUE	2012				1	1	
MODELO DE CONFIABILIDAD HUMANA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS	LUIS JOSÉ AMENDOLA					1		
MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DEL ERROR HUMANO EN ESTUDIOS DE FIABILIDAD DE SISTEMAS	RUIZ-MORENO, JUAN M.; M. TRUJILLO, HUMBERTO	2012				1	1	
ERGONOMÍA. ASIGNATURA OPTATIVA 5º CURSO LIC. PSICOLOGÍA. TEMA 6: ERGONOMÍA COGNITIVA Y USABILIDAD.	AGUSTÍN ROMERO MEDINA	2006				1	1	
FUNDAMENTALS OF ERGONOMICS IN THEORY AND PRACTICE	JOHN R. WILSON	2000		1				

Tabla 50. Primera selección de artículos científicos. FUENTE PROPIA.

III. Resultados de la búsqueda

No	Calificación subjetiva (1-5)	Título	Autores	Año	Abstract/Resumen	Conclusiones	Keywords	Palabras de búsqueda que se usaron
1	4	SERVICIO LOGÍSTICO AL CLIENTE: GENERADOR DE	Martha C. Gómez de García Gustavo A.	1998	<i>Diversos estudios coinciden en señalar el servicio al cliente como el principal factor para la obtención de ventajas competitivas, por encima inclusive de aspectos como:</i>	La competitividad de los mercados está dada principalmente por las políticas de apertura		NIVEL DE SERVICIO Y LOGÍSTICA

		VENTAJAS COMPETITIVAS	Aragón C. Martín J. Moschner T.		<p><i>calidad y presentación del producto, reducción de costos, precio y condiciones comerciales. En este artículo se presentan los resultados de un estudio adelantado para conocer cómo y a qué nivel se trabaja la logística, especialmente el área de servicio logístico al cliente, en empresas grandes de productos no alimenticios de consumo masivo de la ciudad de Cali. Sus resultados permiten evidenciar la importancia de la logística y particularmente, el servicio al cliente como factor determinante para el logro de una mayor competitividad.</i></p>	<p>económica que han permitido el ingreso al país de gran variedad de productos. En general, el sector estudiado denota un creciente interés por mejorar las características de su servicio, reconociendo en él un verdadero factor en la obtención de ventajas competitivas. Sin embargo todavía hay aspectos por mejorar, especialmente en la comunicación con los clientes y en la consolidación de un sistema logístico eficiente respaldado por una estructura con poder de decisión en el ejercicio de la compañía, que le permita optimizar los recursos a lo largo de la cadena de abastecimiento.</p>		
2	4	Fallo humano: la quiebra de un paradigma	Manuel Lucas SEBASTIÁN CÁRDENAS	2009	<p><i>Este artículo presenta una visión del error o fallo humano y los accidentes a través de un recorrido por las perspectivas de análisis existentes. Estos enfoques sobre el error humano se han venido desarrollando mediante una búsqueda continua de factores relevantes para la descripción y explicación de los accidentes, en dicha búsqueda se ha ido ampliando el ámbito del Factor Humano hasta alcanzar al sistema del que forma parte como generador de las disfunciones. Es por ello que la propia noción de error humano es hoy día cuestionada al provenir de una conceptualización individualista de los procesos de producción complejos. Actualmente han entrado en escena conceptos relacionados con la noción de “actividad situada” y “conocimiento socialmente distribuido” para una correcta explicación.</i></p>	<p>El modelo individualista e intrapsíquico de los factores humanos como causantes de accidentes ha sido desarrollado y ampliado hasta generar nuevos enfoques que incluyen el contexto desde una perspectiva sistémica. Este giro paulatino hacia lo contextual y relacional, ha modificado la esencia misma del concepto de error humano resituándolo y quedando subsumido en la red de la que, inevitablemente, forma parte. De este modo, ante una simple equivocación en la que, en lugar de pulsar X se pulsa finalmente Z con consecuencia finalmente desastrosas, ya no es válido quedarnos en la descripción de lo ocurrido, o en establecer los procesos</p>	<p>Error humano, fallo humano, factores humanos, fiabilidad humana, teoría de la actividad, actividad situada, conocimiento socialmente distribuido.</p>	<p>ERROR HUMANO, FACTORES HUMANOS</p>

						mentales implicados, ni siquiera en explicar el accidente, hemos de ir más allá y preguntarnos desde un modelo sistémico por qué, si era tan importante, no se incluyó un sistema tipo Bouré (una <i>force function</i>), qué formación tenía el operador, quién le supervisaba, cual era la organización del trabajo.		
3	3	Estudio Psicométrico del Índice de Carga Mental NASA-TLX con una Muestra de Trabajadores Españoles	Eva Díaz Ramiro, Susana Rubio Valdehita, Jesús Martín García y Lourdes Luceño Moreno	2010	<i>El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades psicométricas del instrumento de evaluación de la carga mental de trabajo NASA-TLX en distintos grupos profesionales españoles. La muestra estuvo formada por 398 trabajadores que pertenecían a siete sectores profesionales diferentes. Todos los trabajadores evaluaron la carga mental percibida en sus puestos de trabajo, debida a cada una de las seis dimensiones de carga que distingue el NASA-TLX: esfuerzo, demanda mental, demanda física, demanda temporal, rendimiento y frustración. Los resultados mostraron una consistencia interna aceptable y una estructura factorial constituida por dos factores. Uno de los factores estaba formado únicamente por la dimensión "frustración", mientras que el otro factor englobaba a las cinco dimensiones restantes.</i>	En países como Estados Unidos, se realizan desde hace algunos años, estudios para comparar distintos métodos de evaluación de la carga mental, sobre todo de tipo subjetivo. En España todavía no existe suficiente investigación al respecto, por lo que una de las principales dificultades que presenta la evaluación de la carga mental es el escaso número de estudios en los que se han aplicado este tipo de técnicas en contextos reales de trabajo. La mayoría de los instrumentos existentes se han desarrollado en situaciones de laboratorio, donde los participantes debían evaluar la carga mental producida por tareas "artificiales", bastante diferentes a las que se realizan en los contextos reales. Debido a la inexistencia de datos normativos, en el presente estudio se calcularon, para el total de la muestra, los percentiles en cada una de las dimensiones y en el índice global de carga mental. Estos datos representan una primera	Carga mental, NASA-TLX, validez, fiabilidad, trabajadores.	ERGONOMÍA COGNITIVA APLICADA

						aproximación en los resultados de carga mental, que pueden ser de ayuda en la interpretación de resultados obtenidos en otros estudios.		
4	2	Cognitive ergonomics, socio-technical systems, and the impact of healthcare information technologies.	Erin K. Lawler a, Alan Hedge b, Sonja Pavlovic-Veselinovic	2011	<p><i>The United States healthcare system is transitioning from paper-based to computer-based systems. In this process, it is vitally important to focus on optimizing the role of human factors in systems design. This review examines a wide range of cognitive ergonomics and socio-technical systems issues that impact the successful implementation of healthcare information technologies (HIT). We review evidence on the impact of HIT on medication errors, electronic health records and clinical support, copying clinical exams and notes, computerized-provider order entry and clinical decision support system, and bar-code medication administration systems. We examine research on barriers to successful HIT implementation and also on user workarounds of systems' limitations. The review concludes by summarizing a series of important human factors design considerations that must be considered for successful systems implementation. This information is presented in a manner that should allow HIT system designers and implementers to readily incorporate these principles into their future developments. Relevance to industry: Evidence from a comprehensive review of the impact of HIT on a wide variety of important healthcare issues is presented and a series of human factors design considerations that are critical to successful HIT systems design is summarized.</i></p>	<p>This paper has reviewed current evidence on the impact, barriers and opportunities for improvement regarding HIT as it relates to EHR, CPOE and CDSS, BCMA, and ultimately to a range of safety issues in healthcare, especially focusing on reducing medical error and improving issues of safety and quality for the patient. Critical human factors and socio-technical implications have been identified, including the importance of effective individual and team communication, work efficiency and accuracy, human-computer interface based errors, and physical ergonomics, all of which must be considered prior to systems integration as healthcare organizations continue to embrace and implement HIT.</p>	Cognitive ergonomics, Healthcare information technology, Medical errors, Socio-technical systems	COGNITIVE ERGONOMICS, HUMAN ERROR

