

**ROL DE LAS HERRAMIENTAS *LEAN* Y LA GESTIÓN DEL
CONOCIMIENTO EN EL PROCESO DE MEJORA DE MANUFACTURA DE
MOLDES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALMECÁNICO**

LUIS HENRY PARRA LÓPEZ

**Universidad de La Sabana
Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas
Chía, Colombia
2019**

**ROL DE LAS HERRAMIENTAS *LEAN* Y LA GESTIÓN DEL
CONOCIMIENTO EN EL PROCESO DE MEJORA DE MANUFACTURA DE
MOLDES EN UNA EMPRESA DEL SECTOR METALMECÁNICO**

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de

**Magíster en gerencia de operaciones
(Modalidad de Profundización)**

LUIS HENRY PARRA LÓPEZ

Director

CESAR AUGUSTO BERNAL TORRES, PhD.

Co-director

LUIS ALFREDO PAIPA GALEANO, PhD.

Universidad de La Sabana

Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas

Chía, Colombia

2019

DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a
mi familia en general, por el
ánimo y el apoyo a lo largo de la
maestría, sin su aliento no fuese posible...*

AGRADECIMIENTOS

Es esta la oportunidad para expresar mis agradecimientos a:

Primero que todo a Dios por haberme puesto de nuevo en las aulas de clase, a la empresa Ajoover S.A.S, en especial a Daniel Douer por su confianza y apoyo. A mis docentes, especialmente mis tutores de tesis, Dr. César Bernal y Dr. Luis Paipa, por su acompañamiento y respaldo al trabajo y finalmente a mis compañeros, quienes me devolvieron en el calendario unos cuantos años y reviví con ellos la excelente vida universitaria. *Sabaneritos, ¡gracias mil...!*

Luis Henry Parra López

Resumen

Este estudio analiza el papel que la gestión del conocimiento y las herramientas *Lean* ofrecen a la mejora del proceso de manufactura de moldes de una empresa del sector metalmeccánico localizada en Bogotá. Para esto, se realizó un diagnóstico general sobre las tareas en las diferentes fases del proceso, mediante entrevistas, encuestas y observaciones al personal que labora en las respectivas fases, así como mediciones de las diferentes actividades que se realizan en el proceso con el fin de identificar el estado de la gestión de conocimiento y los desperdicios generados durante el mismo.

Los resultados del diagnóstico evidencian que a nivel de gestión de conocimiento existen vacíos en algunas dimensiones, siendo el tema de registro y creación de conocimiento las que requieren mayor atención. El grupo de colaboradores perciben que no existen memorias de trabajos anteriores y la información no es de fácil acceso. En cuanto a la creación de conocimiento, el diagnóstico arroja que están muy limitados los espacios para probar nuevas formas de hacer las cosas y que la empresa no tiene una política clara de capacitaciones hacia los colaboradores. Aunque las dimensiones de socialización e identificación tienen mejor panorama, requieren también de atención.

En cuanto a los desperdicios encontrados en el proceso, el hallazgo fue revelador, las horas por esperas en el proceso son altas y se presentan en el paso de una fase a otra, en muchas ocasiones la falta de comunicación es la razón de este desperdicio. El grupo no tiene una visión global del proceso, los colaboradores de cada fase se dedican a hacer únicamente lo que les corresponde. Otro desperdicio con porcentaje alto se debe a movimientos innecesarios y esperas, estos se presentaron en la fase de mecanizado con un valor cercano al 30%. El diagnóstico también encontró en cada fase del proceso tareas que no agregan valor (NAV), las cuales son factibles de eliminar y tareas necesarias pero que no agregan valor, (NNAV) y que pueden minimizarse. El valor que arrojó este análisis entre otros es que pueden llegar a recuperarse cerca de 15% de las horas máquina que actualmente se emplean en el proceso.

Por lo antes mencionado, para resolver las falencias encontradas se presentan algunas sugerencias para implementar buscando mejorar la gestión de conocimiento en sus dimensiones con calificación baja como son la implementación de mapas conceptuales y aplicación de lecciones aprendidas, así mismo, se sugiere aplicar herramientas *Lean*, que aporten a mejorar el flujo del proceso y a hacer visible el proceso para todos los colaboradores. Se propone un tablero *Kanban*, en donde se puede visualizar el flujo del trabajo a través de cada fase del proceso y permite controlar la cantidad de trabajo en progreso (WIP) asignada a cada fase. Otra herramienta que se sugiere implementar es la 5s, la cual contribuye a la construcción de cultura de trabajo en donde, el orden, la limpieza y la estandarización de los espacios y puestos de trabajo contribuyan a disminuir tiempos por movimientos, procesos y transportes innecesarios.

Palabras clave: herramientas *Lean*, gestión del conocimiento, mejora de procesos, manufactura de moldes, desperdicios.

Tabla de Contenido

	Pág.
1. Introducción.....	11
1.1 Problema de investigación	11
1.2 Pregunta de investigación	13
1.3 Objetivos de investigación.....	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
1.4 Justificación y delimitación del estudio.....	14
2. Estado del arte	16
2.1 La gestión del conocimiento	16
2.2 Herramientas <i>Lean Manufacturing</i>	23
2.3 Gestión del conocimiento y herramientas <i>Lean</i> en mejora continua	30
3. Diseño metodológico.....	46
3.1 Procedimiento	46
3.2 Caracterización del proceso objeto de estudio.....	47
3.3 Diagnóstico de la gestión de conocimiento	50
3.4 Diagnóstico de la operación del taller bajo la óptica <i>Lean</i>	53
4. Resultados.....	57
4.1 Hallazgos de gestión de conocimiento.....	58
4.2 Hallazgos de la manufactura de molde bajo el concepto <i>Lean</i>	69
5. Conclusiones y recomendaciones.....	88
Referencias	97

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1. Casa del sistema de Producción Toyota.</i>	25
<i>Figura 2. Pirámide 4P de Toyota.</i>	26
<i>Figura 3. Representación esquemática de la creación de conocimiento en el mundo real.</i>	35
<i>Figura 4. Herramientas Muda-Lean-nivel KM en servicios</i>	45
<i>Figura 5. Esquema de la metodología de trabajo</i>	46
<i>Figura 6. Caracterización escolar experiencia laboral del personal</i>	47
<i>Figura 7. Esquema del proceso de trabajo</i>	49
<i>Figura 8. Convención para las caras de trabajo de las piezas en el taller de moldes</i>	49
<i>Figura 9. Formato para el registro de desperdicios en el proceso de fabricación de moldes.</i>	54
<i>Figura 10. Planeación de la medición de los procesos para la fabricación de moldes</i>	55
<i>Figura 11. Calificación global de gestión de conocimiento y medición del desperdicio en el proceso de manufactura de moldes.</i>	58
<i>Figura 12. Calificación global de gestión de conocimiento</i>	59
<i>Figura 13. Calificación global de gestión de conocimiento</i>	60
<i>Figura 14. Calificación de la dimensión identificación y adquisición de conocimiento</i>	61
<i>Figura 15. Calificación de la dimensión registro de conocimiento</i>	62
<i>Figura 16. Calificación de la dimensión socialización del conocimiento</i>	63
<i>Figura 17. Calificación de la dimensión de creación / Adaptación de conocimiento</i>	64
<i>Figura 18. Calificación de la dimensión utilización adaptación del conocimiento.</i>	65
<i>Figura 19. Correlaciones entre las dimensiones de GC</i>	68
<i>Figura 20. Ubicación de desperdicios encontrados a través del proceso completo.</i>	71
<i>Figura 21. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en el proceso general de fabricación...</i>	72
<i>Figura 22. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Proceso de fabricación Completo.</i>	73
<i>Figura 23. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de programación.</i>	75
<i>Figura 24. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de programación.</i>	76
<i>Figura 25. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de mecanizado.</i>	80
<i>Figura 26. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de mecanizado</i>	81
<i>Figura 27. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Fase de mecanizado</i>	82
<i>Figura 28. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de ajuste</i>	84
<i>Figura 29. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de ajuste</i>	85
<i>Figura 30. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Fase de Ajuste</i>	86
<i>Figura 31. Propuesta de formato de lecciones aprendidas</i>	90
<i>Figura 32. Propuesta de diseño de Tablero de control Visual</i>	93
<i>Figura 33. Propuesta de tarjeta 5s para puestos de trabajo del taller de Moldes</i>	94
<i>Figura 34. Impacto de la mejora en el proceso de manufactura de moldes para la empresa Ajover.</i>	96

Lista de cuadros

	Pág.
<i>Cuadro 1. Definición de Lean manufacturing.....</i>	24
<i>Cuadro 2. Principios de Lean y sus herramientas</i>	27
<i>Cuadro 3. Procedimiento de evaluación y valoración del desperdicio</i>	56

1. Introducción

1.1 Problema de investigación

Día a día, la industria está siendo sometida a fuerzas dinámicas que provienen de los cambios en los mercados, la exigencia de los clientes, la competencia a nivel global, los cambios tecnológicos, entre otros factores. Las empresas de manufactura de moldes no son ajenas a esta situación. La exigencia de la vigilancia tecnológica continua, la inteligencia competitiva, la gestión del conocimiento y la mejora de sus procesos son aspectos claves para responder a los cambios y mantener su posición y estatus en el sector.

En este contexto, los elementos que intervienen en el proceso de manufactura de moldes, se pueden resumir en dos: tecnológicos y de conocimiento. El aporte de los elementos tecnológicos se evidencia en los productos desarrollados por las compañías de software en aplicaciones CAD-CAM, en las máquinas CNC, en la innovación de materiales y geometrías en las herramientas de corte y en los sistemas de medición, verificación y control. El conocimiento por su parte, está ligado a las personas que hacen uso de esas tecnologías: un programa, requiere de un programador con conocimiento en el corte por desprendimiento de viruta; una máquina, requiere de un operador que haga los trabajos de “*Set Point*” adecuados; un sistema de medición, debe ser operado por personal con competencias en metrología; asimismo, la lectura obtenida debe ser analizada por un técnico, quien determinará si el valor está dentro de la tolerancia requerida para el funcionamiento adecuado del molde.

Ahora bien, cada interacción entre el hombre y la tecnología implica un proceso, donde la máquina ejecuta lo que el conocimiento de la persona le indique. En el desarrollo de este proceso, se utiliza conocimiento tácito en una gran proporción, el cual le sirve al operador para analizar, repensar y mejorar el tiempo de ejecución. Lo anterior, denota una oportunidad de mejora, lograr que ese conocimiento tácito se transforme en explícito para la compañía, y con él buscar beneficios en costo, tiempo y calidad en los moldes a fabricar.

Aunque en la literatura se puede encontrar una amplia variedad de información sobre la gestión del conocimiento y la optimización de procesos a través de metodologías que han sido desarrolladas por empresas de oriente asiático, como lo es el *Lean manufacturing*, no es tan común encontrar información sobre la correlación entre la implementación de herramientas *Lean* y la gestión del conocimiento (Zhang & Chen, 2016b). Sin embargo, estudios empíricos han encontrado una relación estrecha entre el aporte que tienen las herramientas *Lean* en la creación de conocimiento y cómo la gestión de este conocimiento ayuda al desarrollo de herramientas de mejora, como son las herramientas *Lean*.

El reto es grande; el tema de la gestión del conocimiento es considerado como una herramienta estratégica por las organizaciones de hoy, la cual, les permitirá sostenerse en el tiempo y aspirar a nuevos negocios y mercados. En este sentido, un sistema de gestión del conocimiento aplicado a la fabricación de moldes, podría brindar a sus clientes, herramientas confiables, que tengan buen desempeño y optimicen los tiempos de fabricación, lo que se refleja en la salida rápida del empaque objeto de la herramienta y su posicionamiento en el mercado.

Por otro lado, el proceso de manufactura de moldes tiene como cliente único una compañía que produce y comercializa empaques para diferentes segmentos de la industria de alimentos: bebidas, carnes, repostería, frutas, vegetales, etc. La tecnología que se emplea para la transformación del plástico, son en su mayoría máquinas inyectoras de plástico y termo-formadoras. Estas máquinas, requieren de moldes para cada uno de los productos que oferta la empresa. Cuando el mercado demanda un nuevo empaque, automáticamente aparece el requerimiento de un molde con características específicas para ese nuevo producto: forma, capacidad, material, cierre, etc.

Para desarrollar un producto completo considerado el macroproceso, se ejecutan procesos que van desde el diseño hasta la fabricación del producto. En la fase de diseño, se tienen en cuenta las particularidades del producto ya mencionadas y las características de las máquinas que se van a utilizar para su producción. Los siguientes procesos, contemplan la fabricación de cada una de las partes, el alistamiento, ensamble y puesta a punto de la

herramienta. Cabe señalar, que los procesos de diseño y fabricación, son esenciales para lograr el objetivo de ofertar un nuevo empaque.

El proceso de diseño, normalmente es liderado y ejecutado por una persona, que con su experiencia realiza un bosquejo de la geometría del molde ajustada a los requerimientos del cliente y la máquina destinada de producción. El proceso de manufactura del molde es colectivo y hace parte de la ruta crítica para tener un empaque en el mercado, en esta intervienen más personas, cada una especializada en diferentes tareas, y donde cada tarea ejecutada es clave para el objetivo final. Es por esto, que el proceso de manufactura del molde sea el objeto de estudio de esta investigación. Para ello, se realizó un diagnóstico desde la óptica *Lean* para la formulación de un plan de mejora, el cual, conjugado con la gestión del conocimiento, busca impactar en el rendimiento del proceso de fabricación y puesta a punto del molde, ofreciéndole de este modo, un valor agregado al servicio ofrecido a la empresa productora de empaques.