5	5	<p>EL USO DEL ÍNDICE DE EVALUACIÓN ERGONÓMICO PARA EVALUAR EL TRABAJO DE LAS CAMARERAS EN LA HOTELERÍA / THE USE OF ERGONOMIC EVALUATION INDEX FOR CHAMBERMAIDS IN THE HOTEL INDUSTRY</p>	<p>Grether Lucía Real-Pérez , Joaquín Aramis García-Dihigo, Neydalis Piloto-Fleitas</p>	2012	<p><i>The main objective of this work was the implementation of a procedure for the construction of Ergonomic Evaluation Index (IEEc) for chambermaids in the hotel industry. The IEEc is an ergonomic diagnostic tool in the area, which includes 5 factors used to evaluate the chambermaids' work: workplace conditions, work organization, physical workload, psychosocial and safety factor. Such index allows to obtain, in a comprehensive way, a value for the IEEc and thus to establish a program of improvements to increase the quality of working life and also allows comparisons between different entities or with subsequent evaluations in the same entity, to monitor developments.</i></p>	<p>El IEEc evalúa 5 elementos que afectan a las camareras de piso del sector hotelero: condiciones del local de trabajo, organización del trabajo, factor seguridad, carga física y factores psicosociales. 2. La determinación del IEEc permite realizar una valoración integral de los elementos que afectan a las camareras de piso del sector hotelero. 3. La determinación de los sub-índices permite establecer un programa de mejoras que responda a los problemas detectados en el diagnóstico. 4. La valoración de los sub-índices individuales permite establecer diferencias de los elementos, que siendo muy bien o mal valorados, pueden falsear el resultado integral obtenido.</p>	<p>ergonomía, índice ergonómico, diagnóstico ergonómico, camareras de piso, programa de mejoras</p>	<p>ERGONOMÍA, ERROR HUMANO, FACTORES HUMANOS</p>
6	3	<p>Development of a Subjective Mental Workload Scale (SCAM)</p>	<p>Gladys Rolo González, Dolores Díaz Cabrera y Estefanía Hernández Fernaud</p>		<p><i>The main aim of this study was to analyze the psychometric characteristics of a multidimensional instrument of a subjective mental workload (ESCAM). The sample consisted of 474 individuals of both sex. A mental workload scale of 31 items was elaborated. The factor analysis showed five dimensions of workload: cognitive requirements and information complexity, health consequences for workers, task characteristics, temporal organization of work and work rate. The results show the internal consistency for each workload dimension as well as the reliability of the scale</i></p>	<p>The findings showed that the mental workload measurement reflected five factors. The empirical structure obtained was similar to the theoretical dimensions used for the scale development. However, some of the theoretical dimensions were grouped together in one factor only (e.g., information used and cognitive demands) whereas others dimensions were divided into two different factors. There were not significant differences in the workload factors between high and medium level technicians and clerical workers. This fact can be due to the similar characteristics of these jobs, except for</p>	<p>Mental workload, mental workload scale, ESCAM, validity, reliability.</p>	<p>HUMAN ERROR</p>

						responsibility and autonomy. Nevertheless, differences between service group, on one hand, and high and medium technicians and clerical workers, on the other hand, were observed. The results presented in this paper support the notion that mental workload concept should be approached from a holistic perspective, taking into account both demands-resources and task characteristic approaches.		
7	3	MODELO DE CONFIABILIDAD HUMANA EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS	Luis José Amendola		<p><i>Cada cierto tiempo, alguna catástrofe nos recuerda que el eslabón más débil de un sistema de producción, el hombre, es a su vez el que tiene en sus manos la garantía y la confiabilidad de su funcionamiento. Se habla de error humano, se dice que la falta de confiabilidad en un sistema se debe a que, al fin y al cabo, está manejado por hombres. Es necesaria una reflexión sobre este problema.</i></p> <p><i>El error humano es tratado como lo inevitable, lo que escapa siempre a lo controlable y medible, lo que parece substituirse "de la imposibilidad de prever la estupidez humana". Cuando pequeños o grandes desajustes provocan incidentes o accidentes graves en situaciones de diálogo entre hombre y máquinas deberá decirse que el sistema ha fracasado. Que no habrá errores humanos ni confiabilidad humana. Deberá hablarse de confiabilidad operativa, que conjuga de manera indisociable: confiabilidad técnica y confiabilidad humana.</i></p>	<p>Debido a la influencia del análisis de accidentes, los acercamientos comunes a la predicción de funcionamiento se han centrado en el comportamiento humano. La predicción investiga las formas en que las acciones pueden fallar, también refiriéndose a los modos de error en la acción. Esto es bastante consistente con el punto de vista del proceso de información, donde se asumen "mecanismos de error" internos específicos. Si una función puede ser vista como un atributo de un componente, ello implica que la posibilidad de que una función falle pueda ser considerada por el componente por sí mismo, aunque es reconocido que las circunstancias o el contexto puedan tener alguna influencia.</p>		error humano

Tabla 51. Recopilación de información. Fuente propia.

IV. Clasificación de los procesos

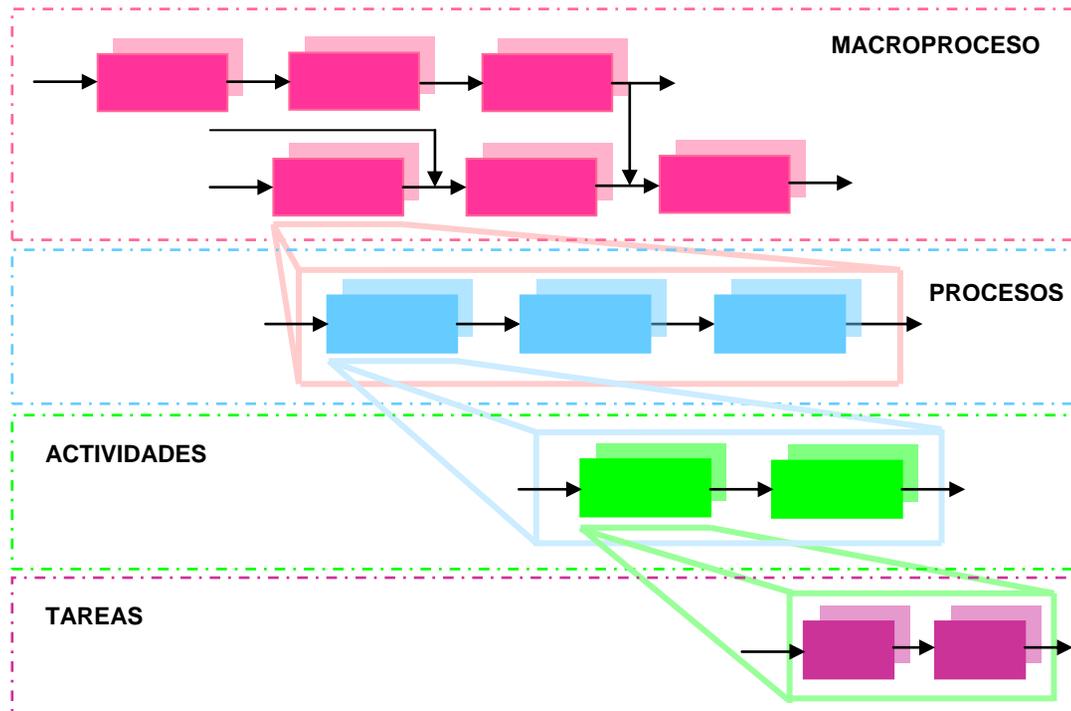


Ilustración 20. Esquema de relación de conceptos. Tomado de la dirección de calidad del Ministerio de Salud-Perú.