1.2 Pregunta de investigación

La pregunta que orientó la investigación fue: ¿cómo aprovechar la gestión del conocimiento y el uso de las herramientas *Lean* para la mejora del proceso de manufactura de moldes de una empresa del sector metalmeccánico localizada en Bogotá?

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar el rol de la gestión del conocimiento y el uso de las herramientas *Lean* en la mejora del proceso de manufactura de moldes de una empresa del sector metalmeccánico localizada en Bogotá.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos que se plantean son:

- Identificar el rol de las herramientas *Lean* y la gestión del conocimiento para la mejora del proceso de manufactura de moldes.
- Evaluar en las fases del proceso objeto de estudio el uso de las herramientas *Lean* y la gestión del conocimiento.
- Proponer estrategias basadas en herramientas *Lean* y en la gestión del conocimiento que contribuyan a la mejora del proceso de manufactura de moldes para la empresa objeto del estudio.

1.4 **Justificación y delimitación del estudio**

La globalización es un proceso que ha impactado a los mercados y a las economías, generando cambios acelerados que han incorporado nuevas estrategias para afrontar la competitividad de las empresas. En este sentido, esta nueva dinámica se ha convertido en una oportunidad para pensar diferente y recurrir a elementos que antes no se consideraban necesarios, diseñando alternativas innovadoras que han permitido la optimización de los recursos físicos, infraestructura, financieros y humanos, para lograr sustentabilidad de las industrias, especialmente del área de manufactura.

En el pasado, los mercados se preocupaban por ofrecer productos competitivos e innovadores; sin embargo, no se contaba con el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Tras su incorporación y con la globalización, los flujos logísticos han cambiado, ofreciendo no solo productos y servicios, sino también un intercambio de información y generación de conocimiento, los cuales han adquirido

relevancia, haciendo despertar en las empresas la necesidad de blindar este conocimiento tácito, producto de sus procesos y de la experticia de su talento humano, para que gestionado logre aportar a la competitividad e innovación en sus compañías.

Por otro lado, en la industria de manufactura, la mejora continua de los procesos también requiere de especial atención, los recursos humanos, físicos y financieros deben aprovecharse de una forma óptima, logrando maximizar su aprovechamiento durante toda la cadena de transformación. Una de las herramientas que la industria ha validado, con muy buenos resultados, son las herramientas *Lean*, las cuales están orientadas a disminuir los desperdicios típicos en que incurren los procesos y analizar la generación de valor a lo largo del de los mismos. Son principios generales que deben acondicionar al entorno específico, por tanto, es muy importante hacer una medición y seguimiento del proceso, a partir de este diagnóstico, aplicar las herramientas y volver a hacer medición. El principal beneficio de las herramientas *Lean*, es que no requiere una inversión alta de implementación y se hacen posibles a través de la colaboración y participación de las personas que intervienen en el proceso, esto implica que haya un aprovechamiento del conocimiento en pro de una mejora continua.

De lo anterior y teniendo en cuenta los cambios socio-económicos que afronta el país, los cuales podrían afectar la estabilidad financiera de las empresas y por ende, la estabilidad en la contratación del recurso humano, desarrollar una estrategia de mejora continua a partir de la gestión adecuada del conocimiento y la aplicación de herramientas *Lean*, es interesante por varias razones: no requiere de inversiones en infraestructura alta, con la reconfiguración los mismos recursos se logra mejorar el flujo de los procesos, se fortalece la competitividad, asociado a menores costos, mayor velocidad de entrega y confiabilidad en las especificaciones del producto a manufactura, la empresa se apropia del conocimiento inmerso en los procesos, se incentiva y se aprovecha el recurso humano.

2. Estado del arte

En este acápite, se presenta información sobre las teorías que giran en torno a las temáticas de la gestión del conocimiento. Asimismo, se profundiza sobre las herramientas *Lean* que existen: y cómo estas han aportado a la mejora continua de los procesos. Se presentan también, algunos estudios en los que se demuestra la interacción positiva entre la aplicación de las herramientas *Lean* y la creación de conocimiento y cómo la gestión de este último aporta también positivamente a la implementación de estas herramientas en los procesos productivos de una organización.

2.1 La gestión del conocimiento

La gestión del conocimiento ha sido un tema que ha interesado a muchos autores desde hace por lo menos tres décadas atrás. En los artículos, documentos y demás obras divulgativas que se encuentran publicadas en la red y otros medios de comunicación, se han recopilado reflexiones acerca de ese bien intangible que las empresas generan, llamado conocimiento.

Definir qué es el conocimiento resulta difícil, no hay un consenso entre los pensadores filosóficos y los nuevos pensadores (Correa, Rosero y Segura, 2008, p.91). En este sentido, Davenport y Prusak (2000), definen el conocimiento como “la información combinada con la experiencia, el contexto, la interpretación y la reflexión” (p. 5).

Nonaka y Takeuchi (1995), definen el conocimiento como un conjunto de información significativa “creencia verdadera justificada”. Para los mencionados autores hay dos tipos de conocimiento: explícito y tácito. El conocimiento explícito es formal y sistemático y se transfiere fácilmente entre individuos siendo fácilmente transmitidos y almacenados; mientras que el conocimiento tácito es muy personal, difícil de formalizar, de compartir con los demás y consta de ideas subjetivas, intuiciones e instintivas (Rowe, 2013, p. 3).

Davenport y Prusak (2000) dicen sobre el conocimiento que es “una combinación fluida de experiencia enmarcada en: valores, información contextual y percepciones de

expertos que proporcionan un marco para evaluar e incorporar nuevas experiencias e información" (Li, Zhang, & Zhang, 2013, p. 66).

Pavez (2000) plantea una definición desde cuatro puntos de vista: Desde la filosofía, se puede decir que el conocimiento son las creencias erradas y ciertas (tendencia Oriental) y se considera como el reflejo de la percepción personal del objeto en observación a través del medio que permite conocerlo (tendencia occidental). Desde el punto de vista organizacional, el conocimiento se considera como la información que tiene valor y permite responder ante las oportunidades que el mercado demande, explotando las competencias centrales de la organización. Desde el punto de vista de los procesos, el conocimiento es el resultado del uso de la información en un contexto o marco referencial, acompañado de su percepción personal (Correa, Rosero & Segura, 2008, p. 91). Por último, el conocimiento es visto desde la práctica y el mismo autor lo define como:

...las creencias cognitivas, confirmadas, experimentadas y contextualizadas del conocedor sobre el objeto, las cuales estarán condicionadas por el entorno, y serán potenciadas y sistematizadas por las capacidades del conocedor, las cuales establecen las bases para la acción objetiva y la generación de valor (Correa, Rosero & Segura, 2008, p. 92).

Otro concepto sobre el conocimiento lo expone Shedroff (1994), quien plantea la diferencia entre lo que es un dato, información y conocimiento. Todo proceso productivo, arroja datos como cantidades, fechas, etc. Cuando se da una relación entre estos datos, esta se convierte en información, la cual, una vez analizada y argumentada, genera el conocimiento.

Ahora bien, los cambios tecnológicos, específicamente los referentes a tecnologías de información y comunicación (TIC), están transformando la actualidad de muchos modelos y conceptos. El internet por ejemplo, es un espacio lleno de millones de datos, estos, al relacionarse se convierten en información, pero el sentido y el uso que se le dé es lo que origina el conocimiento (Venkitachalam & Willmott, 2013). En la actualidad, los repositorios de información, se manejan de una forma más dinámica, permitiendo a los usuarios ubicar fácilmente el contenido que necesitan. Hoy en día, se cuenta con una amplia variedad de

herramientas informáticas, las cuales, pueden ser utilizadas por personas que no tengan experticia, con conceptos básicos de ofimática, resulta suficiente. Asimismo, en la web se encuentran varios programas que ayudan a plasmar la información a través de mapas cognitivos (Tarn, 2013), tales como, *MindJet*, *Cmap*, *Mindmap*, *Visual Mind*, entre otros. Con la elaboración de estos mapas, es posible hacer la transferencia de conocimiento.

Una vez definido el significado de conocimiento, se procede ahora a disertar sobre el concepto de gestión del conocimiento (GC). Uno de los primeros autores que empezó a hablar de la importancia del uso y control del conocimiento organizacional fue Etzioni Amitai (1979), en su libro “Organizaciones Modernas” (1979) afirma:

Todas las unidades sociales, utilizan el conocimiento, pero las organizaciones usan más conocimientos y de manera más sistémica que las demás unidades sociales. Además, la mayor parte del conocimiento es creado en las organizaciones y pasado de generación en generación, es decir, es preservado por las organizaciones (Farfán & Garzón, 2006, p. 5).

Dentro de las decenas de autores que tratan de definir la gestión del conocimiento, aparecen varios trabajos académicos, entre los que se quisieran destacar:

- Nonaka et al. (1999), consideran que la gestión del conocimiento es un sistema facilitador de la búsqueda, codificación, sistematización y difusión de las experiencias individuales y colectivas del talento humano de la organización, para convertirlas en conocimiento globalizado, de común entendimiento y útil en la realización de todas las actividades de la misma, en la medida que permita generar ventajas sustentables y competitivas en un entorno dinámico (Farfán & Garzón, 2006, p. 8).

- Ponjuán (1999) y Estrada (2010) aseguran que, la GC integra en un proceso único las áreas de creatividad e innovación, el conocimiento, las mejores prácticas, el desarrollo del aprendizaje y de las competencias, la investigación y desarrollo, el conocimiento intelectual, la contabilidad del capital con tecnologías radicalmente nuevas de comunicación. De igual forma se añade que la GC tiene entre sus

principales objetivos: contribuir a comprender cómo conseguir organizaciones más competitivas y adaptables, así como crear procesos y mecanismos de gestión que aceleren el aprendizaje, la creación, adaptación y difusión del conocimiento, tanto en la organización como entre la organización y su entorno (Linares et al., 2014, p. 3)

- Quintas, Lefrere, & Jones (1997) afirman: "La gestión del conocimiento es un proceso de administrar continuamente conocimiento de todo tipo para satisfacer las necesidades actuales y futuras, para identificar y explotar los activos existentes y los conocimientos adquiridos y para desarrollar nuevas oportunidades" (Barbosa et al., 2014, p. 61).

- Simeón (2002), "la Gestión del conocimiento ha sido identificada como nuevo enfoque gerencial que reconoce y utiliza el valor más importante de las organizaciones: el conocimiento que los humanos poseen y aportan a la organización. Uno de los valores principales de la GC es su completa coherencia con otras técnicas como la gestión de calidad, la reingeniería y la planeación estratégica que se basan también en conocimiento" (Pavez, 2000). (Linares et al., 2014, p. 3).

- Para Correa (2008), el término gestión del conocimiento tiene una desacertada confusión en la traducción del término "*management*", asociándole tareas de gestión, administración y gerencia. Las tres, hacen actividades diferentes: la gestión, realiza tareas de corto plazo propias del proceso; la administración, tareas de planeación, organización dirección y control; la gerencia, realiza tareas de prospectiva (misión, visión, principios, objetivos, estrategias), estructura (roles, responsabilidad y autoridad), y cultura (creencias, valores, costumbres, mitos). En la práctica para Correa, la gestión del conocimiento tiene que ver con la integración de las tres, por lo tanto, la definición que termina aceptando es: "Gestión del conocimiento es la realización de las actividades de prospectiva, estructura, cultura, planeación, organización y control, en la identificación, creación, selección, organización, almacenamiento, filtración, el compartir y usar el conocimiento (p.94-95)

- Para Bernal et al., (2010) la gestión del conocimiento (GC), es un proceso compuesto de varias actividades o tareas, enfocadas en crear ventaja competitiva para las organizaciones. Estas tareas las sintetizan como todas aquellas actividades en las que se identifica, adquiere, socializa, crea y usa el conocimiento (p.34).

Para el autor de esta investigación, la definición que se adhiere a este proyecto de grado es: Gestión del conocimiento, son aquellas actividades que buscan identificar un conocimiento referente, crear nuevo conocimiento, registrarlo, compartirlo y usarlo dentro de una organización como herramienta para crear ventaja competitiva.

En esta definición de GC, el elemento al que le dan mayor relevancia es la creación de conocimiento. Nonaka y Takeuchi plantearon un modelo denominado SECI (*Socialization, Externalization, Combination, Internalization*). Este modelo plantea como se transforma el conocimiento y como pasa del individuo a la organización. Una breve explicación de cada fase se explica a continuación (Paraponaris y Sigal, 2015):

- La socialización, se refiere al conocimiento que se transmite entre las personas; reúne el conocimiento tácito a través de compartir experiencias, de la observación, la imitación y la práctica.

- La externalización, consiste en convertir ese conocimiento tácito a explícito, es decir, a partir de experiencias pasadas volverlos conceptos, con el uso de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos. El conocimiento tácito se expresa y se traduce en forma comprensible, de tal forma que puede ser entendido por otros. La externalización, está soportado por dos factores: la articulación de conocimiento tácito, es decir, la conversión del conocimiento tácito en explícito, y traducir el conocimiento tácito en formas fácilmente comprensibles.