V. Análisis de Pareto. Caso de estudio: Servicio al cliente de una empresa de fragancias.

EVENTO	FECHA	EVENTO/ SITUACIÓN	CLIENTE	UNID	PÉRDIDA ECONÓMICA	TRM/ TC	PÉRDIDA ECONÓMICA (COP)	PÉRDIDA ABSOLUTA	PERDIDA RELATIVA	PERDIDA ACUMULADA	CRITERIO DE DECISIÓN
1	27/11/2012	Credit Memo	Q	EUR	-92350,8	2358,77	\$ (217.834.256,81)	\$ 217.834.256,81	7,80%	7,80%	0,54%
2	24/10/2012	Credit Memo	M	USD	-109005	1816,6	\$ (198.018.483,00)	\$198.018.483,00	7,09%	14,89%	1,08%
3	14/09/2012	Credit for Returns	AA	USD	-76080	1799,57	\$ (136.911.285,60)	\$136.911.285,60	4,90%	19,79%	1,62%
4	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-67160	1819,93	\$ (122.226.498,80)	\$ 122.226.498,80	4,38%	24,17%	2,16%
5	25/03/2013	Cancellation of Inv.	AA	USD	-65611,5	1825,79	\$ (119.792.820,59)	\$ 119.792.820,59	4,29%	28,46%	2,70%
6	25/03/2013	Cancellation of Inv.	AA	USD	-65611,5	1825,79	\$ (119.792.820,59)	\$ 119.792.820,59	4,29%	32,75%	3,24%
7	31/07/2012	Credit for Returns	G	USD	-65280	1789,02	\$ (116.787.225,60)	\$ 116.787.225,60	4,18%	36,93%	3,78%
8	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-46720	1785,41	\$ (83.414.355,20)	\$ 83.414.355,20	2,99%	39,92%	4,32%
9	15/01/2013	Credit Memo	Q	EUR	-23540,4	2347,18	\$ (55.253.533,94)	\$ 55.253.533,94	1,98%	41,90%	4,86%
10	24/04/2013	Credit for Returns	O	COP	-52592400	-	\$ (52.592.400,00)	\$ 52.592.400,00	1,88%	43,78%	5,41%
11	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-28615,59	1775,8	\$ (50.815.564,72)	\$ 50.815.564,72	1,82%	45,60%	5,95%
12	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-26280	1785,41	\$ (46.920.574,80)	\$46.920.574,80	1,68%	47,28%	6,49%
13	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-26280	1775,8	\$ (46.668.024,00)	\$ 46.668.024,00	1,67%	48,95%	7,03%
14	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-23256	1785,41	\$ (41.521.494,96)	\$ 41.521.494,96	1,49%	50,44%	7,57%
15	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-23360	1775,8	\$ (41.482.688,00)	\$ 41.482.688,00	1,49%	51,93%	8,11%
16	15/01/2013	Credit Memo	Q	EUR	-17655,3	2347,18	\$ (41.440.150,46)	\$41.440.150,46	1,48%	53,41%	8,65%
17	06/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-21679	1899,08	\$ (41.170.155,32)	\$41.170.155,32	1,47%	54,88%	9,19%
18	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-22066	1785,41	\$ (39.396.857,06)	\$ 39.396.857,06	1,41%	56,29%	9,73%
19	24/10/2012	CreditM	M	USD	-20962,5	1816,6	\$ (38.080.477,50)	\$38.080.477,50	1,36%	57,66%	10%

20	06/07/2012	Cancellation of Inv.	B	USD	-20285	1774,37	\$ (35.993.095,45)	\$ 35.993.095,45	1,29%	58,95%	10,81%
21	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-18054	1785,41	\$ (32.233.792,14)	\$32.233.792,14	1,15%	60,10%	11,35%
22	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-18054	1785,41	\$ (32.233.792,14)	\$32.233.792,14	1,15%	61,26%	11,89%
23	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-17962	1785,41	\$ (32.069.534,42)	\$32.069.534,42	1,15%	62,40%	12,43%
24	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-16875	1775,8	\$ (29.966.625,00)	\$29.966.625,00	1,07%	63,48%	12,97%
25	25/02/2013	Credit Memo	Q	EUR	-12237,5	2379,54	\$ (29.119.559,81)	\$ 29.119.559,81	1,04%	64,52%	13,51%
26	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-15396	1785,41	\$ (27.488.172,36)	\$27.488.172,36	0,98%	65,50%	14,05%
27	27/12/2012	Credit for Returns	N	USD	-14392	1771,49	\$ (25.495.284,08)	\$25.495.284,08	0,91%	66,42%	14,59%
28	08/01/2013	Credit for Returns	N	USD	-14392	1767,54	\$ (25.438.435,68)	\$25.438.435,68	0,91%	67,33%	15,14%
29	07/06/2013	Cancellation of Inv.	T	USD	-12612,6	1907,88	\$ (24.063.327,29)	\$24.063.327,29	0,86%	68,19%	15,68%
30	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-13506	1778,28	\$ (24.017.449,68)	\$24.017.449,68	0,86%	69,05%	16,22%
31	12/07/2012	Credit for Returns	C	USD	-12933	1787,72	\$ (23.120.582,76)	\$23.120.582,76	0,83%	69,88%	16,76%
32	27/11/2012	Credit Memo	Q	EUR	-9345	2358,77	\$ (22.042.701,63)	\$22.042.701,63	0,79%	70,67%	17,30%
33	06/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-11560	1899,08	\$ (21.953.364,80)	\$21.953.364,80	0,79%	71,45%	17,84%
34	06/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-11410	1899,08	\$ (21.668.502,80)	\$21.668.502,80	0,78%	72,23%	18,38%
35	11/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-11410	1898,8	\$ (21.665.308,00)	\$21.665.308,00	0,78%	73,00%	18,92%
36	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-11901,6	1819,93	\$ (21.660.078,89)	\$21.660.078,89	0,78%	73,78%	19,46%
37	11/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-11260	1898,8	\$ (21.380.488,00)	\$21.380.488,00	0,77%	74,55%	20,00%
38	05/04/2013	Credit for Returns	F	USD	-11628	1829,01	\$ (21.267.728,28)	\$21.267.728,28	0,76%	75,31%	20,54%
39	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-11628	1819,93	\$ (21.162.146,04)	\$21.162.146,04	0,76%	76,07%	21,08%
40	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-11250	1785,41	\$ (20.085.862,50)	\$20.085.862,50	0,72%	76,78%	21,62%
41	06/07/2012	Cancellation of Inv.	B	USD	-10898	1774,37	\$ (19.337.084,26)	\$19.337.084,26	0,69%	77,48%	22,16%
42	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-10264	1775,8	\$ (18.226.811,20)	\$18.226.811,20	0,65%	78,13%	22,70%

43	26/10/2012	Credit Memo	P	USD	-8830	1816,97	\$ (16.043.845,10)	\$16.043.845,10	0,57%	78,70%	23,24 %
44	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-8294,4	1775,8	\$ (14.729.195,52)	\$14.729.195,52	0,53%	79,23%	23,78 %
45	18/06/2013	Credit for Returns	FF	USD	-7716	1883,57	\$ (14.533.626,12)	\$14.533.626,12	0,52%	79,75%	24,32 %
46	18/06/2013	Credit for Returns	FF	USD	-7689,6	1883,57	\$ (14.483.899,87)	\$14.483.899,87	0,52%	80,27%	24,86 %
47	25/03/2013	Cancellation of Inv.	AA	USD	-7920	1825,79	\$ (14.460.256,80)	\$14.460.256,80	0,52%	80,79%	25,41 %
48	25/03/2013	Cancellation of Inv.	AA	USD	-7920	1825,79	\$ (14.460.256,80)	\$14.460.256,80	0,52%	81,31%	25,95 %
49	06/11/2012	Cancellation of Inv.	A	USD	-7715	1828,8	\$ (14.109.192,00)	\$14.109.192,00	0,51%	81,81%	26,49 %
50	06/07/2012	Cancellation of Inv.	B	USD	-7429,5	1774,37	\$ (13.182.681,92)	\$13.182.681,92	0,47%	82,28%	27,03 %
51	15/08/2012	Cancellation of Inv.	HH	USD	-6451,2	1800,81	\$ (11.617.385,47)	\$11.617.385,47	0,42%	82,70%	27,57 %
52	26/10/2012	Credit Memo	P	USD	-6324	1816,97	\$ (11.490.518,28)	\$11.490.518,28	0,41%	83,11%	28,11 %
53	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-6220,8	1819,93	\$ (11.321.420,54)	\$11.321.420,54	0,41%	83,52%	28,65 %
54	24/08/2012	Credit for Returns	X	USD	-6192	1808,33	\$ (11.197.179,36)	\$11.197.179,36	0,40%	83,92%	29,19 %
55	26/10/2012	Cancellation of Inv.	M	BRL	-12250,25	896,54	\$ (10.982.780,58)	\$10.982.780,58	0,39%	84,31%	29,73 %
56	22/10/2012	Cancellation of Inv.	M	BRL	-12250,25	887,27	\$ (10.869.255,55)	\$10.869.255,55	0,39%	84,70%	30,27 %
57	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-5950,8	1785,41	\$ (10.624.617,83)	\$10.624.617,83	0,38%	85,08%	30,81 %
58	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-5814	1785,41	\$ (10.380.373,74)	\$10.380.373,74	0,37%	85,45%	31,35 %
59	03/08/2012	Cancellation of Inv.	H	COP	-9864960	-	\$ (9.864.960,00)	\$9.864.960,00	0,35%	85,81%	31,89 %
60	19/04/2013	Cancellation of Inv.	Z	USD	-5084,8	1847,02	\$ (9.391.727,30)	\$9.391.727,30	0,34%	86,14%	32,43 %
61	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-5132	1785,41	\$ (9.162.724,12)	\$9.162.724,12	0,33%	86,47%	32,97 %
62	21/11/2012	Cancellation of Inv.	H	COP	-9005200	-	\$ (9.005.200,00)	\$9.005.200,00	0,32%	86,79%	33,51 %
63	23/07/2012	Cancellation of Inv.	F	USD	-5011,2	1775,8	\$ (8.898.888,96)	\$8.898.888,96	0,32%	87,11%	34,05 %
64	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-4899	1778,28	\$ (8.711.793,72)	\$8.711.793,72	0,31%	87,42%	34,59 %
65	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-4899	1778,28	\$ (8.711.793,72)	\$8.711.793,72	0,31%	87,74%	35,14 %

66	25/09/2012	Cancellation of Inv.	V	USD	-4638	1799,29	\$ (8.345.107,02)	\$ 8.345.107,02	0,30%	88,03%	35,68%
67	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-4502	1778,28	\$ (8.005.816,56)	\$8.005.816,56	0,29%	88,32%	36,22%
68	06/11/2012	Cancellation of Inv.	A	USD	-4337,9	1828,8	\$ (7.933.151,52)	\$7.933.151,52	0,28%	88,60%	36,76%
69	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-4388	1778,28	\$ (7.803.092,64)	\$7.803.092,64	0,28%	88,88%	37,30%
70	26/10/2012	Cancellation of Inv.	GG	COP	-7506000	-	\$ (7.506.000,00)	\$7.506.000,00	0,27%	89,15%	37,84%
71	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-4147,2	1785,41	\$ (7.404.452,35)	\$7.404.452,35	0,27%	89,42%	38,38%
72	18/02/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-4147,2	1785,41	\$ (7.404.452,35)	\$7.404.452,35	0,27%	89,68%	38,92%
73	23/11/2012	Credit Memo	Q	EUR	-3042,6	2352,95	\$ (7.159.093,58)	\$7.159.093,58	0,26%	89,94%	39,46%
74	09/01/2013	Credit Memo	Q	EUR	-3063	2310,32	\$ (7.076.509,03)	\$7.076.509,03	0,25%	90,19%	40,00%
75	18/06/2013	Credit for Returns	FF	USD	-3742,5	1883,57	\$ (7.049.260,73)	\$7.049.260,73	0,25%	90,45%	40,54%
76	06/06/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-3695	1899,08	\$ (7.017.100,60)	\$7.017.100,60	0,25%	90,70%	41,08%
77	28/03/2013	Credit Memo	U	USD	-3810	1832,2	\$ (6.980.682,00)	\$6.980.682,00	0,25%	90,95%	41,62%
78	16/05/2013	Cancellation of Inv.	R	COP	-6206000	-	\$ (6.206.000,00)	\$6.206.000,00	0,22%	91,17%	42,16%
79	03/05/2013	Credit for Returns	X	USD	-2978	1836,34	\$ (5.468.620,52)	\$5.468.620,52	0,20%	91,36%	42,70%
80	07/06/2013	Cancellation of Inv.	T	USD	-2662	1907,88	\$ (5.078.776,56)	\$5.078.776,56	0,18%	91,55%	43,24%
81	11/03/2013	Cancellation of Inv.	GG	COP	-4958280	-	\$ (4.958.280,00)	\$4.958.280,00	0,18%	91,72%	43,78%
82	15/02/2013	Cancellation of Inv.	GG	COP	-4910760	-	\$ (4.910.760,00)	\$ 4.910.760,00	0,18%	91,90%	44,32%
83	15/02/2013	Cancellation of Inv.	GG	COP	-4910760	-	\$ (4.910.760,00)	\$ 4.910.760,00	0,18%	92,08%	44,86%
84	26/02/2013	Cancellation of Inv.	W	USD	-2716	1806,11	\$ (4.905.394,76)	\$4.905.394,76	0,18%	92,25%	45,41%
85	18/01/2013	Cancellation of Inv.	GG	COP	-4868640	-	\$ (4.868.640,00)	\$4.868.640,00	0,17%	92,43%	45,95%
86	18/01/2013	Cancellation of Inv.	GG	COP	-4868640	-	\$ (4.868.640,00)	\$4.868.640,00	0,17%	92,60%	46,49%
87	15/08/2012	Cancellation of Inv.	W	USD	-2678	1800,81	\$ (4.822.569,18)	\$4.822.569,18	0,17%	92,77%	47,03%
88	07/05/2013	Cancellation of Inv.	H	COP	-4734300	-	\$ (4.734.300,00)	\$4.734.300,00	0,17%	92,94%	47,57%