- La combinación, tiene característica explícita, se da a partir del intercambio del conocimiento actual, con el conocimiento de fuentes externas. Terminan resumidos en documentos y conversaciones y finalmente se convierten en una base de datos funcional.

- La internalización, hace referencia a la forma de transmitir el conocimiento explícito a los miembros del equipo, quienes lo transforman en tácito. Interiorizar el conocimiento es la forma de ampliar, extender y replantear el conocimiento tácito de los miembros de organización. En este modo, los individuos identifican conocimientos relevantes a través de diagramas, documentos, manuales, o historias orales. Esto, les permite internalizar sus experiencias y, por lo tanto, enriquecer sus conocimientos tácitos.

Durante el proceso de creación de conocimiento, el conocimiento del individuo se transforma en el conocimiento de la organización a través de la espiral del conocimiento. La creación de conocimiento organizacional es un proceso continuo y dinámico de interacción entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito, donde primero, el modo de socialización facilita el uso compartido de los modelos mentales de los miembros y experiencias; segundo, el modo de externalización es desencadenado por un diálogo significativo o reflexión colectiva; tercero, en el modo de combinación se desencadena por redes de conocimiento recién creado y el conocimiento ya existente; finalmente, la internalización se desencadena por aprender haciendo (Nonaka y Takeuchi, 1995).

Nonaka y Takeuchi señalaron que la espiral del conocimiento consiste en una interacción entre el conocimiento tácito y explícito, que empieza a nivel individual. Como este conocimiento interactúa, sube de nivel individual, cada vez más grandes, en escala, como seccionales, cruza los departamentos, divisiones, y los límites de la organización. Debido a la naturaleza del conocimiento tácito, dentro de las organizaciones basadas en proyectos, la socialización se ha encontrado como el modo preferido de conversión de conocimiento (Morris & Loch, 2004).

Otro concepto interesante y que debe quedar claro es que el que aprende es el individuo, no la empresa, por lo tanto, el talento humano es indispensable. Entonces ¿Cuándo las organizaciones pueden aprovechar ese conocimiento condensado en los individuos?, la respuesta según muchos autores consultados es: el conocimiento se transmite y se comparte, sólo en esta dinámica se puede afirmar que el conocimiento hace parte de la cultura de la

organización (Lin, Tsai, Tarn, & Hsu, 2014), (Frank & Echeveste, 2012), (Mazdeh & Hesamamiri, 2014).

En este sentido, Make (*Most Admired Knowledge Enterprises*) entidad auditora de GC, establece ocho dimensiones claves para evaluar si una organización está basada en el conocimiento (Acosta Prado & González Valencia, 2015, p. 49):

- Crear una cultura corporativa del conocimiento: La visión, la estrategia, los valores, los sistemas, los procesos y la gestión del recurso humano, están centrados en el conocimiento. Esta dinámica permite la existencia de un diseño estructural entre las unidades empresariales.

- Desarrollar el conocimiento de los trabajadores a través del liderazgo de la alta gerencia: Consiste en implementar un estilo gerencial que fomente la adquisición, difusión y aplicación del conocimiento. De esta manera, se podrá ofrecer un reconocimiento, formación y recompensa a los líderes de conocimiento.

- Desarrollo y transferencia: Está basada en el conocimiento de productos/servicios/soluciones. Es la dimensión que evalúa la innovación, el aumento y la ampliación del conocimiento, para llevar las ideas a puntos de acción.

- Maximizar el capital intelectual de la empresa: A través del desarrollo y la capacitación de la fuerza laboral de la empresa en capital intelectual, se conciben nuevos conceptos, herramientas y técnicas para administrar, medir y proteger el capital intelectual.

- Creación de un entorno propicio para la colaboración en el intercambio de conocimientos: Desarrollar la gestión de captura, clasificación y el uso del conocimiento. Este proceso, permite realizar la conversión del conocimiento de lo tácito a lo explícito; Además, permite la creación de mecanismos sistemáticos para compartirlo, a través del uso de herramientas de colaboración.

- Creación de una organización de aprendizaje: Consiste en el desarrollo y la adquisición de herramientas de aprendizaje que permitan la consolidación de una

infraestructura de aprendizaje organizacional. Por ejemplo, la intranet corporativa interna y externa para el intercambio de experiencias de aprendizaje.

- Entrega de valor basado en conocimiento de los *Stakeholders*: Se trata de crear perfiles y mapas de valor del conocimiento para los grupos de interés.

- Transformación del conocimiento corporativo en accionista/valor de los *Stakeholders*: Busca responder el interrogante de cómo mostrar la empresa a los accionistas, mediante los mapas de conocimiento y cadenas de valor.

En síntesis, el conocimiento y la correcta gestión es un aporte fundamental para fortalecer la competitividad, sostenibilidad y capacidad de innovación que requieren las empresas. La gestión de conocimiento a nivel de procesos es fundamental en cada una de sus dimensiones: identificar el conocimiento que se requiere para un proceso; registrar los resultados acertados o no; compartirlos con el grupo de trabajo; crear nuevo conocimiento a partir de la experiencia y utilizarlos en las tareas asignadas, son claves para el diseño y mejoramiento en la cadena de transformación. En el siguiente numeral se expondrá los fundamentos de las herramientas *Lean* y se podrá evidenciar la afinidad que existe con el tema de gestión de conocimiento.

2.2 Herramientas *Lean Manufacturing*

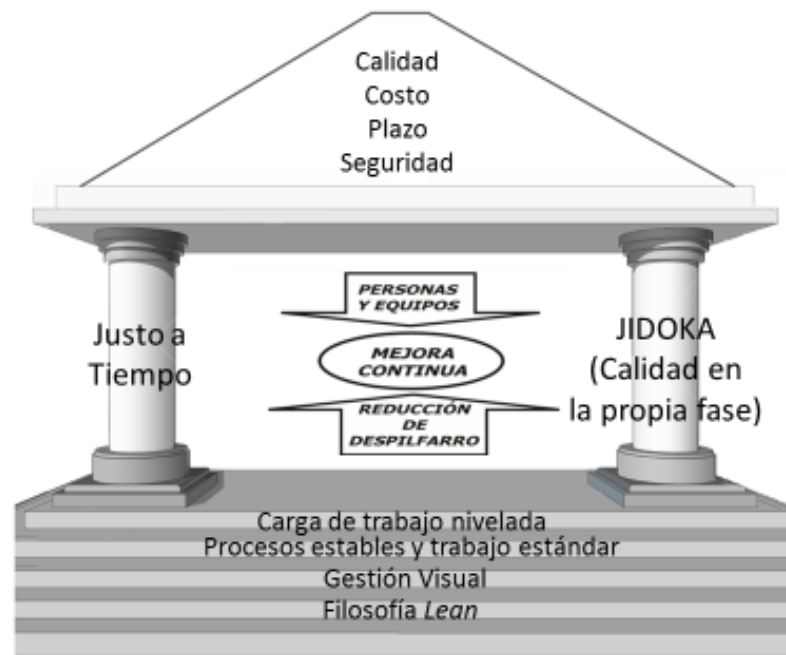
El término *Lean* en la industria, ha sido utilizado para describir procesos con características esbeltas o sin desperdicios; se habla de manufactura *Lean*, para describir una industria en cuyos procesos los desperdicios están detectados y eliminados, o por lo menos minimizados. Bhamu and Sangwan (2014), hicieron una síntesis de definiciones de varios investigadores sobre el concepto de *Lean manufacturing*; en el cuadro 1, se muestran cronológicamente.