89	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-2616	1800,81	\$ (4.710.918,96)	\$ 4.710.918,96	0,17%	93,11%	48,11 %
90	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-2614	1800,81	\$ (4.707.317,34)	\$ 4.707.317,34	0,17%	93,28%	48,65 %
91	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-2614	1800,81	\$ (4.707.317,34)	\$ 4.707.317,34	0,17%	93,45%	49,19 %
92	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-2568	1800,81	\$ (4.624.480,08)	\$ 4.624.480,08	0,17%	93,61%	49,73 %
93	03/08/2012	Cancellati on of Inv.	H	COP	-4624200	-	\$ (4.624.200,00)	\$ 4.624.200,00	0,17%	93,78%	50,27 %
94	04/04/2013	Cancellati on of Inv.	F	USD	-2505,6	1819,93	\$ (4.560.016,61)	\$ 4.560.016,61	0,16%	93,94%	50,81 %
95	04/04/2013	Cancellati on of Inv.	F	USD	-2505,6	1819,93	\$ (4.560.016,61)	\$ 4.560.016,61	0,16%	94,11%	51,35 %
96	18/02/2013	Cancellati on of Inv.	F	USD	-2505,6	1785,41	\$ (4.473.523,30)	\$ 4.473.523,30	0,16%	94,27%	51,89 %
97	07/05/2013	Cancellati on of Inv.	H	COP	-4409200	-	\$ (4.409.200,00)	\$ 4.409.200,00	0,16%	94,42%	52,43 %
98	04/04/2013	Cancellati on of Inv.	F	USD	-2404,8	1819,93	\$ (4.376.567,66)	\$ 4.376.567,66	0,16%	94,58%	52,97 %
99	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	94,74%	53,51 %
100	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	94,89%	54,05 %
101	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	95,05%	54,59 %
102	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	95,20%	55,14 %
103	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	95,36%	55,68 %
104	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-2449,5	1778,28	\$ (4.355.896,86)	\$ 4.355.896,86	0,16%	95,52%	56,22 %
105	06/03/2013	Cancellati on of Inv.	CC	USD	-2404	1809,65	\$ (4.350.398,60)	\$ 4.350.398,60	0,16%	95,67%	56,76 %
106	06/03/2013	Cancellati on of Inv.	CC	USD	-2404	1809,65	\$ (4.350.398,60)	\$ 4.350.398,60	0,16%	95,83%	57,30 %
107	06/11/2012	Cancellati on of Inv.	A	USD	-2370	1828,8	\$ (4.334.256,00)	\$ 4.334.256,00	0,16%	95,98%	57,84 %
108	03/07/2012	Cancellati on of Inv.	J	COP	-4287075	-	\$ (4.287.075,00)	\$ 4.287.075,00	0,15%	96,14%	58,38 %
109	23/07/2012	Cancellati on of Inv.	F	USD	-2404,8	1775,8	\$ (4.270.443,84)	\$ 4.270.443,84	0,15%	96,29%	58,92 %
110	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	Y	USD	-2331	1800,81	\$ (4.197.688,11)	\$ 4.197.688,11	0,15%	96,44%	59,46 %
111	14/11/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-2307	1819,3	\$ (4.197.125,10)	\$ 4.197.125,10	0,15%	96,59%	60,00 %

112	06/11/2012	Cancellation of Inv.	A	USD	-2150	1828,8	\$ (3.931.920,00)	\$ 3.931.920,00	0,14%	96,73%	60,54 %
113	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-2123	1778,28	\$ (3.775.288,44)	\$ 3.775.288,44	0,14%	96,87%	61,08 %
114	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-2073,6	1819,93	\$ (3.773.806,85)	\$3.773.806,85	0,14%	97,00%	61,62 %
115	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-2073,6	1819,93	\$ (3.773.806,85)	\$3.773.806,85	0,14%	97,14%	62,16 %
116	04/04/2013	Cancellation of Inv.	F	USD	-2073,6	1819,93	\$ (3.773.806,85)	\$3.773.806,85	0,14%	97,27%	62,70 %
117	28/08/2012	Credit for Returns	EE	USD	-2044,8	1821,44	\$ (3.724.480,51)	\$3.724.480,51	0,13%	97,41%	63,24 %
118	21/11/2012	Cancellation of Inv.	H	COP	-3703750	-	\$ (3.703.750,00)	\$3.703.750,00	0,13%	97,54%	63,78 %
119	07/05/2013	Cancellation of Inv.	H	COP	-3653720	-	\$ (3.653.720,00)	\$3.653.720,00	0,13%	97,67%	64,32 %
120	14/11/2012	Cancellation of Inv.	W	USD	-1781	1819,3	\$ (3.240.173,30)	\$3.240.173,30	0,12%	97,78%	64,86 %
121	11/06/2013	Cancellation of Inv.	R	COP	-3195700	-	\$ (3.195.700,00)	\$3.195.700,00	0,11%	97,90%	65,41 %
122	19/07/2012	Cancellation of Inv.	D	USD	-1760	1778,28	\$ (3.129.772,80)	\$3.129.772,80	0,11%	98,01%	65,95 %
123	22/02/2013	Credit for Returns	A	USD	-1729,5	1798,21	\$ (3.110.004,20)	\$3.110.004,20	0,11%	98,12%	66,49 %
124	16/05/2013	Cancellation of Inv.	R	COP	-3103000	-	\$ (3.103.000,00)	\$3.103.000,00	0,11%	98,23%	67,03 %
125	27/03/2013	Cancellation of Inv.	W	USD	-1686	1828,95	\$ (3.083.609,70)	\$3.083.609,70	0,11%	98,34%	67,57 %
126	15/08/2012	Cancellation of Inv.	W	USD	-1676	1800,81	\$ (3.018.157,56)	\$3.018.157,56	0,11%	98,45%	68,11 %
127	06/03/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-1665	1809,65	\$ (3.013.067,25)	\$ 3.013.067,25	0,11%	98,56%	68,65 %
128	06/03/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-1665	1809,65	\$ (3.013.067,25)	\$3.013.067,25	0,11%	98,67%	69,19 %
129	14/11/2012	Cancellation of Inv.	W	USD	-1538	1819,3	\$ (2.798.083,40)	\$2.798.083,40	0,10%	98,77%	69,73 %
130	26/03/2013	Credit Memo	U	USD	-1374	1825,79	\$ (2.508.635,46)	\$2.508.635,46	0,09%	98,86%	70,27 %
131	09/08/2012	Cancellation of Inv.	I	COP	-2397800	-	\$ (2.397.800,00)	\$2.397.800,00	0,09%	98,94%	70,81 %
132	06/11/2012	Cancellation of Inv.	A	USD	-1239,4	1828,8	\$ (2.266.614,72)	\$ 2.266.614,72	0,08%	99,03%	71,35 %
133	07/05/2013	Cancellation of Inv.	H	COP	-2158252	-	\$ (2.158.252,00)	\$ 2.158.252,00	0,08%	99,10%	71,89 %
134	06/03/2013	Cancellation of Inv.	CC	USD	-1139,4	1809,65	\$ (2.061.915,21)	\$2.061.915,21	0,07%	99,18%	72,43 %