Cuadro 1 Definición de Lean manufacturing

Krafcik (1988)	<i>Compared to mass production lean uses less of everything, half the human effort in the factory, half the manufacturing space, half the investment in tools, half the engineering hours to develop a new product in half the time. Also, it requires keeping far less than half the needed inventory on site, results in many fewer defects and produces a greater and ever growing variety of products.</i>
Womack et al. (1990)	<i>Lean is a dynamic process of change driven by a systematic set of principles and best practices aimed at continuous improvement. Lean manufacturing combines the best features of both mass and craft production.</i>
Singh (1998)	<i>Lean manufacturing is a philosophy, based on the Toyota Production System, and other Japanese management practices that strive to shorten the time line between the customer order and the shipment of the final product, by consistent elimination of waste.</i>
Liker and Wu (2000)	<i>Lean is a philosophy of manufacturing that focuses on delivering the highest quality product on time and at the lowest cost.</i>
Alukal (2003)	<i>Lean is a manufacturing philosophy that shortens the lead time between a customer order and the shipment of the products or parts through the elimination of all forms of waste. Lean helps firms reduce costs, cycle times and unnecessary, non-value added activities, resulting in a more competitive, agile, and market responsive company.</i>
Worley (2004)	<i>Lean manufacturing is defined as the systematic removal of waste by all members of the organization from all areas of the value stream.</i>
Seth and Gupta (2005)	<i>Lean production refers to a manufacturing paradigm based on the fundamental goal of continuously minimizing waste to maximize flow.</i>
Shah and Ward (2007)	<i>Lean is a management philosophy focused on identifying and eliminating waste throughout a product's entire value stream, extending not only within the organization but also along its entire supply chain network..</i>
Holweg (2007)	<i>Lean manufacturing extends the scope of the Toyota production philosophy by providing an enterprise-wide term that draws together the four elements – product development process, supplier management process, customer management process, and policy focusing process.</i>
Taj and Morosan (2011)	<i>Lean is a multi-dimensional approach that consists of production with minimum amount of waste (JIT), continuous and uninterrupted flow (Cellular Layout), well-maintained equipment (TPM), well established quality system (TQM), and well-trained and empowered workforce (HRM) that has positive impact on operations/competitive performance (quality, cost, fast response, and flexibility).</i>
Alves et al. (2012)	<i>Lean production is evidenced as a model where the persons assume a role of thinkers and their involvement and promotes continuous improvement and give companies the agility they need to face the market demands and challenges of today and tomorrow.</i>

Fuente: Lalit y Kumar, 2017, p.11-12

Las herramientas *Lean*, han sido desarrolladas como técnicas para lograr cada uno de elementos que conforman lo que en la literatura se conoce como TPS (*Toyota Production System*). El objetivo del sistema TPS es tener el control sobre la calidad, eficiencia, costos y tiempos de entrega (Ringen et al., 2014, p. 242). El sistema es comúnmente asociado a una casa, cuyos cimientos están basados en una cultura empresarial de largo plazo, también conocida como filosofía *Lean*; es una gestión, donde los integrantes conocen la información necesaria para su desempeño, procesos definidos y optimizados con los mejores estándares de calidad y cargas niveladas de todos los recursos. Los pilares, se resumen en dos: “*Just in Time* (JIT) y el “*Jidoka*”. El JIT, consiste en fabricar la pieza correcta, en la cantidad justa, en el tiempo adecuado; por su parte, el *Jidoka*, establece que no se debe dejar pasar (un defecto) en la zona que se produce. En el centro de la casa, está el recurso humano y los equipos enfocados en la mejora continua, a través de la detección y minimización de los desperdicios (mudas). El techo de la casa Toyota son los resultados: calidad, costo, plazo y seguridad (Toledaño et al., 2009, p. 114-115). En la figura 1, se muestra la asociación del sistema TPS con una casa.



Adaptado de: Toledaño et al., 2009, p. 114

Figura 1. Casa del sistema de Producción Toyota.

El sistema de Toyota está basado en 14 principios que agrupados conforman lo que literatura ha señalado como la pirámide de las 4P's, por sus cuatro componentes: *Philosophy*, *Process*, *People and Partners*, *Problem Solving*, ver figura 2.



Adaptado de: Toledaño et al., 2009, p. 116

Figura 2. Pirámide 4P de Toyota.

En el cuadro 2, se resumen estos principios y se relacionan las herramientas *Lean* que comúnmente se utilizan. Es de anotar, que una herramienta *Lean* puede aparecer en varios de los principios, es decir, son de aplicación transversal.

Otro elemento importante a resaltar dentro del Sistema Toyota es el concepto de desperdicio o muda. En este sentido, algunas de las herramientas de *Lean* son claves para poder detectarlas. Liker (2004) en su libro “*The Toyota Way*”, plantea una octava muda, relacionada con la creatividad de los empleados, estas son (Toledaño et al., 2009, p.115): Sobreproducción, esperas, transporte, sobreprocesar, exceso de inventario, movimientos innecesarios, defectos y la creatividad de los empleados no utilizada.

Cuadro 2. Principios de Lean y sus herramientas

Nivel		Principio	Herramienta Lean
Filosofía (Pensamiento a largo plazo)	1	Base sus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, a expensas de lo que suceda con los objetivos financieros a corto plazo	
Procesos Eliminación de los desperdicios	2	Cree procesos en flujo continuo para hacer que los problemas salgan a la superficie	VSM ^{*1} SMED ^{*2}
	3	Utilice sistemas PULL (tirar) para evitar producir en exceso	Kanban,
	4	Nivele la carga de trabajo	Heijunka
	5	Cree una cultura de parar a fin de resolver los problemas, para lograr una buena calidad a la primera	5 Por qué's diagrama de Ishikawa Poka-Yoke lecciones aprendidas
	6	Las tareas estandarizadas son el fundamento de la mejora continua y de la autonomía del empleado	TPM ^{*3}
	7	Utilice el control visual de modo que no se oculten los problemas	5 S's Kanban
	8	Utilice sólo tecnología fiable absolutamente probada que dé servicio a su personal y a sus procesos	
Gente y Socios (Respeto, retos y continua evolución)	9	Haga crecer a líderes que comprendan perfectamente el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a otros	
	10	Desarrolle personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de su empresa	QFD ^{*4}
	11	Respete a su red extendida de socios y proveedores, desafiándoles y ayudándoles a mejorar	
Resolución de Problemas (Aprendizaje organizativo)	12	Vaya a verlo por sí mismo para comprender a fondo la situación	
	13	Tome decisiones por consenso lentamente, considerando concienzudamente todas las opciones; impleméntelas rápidamente.	5 Por qué's
	14	Conviértase en una organización que aprende mediante la reflexión constante (HANSEI) y la mejora continua (KAIZEN)	5 Por qué's

*1 VSM, Value Stream Mapping (Mapa del flujo de valor)

*2 SMED, Single Minute Exchange of Dies (Cambio de herramientas en minutos de un dígito)

*3 TPM, Total Productive Maintenance (Mantenimiento Total Productivo)

*4 QFD, Quality Function Deployment (Despliegue de la Función de Calidad)

Para poder trabajar sobre estos desperdicios, se deben tener claramente definidos cinco principios contenidos en el pensamiento *Lean*, así (Womack and Jones, 2012, p. 26-41):

- Especificar Valor: Es el más importante paso en el pensamiento *Lean*; el valor lo define el cliente final, y esta expresado en satisfacción en cuanto a precio y entrega a tiempo.
- Identificar el valor de la cadena: Se da normalmente en tres grupos: ingeniería, planeación y la operación de transformación.
- Evitar interrupción en el flujo de valor. Es un verdadero reto, ya que el flujo está sometido a fluctuaciones, que terminan convirtiéndose en desperdicios. Para evitar o salir pronto de la interrupción, se recurre a la creatividad.
- Pull. El concepto de halar significa moverse de acuerdo con la demanda, cada proceso se ajusta en todo momento sincrónicamente teniendo en cuenta cómo se comporta la salida del sistema.
- Perfección. El tema es hacerlo bien desde la primera vez.

Para identificar y eliminar los desperdicios, la filosofía *Lean* han desarrollado varias herramientas o técnicas que se han popularizado en las industrias debido a la simplicidad de su aplicación y su fuerte impacto. Algunas de ellos son: VSM (*Value Stream Mapping*), 5s (*Seiri*: Organizar, *Seiton*: Ordenar, *Seiso*: Limpieza, *Seiketsu*: Estandarizar, *Shitsuke*: Disciplina), *Andon*, SEMD (*Single Minute Exchange Die*), *Kanban* y *Poka-yoke*.

VSM, es una de las herramientas de diagnóstico, orientada a identificar el flujo de valor en cada eslabón del proceso, desde la requisición de un producto hasta el final de la cadena de suministro. Para poder definir la cadena de valor, esta herramienta permite generar un mapeo de la situación actual de cómo se da el flujo de material y de información dentro de un proceso. Con esta identificación de las tareas, es posible determinar cuáles de ellas no generan valor, con el fin de eliminarlas haciendo más eficientes los procesos. La forma de

ejecución es a través de grafos simples, donde se ve uno a uno cada eslabón de la cadena de procesos.

5s, es una herramienta muy conocida de eliminación de desperdicios, su aplicación requiere de un cambio de cultura y de forma de interactuar entre el trabajador y su entorno de trabajo. Cada una de las S, implica un cambio y un tiempo entre la implementación y el sostenimiento. En varias aplicaciones se prefiere implementar una “S” a la vez, así, la segunda se hace de forma más fácil y con un porcentaje de éxito más alto y rápido, hasta lograr la última. Las tres primeras “Ss”, (Organizar, Ordenar Limpieza), tienen que ver con implementaciones en el entorno de trabajo; La cuarta (Estandarizar), tiene que ver con la organización de la empresa y la quinta con las personas. Se trata de convertir en hábitos el cumplimiento de las reglas y procedimientos establecidos.

Andon, es una palabra que significa en japonés “señal o linterna”, para *Lean*, es una herramienta que tiene como objeto informar de forma inmediata el estado de las tareas que se ejecutan durante un proceso, cualquier anomalía se reporta de forma ágil usando señales lumínicas o sonoras. El término también se asocia a *Jidoka*, principios de la filosofía *Lean*, que busca dotar al proceso de mecanismos para poder detectar anomalías y lograr detener y corregir en el mismo punto, de tal forma que un defecto no avance.

SMED, significa “cambio de modelo en minutos de un sólo dígito”: esta herramienta, busca minimizar los tiempos de alistamiento y cambios que se generan en un proceso. Es muy aplicable en procesos de manufactura, donde los cambios son frecuentes por mantenimiento o cambios de referencia; el concepto es lograr que esos tiempos solo tengan un dígito, es decir, que tarden menos de 10 minutos. Tiene dos espacios de aplicación: internas, cuando las actividades se deben realizar dentro de un centro de trabajo y externas, cuando se pueden hacer mientras el centro de trabajo está en uso.

Kanban, significa en japonés "etiqueta de instrucción". Es una herramienta con información, básica, muy visual que acompaña los materiales en proceso; contiene información de la tarea a ejecutar, cantidad, mediante qué medios y cuál es su forma de

transporte. Muy prácticos en las zonas de ensamblajes. Controla el flujo de procesos, prevé las zonas de acopio y almacenamiento de materiales.

Poka-yoke, viene de términos japoneses que significa: *Poka*, “Errores imprevistos” y *Yokeru*, “acción de evitar”, esta herramienta fue incorporados en los procesos por el ingeniero Shigeo Shingo, el objetivo, es poder evitar los errores humanos asociados, incorporando elementos de detección antes que ocurra el defecto. Es una herramienta orientada a la continuidad del flujo, en este caso como prevención de que un defecto ocurra y pase a la siguiente fase. Una característica fundamental de un *Poka-yoke* es que son mecanismos de fácil implementación y el mayor aporte para su diseño viene del mismo operador. Es muy útil en puntos en donde se dependa del criterio o la memoria de las personas.

Es importante anotar que las herramientas *Lean* para esta investigación son las que se han descrito anteriormente, con excepción de VSM, la cual mapea el flujo y detecta los desperdicios asociados, pero no elimina ninguno, es una herramienta de diagnóstico. Las demás, tienen como fin mejorar el flujo del proceso y eliminar el desperdicio, por lo tanto, son herramientas que potenciales pueden ser implementadas a los procesos objeto de mejora.

2.3 Gestión del conocimiento y herramientas *Lean* en mejora continua

En los apartados anteriores, se ha descrito en que consiste la gestión del conocimiento y cuáles son las ventajas competitivas de una organización que tiene la gestión del conocimiento en su estrategia. También, se ha hecho una revisión de las herramientas *Lean*, concebidas en su mayoría como apoyo a la optimización de procesos. En este capítulo, se expone la relación que varios autores han encontrado entre estos dos temas, y como desarrollando uno se logra fortalecer el otro.