135	06/03/2013	Cancellati on of Inv.	CC	USD	-1139,4	1809,65	\$ (2.061.915,21)	\$2.061.915,21	0,07%	99,25%	72,97 %
136	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	D	USD	-1061,5	1778,28	\$ (1.887.644,22)	\$1.887.644,22	0,07%	99,32%	73,51 %
137	02/07/2012	Credit for Returns	A	USD	-1015,2	1784,6	\$ (1.811.725,92)	\$1.811.725,92	0,06%	99,38%	74,05 %
138	15/08/2012	Credit Memo	DD	USD	-956,35	1800,81	\$ (1.722.204,64)	\$1.722.204,64	0,06%	99,44%	74,59 %
139	06/02/2013	Credit for Returns	M	BRL	-1683	899,49	\$ (1.513.845,12)	\$1.513.845,12	0,05%	99,50%	75,14 %
140	09/08/2012	Cancellati on of Inv.	J	COP	-1460375	-	\$ (1.460.375,00)	\$1.460.375,00	0,05%	99,55%	75,68 %
141	04/06/2013	Cancellati on of Inv.	GG	COP	-1421300	-	\$ (1.421.300,00)	\$1.421.300,00	0,05%	99,60%	76,22 %
142	25/03/2013	Credit Memo	V	USD	-745,2	1825,79	\$ (1.360.578,71)	\$1.360.578,71	0,05%	99,65%	76,76 %
143	09/08/2012	Cancellati on of Inv.	I	COP	-1102350	-	\$ (1.102.350,00)	\$1.102.350,00	0,04%	99,69%	77,30 %
144	07/05/2013	Cancellati on of Inv.	H	COP	-1079126	-	\$ (1.079.126,00)	\$ 1.079.126,00	0,04%	99,73%	77,84 %
145	03/08/2012	Cancellati on of Inv.	H	COP	-999060	-	\$ (999.060,00)	\$ 999.060,00	0,04%	99,76%	78,38 %
146	08/10/2012	Credit Memo	L	COP	-878400	-	\$ (878.400,00)	\$ 878.400,00	0,03%	99,80%	78,92 %
147	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	B	USD	-492,8	1778,28	\$ (876.336,38)	\$876.336,38	0,03%	99,83%	79,46 %
148	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	B	USD	-368,6	1778,28	\$ (655.474,01)	\$ 655.474,01	0,02%	99,85%	80,00 %
149	15/08/2012	Cancellati on of Inv.	W	USD	-362,4	1800,81	\$ (652.613,54)	\$652.613,54	0,02%	99,87%	80,54 %
150	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	B	USD	-351,52	1778,28	\$ (625.100,99)	\$ 625.100,99	0,02%	99,90%	81,08 %
151	21/11/2012	Cancellati on of Inv.	H	COP	-591160	-	\$ (591.160,00)	\$ 591.160,00	0,02%	99,92%	81,62 %
152	03/10/2012	Cancellati on of Inv.	DD	USD	-277,76	1798,86	\$ (499.651,35)	\$499.651,35	0,02%	99,94%	82,16 %
153	21/11/2012	Cancellati on of Inv.	H	COP	-450440	-	\$ (450.440,00)	\$450.440,00	0,02%	99,95%	82,70 %
154	08/05/2013	Cancellati on of Inv.	S	USD	-237,4	1827,13	\$ (433.760,66)	\$433.760,66	0,02%	99,97%	83,24 %
155	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	B	USD	-225	1778,28	\$ (400.113,00)	\$400.113,00	0,01%	99,98%	83,78 %
156	06/11/2012	Cancellati on of Inv.	A	USD	-154,3	1828,8	\$ (282.183,84)	\$ 282.183,84	0,01%	99,99%	84,32 %
157	19/07/2012	Cancellati on of Inv.	B	USD	-99	1778,28	\$ (176.049,72)	\$176.049,72	0,01%	100,00%	84,86 %

158	23/01/2013	Credit Memo	O	COP	-36144	-	\$ (36.144,00)	\$ 36.144,00	0,00%	100,00%	85,41 %
159	21/01/2013	Credit Memo	BB	USD	-14,14	1767,74	\$ (24.995,84)	\$24.995,84	0,00%	100,00%	85,95 %
160	19/07/2012	Credit Memo	E	USD	0	1778,28	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	86,49 %
161	19/07/2012	Credit Memo	E	USD	0	1778,28	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	87,03 %
162	19/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	87,57 %
163	19/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	88,11 %
164	19/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	88,65 %
165	19/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	89,19 %
166	19/10/2012	Cancellation of Inv.	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	89,73 %
167	19/10/2012	Cancellation of Inv.	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	90,27 %
168	19/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	90,81 %
169	19/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	91,35 %
170	19/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	91,89 %
171	19/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1797,66	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	92,43 %
172	22/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1798,42	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	92,97 %
173	22/10/2012	Credit Memo	P	USD	0	1798,42	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	93,51 %
174	22/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1798,42	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	94,05 %
175	22/10/2012	Cancel of Cred Memo	P	USD	0	1798,42	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	94,59 %
176	26/10/2012	Credit Memo	B	USD	0	1816,97	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	95,14 %
177	26/10/2012	Credit Memo	B	USD	0	1816,97	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	95,68 %
178	26/10/2012	Credit Memo	B	USD	0	1816,97	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	96,22 %
179	06/12/2012	Credit Memo	G	USD	0	1811,05	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	96,76 %
180	06/12/2012	Credit Memo	K	USD	0	1811,05	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	97,30 %

181	06/12/2012	Credit Memo	K	USD	0	1811,05	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	97,84 %
182	06/12/2012	Credit Memo	K	USD	0	1811,05	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	98,38 %
183	26/12/2012	Credit Memo	T	USD	0	1773,44	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	98,92 %
184	26/12/2012	Credit Memo	T	USD	0	1773,44	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	99,46 %
185	26/12/2012	Credit Memo	T	USD	0	1773,44	\$ -	\$ -	0,00%	100,00%	100,00 %
								\$2.792.547.731,65			

Tabla 52. Documento contable de la empresa caso de estudio. Empresa de Fragancias.

VI. Entrevista piloto

ENTREVISTA DIRIGIDA SEMI- ESTRUCTURADA

OBJETIVO: Determinar cuáles fueron los errores humanos cometidos por el equipo de Customer Service fragancias de la empresa caso de estudio, durante el periodo que va desde el 01 de julio de 2012 hasta el 30 de Junio de 2013. Así mismo conocer la situación presentada alrededor de cada uno de estos errores y la tarea que se estaba realizando, con sus actividades, entradas y salidas.

Esta entrevista fue diseñada para diagnosticar los errores que más estaban presentando impactos económicos negativos para la empresa y que fueron identificados a partir de las notas crédito registradas durante el periodo objeto de estudio.

Buenas días/tardes mi nombre es nombre del encuestador#1 y el de mi compañera es nombre del encuestador#2 somos estudiantes de ingeniería industrial de la universidad Javeriana y estamos trabajando en un proyecto de investigación para nuestro trabajo de grado, el cual pretende relacionar la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos en empresas de servicios.

Anteriormente estuvimos revisando un reporte en el cual se reflejan las notas crédito emitidas por la empresa en lo corrido del año que va del II-2012 al I-2013. Hoy quisiéramos contar con su apoyo para hacerle unas preguntas basadas en este reporte y dirigidas a determinar los errores cognitivos cometidos durante el proceso, la causa y la o las tareas con las que éste tuvo alguna relación.

Como introducción a la entrevista vamos a explicarle de una forma general a qué nos referimos cuando hablamos de ergonomía cognitiva.

La ergonomía cognitiva estudia la interacción mental del ser humano con su entorno de trabajo. Dentro de los temas más relevantes que ésta trata, se encuentra la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, la experiencia, la interacción humano-computadora, la confiabilidad humana, el stress laboral y el entrenamiento y la capacitación, en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.

Tenga en cuenta que esta entrevista tiene una duración aproximada de 60 minutos y que sus respuestas serán tratadas de forma CONFIDENCIAL Y ANÓNIMA y no serán utilizadas para ningún propósito diferente al de la investigación.

ENCUESTA # _____

EDAD _____

GÉNERO _____

TIEMPO EN EL CARGO _____

FORMACIÓN ACADÉMICA (pregrado/posgrado/otros estudios) _____

“Con la información obtenida a partir del reporte de notas crédito y débito abordaremos las preguntas por cliente y por nota crédito emitida ya que cada uno de estos merece una interpretación diferente pues las formas de atención varían entre uno y otro”.

1. ¿Cuál fue la situación que ocasionó la emisión de la nota crédito? (**ABIERTA**) **descripción de la situación.**
2. ¿Qué tarea estaba haciendo cuando se presentó esta situación? (**INVESTIGACION**) **relación tarea-error.**
3. ¿en qué parte del proceso de la tarea se encontraba? (**CERRADA**)

	SI	NO
a. Activación	_____	_____
b. Observación	_____	_____
c. Identificación	_____	_____
d. Interpretación	_____	_____
e. Evaluación	_____	_____
f. Selección del objetivo	_____	_____
g. Elección del procedimiento	_____	_____
h. Ejecución	_____	_____

Permite determinar la etapa de la tarea durante la cual se cometió el error.

4. ¿Podría por favor descomponer esta tarea en más de tres pasos pero menos que 6? (**ABIERTA**) **descripción de la tarea//experticia requerida de la tarea (Mileto & Hutton, 2000)**
5. ¿Cuál fue el error cometido durante el desarrollo de la tarea? (**INVESTIGACION**) **error.**
6. Cuando se comete el error, éste es (**CERRADA**):
 - a. ¿Antes del incidente (prueba)? SI___ NO___
 - b. ¿Una acción que genera una anomalía en la tarea? SI___ NO___
 - c. ¿Una acción que, de acuerdo con el procedimiento, se recupera el control de la situación? SI___ NO___

- d. ¿Una acción que empeora la situación SI___ NO___
- e. ¿Una acción que, a partir de realizar otra acción, se recupera el control de la situación? SI___ NO___

Permite determinar el tipo de error.

- 7. ¿Por qué cometió este error? (**ABIERTA**) **Causa del error**
- 8. ¿Qué considera ud que dio lugar a cometer el error? Ejemplo, una acción cometida inconscientemente, un error de procedimiento, limitación de recursos, etc. (**INVESTIGACION**) **permite determinar el nivel del error.**
- 9. ¿Cree usted que el error tuvo alguna relación con la fecha de cierre? Si___ No___ (**PREGUNTA CERRADA**). **Permite determinar si existe alguna relación entre los diferentes periodos del año y los procesos cognitivos de las personas.**

“El ciclo de las preguntas de la 1 a la 9 se realizará tantas veces como clientes con notas débito haya”

De acuerdo con Miletto & Hutton en el año 2000 es recomendable hacer unas pruebas básicas de SME (subject matter experts) para ejemplos específicos, en nuestro caso las tareas más relevantes, con el fin de mirar los errores potenciales y poderlos discutir cuando se haga la recopilación y análisis de los datos.

- 10. ¿Qué características o elementos cree ud. que es necesario saber y a los cuales debe hacerles mayor seguimiento para desempeñar el cargo? (**PREGUNTA ABIERTA**) **esto permite que la persona piense en cómo interactúan los elementos y cómo pueden verse afectados entre uno y otro.**
- 11. ¿Podría describir un caso en el que detecto que algo andaba mal y lo notificó antes que otros pudieran detectarlo también? (**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**) **permite ver la capacidad de detectar señales y patrones que el personal con menos experiencia puede pasar por alto.**
- 12. ¿Alguna vez ha estado en una situación en la que supo exactamente cómo llegaron las cosas a ese punto y qué sucedería después? (**PREGUNTA CERRADA**) *“Tener en cuenta que al ser una entrevista dirigida semi-estructurada es posible direccionar la pregunta hacia respuestas abiertas”.* **Determinar la capacidad para prever un problema antes que este suceda.**
- 13. ¿Recuerda alguna ocasión en la que su equipo apuntaba hacia una idea pero su experiencia le decía que había algo más que debía hacer? (**PREGUNTA CERRADA**) *“Tener en cuenta que al ser una entrevista dirigida semi-estructurada es posible direccionar la pregunta hacia respuestas abiertas”.* **Evalúa la capacidad de tener una posición crítica ante situaciones que se presentan en el desarrollo de las tareas.**

14. ¿Podría decirme un momento en el que se dio cuenta que necesitaba cambiar la forma de realizar una tarea para obtener un mejor trabajo? (**PREGUNTA ABIERTA**)
15. ¿Cómo abordó la situación? (**PREGUNTA DE INVESTIGACION**)
16. ¿Obtuvo los resultados esperados? Si ____ No____ (**PREGUNTA CERRADA**)
- Las preguntas 13, 14 y 15 determinan la capacidad de combinar procedimientos y lograr desempeñar la tarea de la forma más eficiente posible.**

¡Muchas gracias por su tiempo!

VII. Entrevista final

ENTREVISTA DIRIGIDA SEMI- ESTRUCTURADA

OBJETIVO: Determinar cuáles fueron los errores humanos cometidos por el equipo de Customer Service fragancias de la empresa caso de estudio, durante el periodo que va desde el 01 de julio de 2012 hasta el 30 de Junio de 2013. Así mismo conocer la situación presentada alrededor de cada uno de estos errores y la tarea que se estaba realizando, con sus actividades, entradas y salidas.

Esta entrevista fue diseñada para diagnosticar los errores que más estaban presentando impactos económicos negativos para la empresa y que fueron identificados a partir de las notas crédito registradas durante el periodo objeto de estudio.

Buenas días/tardes mi nombre es nombre del encuestador#1 y el de mi compañera es nombre del encuestador#2 somos estudiantes de ingeniería industrial de la universidad Javeriana y estamos trabajando en un proyecto de investigación para nuestro trabajo de grado, el cual pretende relacionar la ergonomía cognitiva con el desempeño de los procesos logísticos en empresas de servicios.

Anteriormente estuvimos revisando un reporte en el cual se reflejan las notas crédito emitidas por la empresa en lo corrido del año que va del II-2012 al I-2013. Hoy quisiéramos contar con su apoyo para hacerle unas preguntas basadas en este reporte y dirigidas a determinar los errores cognitivos cometidos durante el proceso, la causa y la o las tareas con las que éste tuvo alguna relación.

Como introducción a la entrevista vamos a explicarle de una forma general a qué nos referimos cuando hablamos de ergonomía cognitiva.

La ergonomía cognitiva estudia la interacción mental del ser humano con su entorno de trabajo. Dentro de los temas más relevantes que ésta trata, se encuentra la carga de trabajo mental, la toma de

decisiones, la experiencia, la interacción humano-computadora, la confiabilidad humana, el stress laboral y el entrenamiento y la capacitación, en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.

Tenga en cuenta que esta entrevista tiene una duración aproximada de 60 minutos y que sus respuestas serán tratadas de forma CONFIDENCIAL Y ANÓNIMA y no serán utilizadas para ningún propósito diferente al de la investigación.

ENCUESTA # _____

EDAD _____

GÉNERO _____

CARGO _____

TIEMPO EN LA EMPRESA _____

TIEMPO EN EL CARGO _____

OTROS CARGOS EN LA EMPRESA _____

FORMACIÓN ACADÉMICA (pregrado/posgrado/otros estudios) _____

“Con la información obtenida a partir del reporte de notas crédito y débito abordaremos las preguntas por cliente y por nota crédito emitida ya que cada uno de estos merece una interpretación diferente pues las formas de atención varían entre uno y otro”.

17. ¿A qué se debe la emisión de la nota crédito? Por favor explique la situación que se presentó.
(ABIERTA)

18. ¿Cuál fue el error? Si la respuesta se encuentra implícita en la respuesta de la pregunta #1 entonces en este caso se haría una afirmación tal como: En este orden de ideas el error que se presentó fue xxx. **(INVESTIGACION)**

19. ¿Customer Service Colombia pudo haber evitado la emisión de la nota crédito? Si _____
No _____ **(CERRADA)**

Si la respuesta de la pregunta #3 es sí, continúe con la pregunta #4 sino vuelva a la pregunta #1 y comience a hacer las preguntas de nuevo para la siguiente nota crédito.

Construya un esquema con el entrevistado en el que se pueda ver fácilmente el macro proceso, el proceso, las actividades y por último las tareas que implican cada una de estas actividades (Ver Tabla 53).

PROCESO	ACTIVIDAD	TAREA	PASOS DE LA TAREA	OBSERVACIONES
Ingreso orden				
Procesamiento de la orden				
Entrega de factura y otro documentos del producto				

Tabla 53. Definición de la tarea. Fuente propia.

20. De acuerdo con el esquema ¿Con qué tarea cree ud. que se relaciona lo que se dejó de hacer o lo que se hizo de forma incorrecta? (**ABIERTA**)

21. En una escala de 1 a 10 ordenes que se ingresan al sistema, ¿con cuántas cree ud. que se presenta la misma situación? (**INVESTIGACION**)

22. ¿Durante qué etapa de la tarea se presentó la situación? (**CERRADA**)

	SI	NO
a. Activación	_____	_____
b. Observación	_____	_____
c. Identificación	_____	_____
d. Interpretación	_____	_____
e. Evaluación	_____	_____
f. Selección del objetivo	_____	_____
g. Elección del procedimiento	_____	_____
h. Ejecución	_____	_____

23. ¿Podría por favor descomponer esta tarea en más de tres pasos pero menos que 6? (**ABIERTA**)

24. Cuando se comete el error, éste es (**CERRADA**):

- i. ¿Una acción que, de acuerdo con el procedimiento, se recupera el control de la situación? SI___ NO___
- j. ¿Una acción que empeora la situación SI___ NO___

k. ¿Una acción que, a partir de realizar otra acción, se recupera el control de la situación? SI___ NO___

25. ¿Por qué cree ud. que cometió este error? (**ABIERTA**)

26. ¿Qué considera ud que dio lugar a cometer el error? Ejemplo, una acción cometida inconscientemente, un error de procedimiento, limitación de recursos, etc. (**INVESTIGACION**).

27. ¿Cree usted que el error tuvo alguna relación con la aproximación de la fecha de cierre? Si___ No___ (**PREGUNTA CERRADA**).

“El ciclo de las preguntas de la 1 a la 9 se realizará tantas veces como clientes con notas débito haya”

28. ¿Qué características o elementos cree ud. que es necesario saber y a los cuales debe hacerles mayor seguimiento para desempeñar el cargo? (**PREGUNTA ABIERTA**)

29. ¿Podría describir un caso en el que detecto que algo andaba mal y lo notificó antes que otros pudieran detectarlo también? (**PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**)

30. ¿Alguna vez ha estado en una situación en la que supo exactamente cómo llegaron las cosas a ese punto y qué sucedería después? (**PREGUNTA CERRADA**) *“Tener en cuenta que al ser una entrevista dirigida semi-estructurada es posible direccionar la pregunta hacia respuestas abiertas”.*

31. ¿Recuerda alguna ocasión en la que su equipo apuntaba hacia una idea pero su experiencia le decía que había algo más que debía hacer? (**PREGUNTA CERRADA**) *“Tener en cuenta que al ser una entrevista dirigida semi-estructurada es posible direccionar la pregunta hacia respuestas abiertas”.*

32. ¿Podría decirme un momento en el que se dio cuenta que necesitaba cambiar la forma de realizar una tarea para obtener un mejor trabajo? (**PREGUNTA ABIERTA**)

33. ¿Cómo abordó la situación? (**PREGUNTA DE INVESTIGACION**)

34. ¿Obtuvo los resultados esperados? Si ___ No___ (**PREGUNTA CERRADA**)

¡Muchas gracias por su tiempo!

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, M. (s.f.). Definiciones de interés en ergonomía. Chile.
- Amendola, L. J. (s.f.). Modelo de confiabilidad humana en la gestión de activos. Valencia, España.
- Arboleda, U. S. (s.f.). Obtenido de Sistema de Gestión de Calidad: www.usergioarboleda.edu.co
- Beltrán, J., Rivas, M., & Muñuzuri, J. (2007). *Sistemas de Gestión Logística: Un enfoque para la evaluación, integración y mejora de los procesos logísticos*. Sevilla: Primer Congreso de Logística y Gestión de la Cadena de Suministro Zaragoza, 12 y 13 de Septiembre de 2007.
- Cárdenas, S. (s.f.). Fallo Humano: la quiebra de un paradigma. Andalucía, España: 2009.
- Colciencias*. (s.f.). Obtenido de http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias
- Faig Sureda, J. (2000). Fiabilidad humana: evaluación simplificada del error humano.
- Gómez de García, M. C., Aragón C., G. A., & Moschner T, M. J. (1998). Servicio Logístico al Cliente: Generador de Ventajas Competitivas.
- Hernández, P. A. (2000). *Ergonomia Cognitiva. Apuntes para su aplicacion en trabajo y salud*. La Habana.
- Javeriana, P. U. (s.f.). Obtenido de http://portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_dpto_industrial/Pre%20sentaci%20n
- Laurig, W. G., & Vedder, J. (1998). Ergonomía: Herramientas y Enfoque. En J. M. Stellman, *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo*. Ginebra.
- LOGYCA. (2007). Obtenido de <http://portal.logyca.org/web/guest/la-fundacion>
- Luque, A. C. (2009). *Nivel Óptimo de Servicio*.
- Manrique, F. P. (2012). Psicología del error y sistema de gestión de recursos para el control de riesgos (SifGRETOR). *FAEDIS*.
- Martínez, J. A. (2007). Elementos cognitivos para el análisis ergonómico del trabajo. Bogotá, Colombia.
- Navarro, M. R. (2008). *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Madrid.
- Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*.
- Parrilla Hernández, L. G., & Franqui Espiet, L. F. (2005). La necesidad de implementar estándares ergonómicos en el área laboral. *Revista de Derecho Puertorriqueño*.
- Real-Pérez, G. L., García-Dihigo, J. A., & Piloto-Fleitas, N. (2011). El uso del índice de evaluación ergonómico para evaluar el trabajo de las camareras en la hotelería. Matanzas, Cuba.

Rubio Valdehita, S., Díaz Ramiro, E. M., Martín Garcia, J., & Luceño Moreno, L. (2010). La carga mental como factor de riesgo psicosocial. Diferencias por baja laboral. Madrid, España.

Ruiz Moreno, J. M., & Trujillo, H. M. (2012). Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas. España.

Salmon, P., Stanton, N. a., & Walker, G. (2003). Human Factors Design Methods Review. UK.

SURA, A. (s.f.). Obtenido de <http://www.arpsura.com/>

Vargas de Fuertes, L. A., & Torres Tlunie, G. (s.f.). Aplicación de normas de ergonomía informática en páginas web en Panamá con miras a la creación de ambientes usables de personas con discapacidad. Panamá.