Zhang & Chen (2016) plantean el vínculo existente entre una organización *Lean* y la gestión del conocimiento; el elemento común y básico para los dos, es el aprendizaje, por tanto, son inevitablemente interdependientes. Una organización *Lean*, basa su filosofía en una organización que aprende y elimina sus desperdicios. Las herramientas que se utilizan, requieren de conocer los procesos, lo que quiere decir que, involuntariamente están creando

conocimiento. Por el otro lado, una organización de este tipo, requiere del conocimiento del equipo y del conocimiento creado, es decir, la gestión del conocimiento de una organización impacta favorablemente el rendimiento de las herramientas *Lean* (p. 1267-1268).

Para Zhang y Chen, existe una relación entre el conocimiento y las herramientas *Lean*, y para establecerla, primero definen que significa el conocimiento y lo dividen en dos categorías: explícito y tácito. El explícito, se refiere a conocimiento codificado por las organizaciones, el cual, ya está codificado en manuales, códigos, datos, cifras y especificaciones. Este es de fácil transmisión a las personas. Mientras que el conocimiento tácito, por el contrario, es de difícil transmisión, no está codificado, es subjetivo y arraigado a las personas; para su transferencia requiere de un contacto personal, que exista una interacción entre ellos para que se puedan dar intercambios de experiencias o imitaciones. Muchas de las investigaciones, consideran al conocimiento tácito, como fuente competitiva e insumo para la innovación organizacional. Ahora, siendo el conocimiento tácito desarrollado sobre el recurso humano y siendo relacionado con su intelecto, las competencias y experiencias son difíciles de imitar, sustituir, y capaces de crear valor, lo que puede ocasionar que se pierdan rápidamente sino se convierten en conocimiento explícito

Los citados autores señalan a la herramienta VSM de mucha ayuda, ya que permite realizar mejoras a la producción aplicando el conocimiento tácito acumulado en el sitio de trabajo. La combinación se origina con las piezas aisladas del conocimiento explícito agrupadas a una estructura general y sistémica. En el proceso de internalización, los individuos absorben el conocimiento explícito creado en la etapa anterior y generan su propio conocimiento tácito. Los autores afirman que, en este ciclo de constante crecimiento, las herramientas *Lean* sirven de escalera para que el conocimiento salte del nivel individual al nivel organizacional, promoviendo el intercambio de conocimiento y la innovación (Zhang & Chen, 2016, p. 1268).

Las herramientas que señalan Zhang y Chen en el marco teórico de su artículo hacen parte de las herramientas que ingenieros civiles y de áreas afines han desarrollado en el área de la construcción, denominada “*Lean construction*”. Estas, fueron inspiradas del sistema de producción Toyota, buscando como objetivo, gestionar y mejorar los procesos de

construcción con un costo mínimo y un valor máximo, considerando las necesidades del cliente. El cliente sigue siendo quien estima el concepto de valor. Las técnicas o herramientas *Lean* se crean para detectar y eliminar el desperdicio logrando un mejor desempeño de los proyectos de construcción e involuntariamente generando y respaldando el aprendizaje y la creación de conocimiento. Las herramientas *Lean* construcción que presenten los autores son 8:

- LPS (*Last Planner System* - Último sistema planificador). Es una técnica para nivelar la carga de trabajo y mejorar la fiabilidad del flujo del mismo, a través de la participación a todos los miembros del equipo del proyecto. Comienza con una fase de programación basada en objetivos e hitos del programa del proyecto principal, y proporciona una base para un cronograma anticipado. Es necesario un plan de trabajo semanal para controlar el flujo de trabajo. Si las tareas no se completan a tiempo, el planificador debe determinar el motivo de la falla y ofrecer una acción para impedir que se repitan en el futuro.

- CE (*Concurrent Engineering* - Ingeniería concurrente). Se considera como un enfoque sistemático, en donde varias tareas se ejecutan simultáneamente a través de la integración de diseño, construcción y procesos relacionados. Se organiza un equipo multidisciplinario y multifuncional para ayudar a desarrollar un concepto alternativo de diseño.

- *Daily huddle meeting* - Reunión Diaria de Equipo. La reunión diaria de equipo, proporciona una plataforma para que sus miembros compartan lo que han logrado y los obstáculos que enfrentan. Una reunión de grupo, podría ser un plan de trabajo semanal; dicha reunión estará centrada en la realización de asignaciones que se harán durante la semana siguiente, así como el inicio de la jornada de reunión, donde el personal de proyectos debe tomar diariamente un grupo para revisar el trabajo que se lleva a cabo ese día.

- Sistema Kanban. Debido a las dificultades en la gestión de los flujos de materiales en el sitio, los gerentes de construcción, están buscando una manera de facilitar la

comunicación entre los constructores y los trabajadores para controlar el flujo de trabajo. En este contexto, el sistema Kanban se adoptada como un sistema "pull", el cual, es utilizado en la contratación pública para entregar los materiales en el momento adecuado y en las cantidades adecuadas en función de la demanda in situ.

- VSM (*Value stream mapping* - Mapeo del flujo de valor). Referido como flujo de material e información, este sistema ayuda a pensar en el flujo en el sitio y a aislar los desperdicios e implementar el sistema *Lean* con técnicas individuales.

- Herramientas de gestión de la calidad. La gestión de la calidad en construcción *Lean*, se puede describir como construcción en calidad, lo que significa "hacerlo bien la primera vez". TQM (*Total Quality Management*) y PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), ambos son métodos de gestión de calidad de construcción *Lean*. TQM, es un enfoque que busca mejorar la calidad y el desempeño al integrar todas las funciones y procesos relacionados con la calidad en toda la organización del proyecto. El ciclo PDCA es un modelo iterativo de cuatro pasos para mejora continua.

- BIM (*Building Information Modeling* – Construcción de Modelo de Información). Es una base de datos orientada a objetos paramétricos, inteligente y es la representación digital de la planta. Un modelo de construcción de información incluye la geometría, relaciones espaciales, la información geográfica, las cantidades, las propiedades de los elementos de construcción, estimaciones de costos, inventarios de material, la programación del proyecto y las características de la tecnología. BIM es aplicada para gestionar todo el ciclo de vida de construcción.

- La gestión de los recursos humanos. En la construcción *Lean* se necesita acentuar el trabajo en equipo, el entretenimiento, la polivalencia profesional, empoderamiento, etc. Sin embargo, se carece de esto en construcción.

Las relaciones que se encontraron de cómo las herramientas *Lean* apoyan a la creación de conocimiento según el modo SECI (*Socialization, Externalization, Combination, Internalization*) descrito por Nonaka, se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Técnicas Lean que soportan la creación de conocimiento en un modo SECI

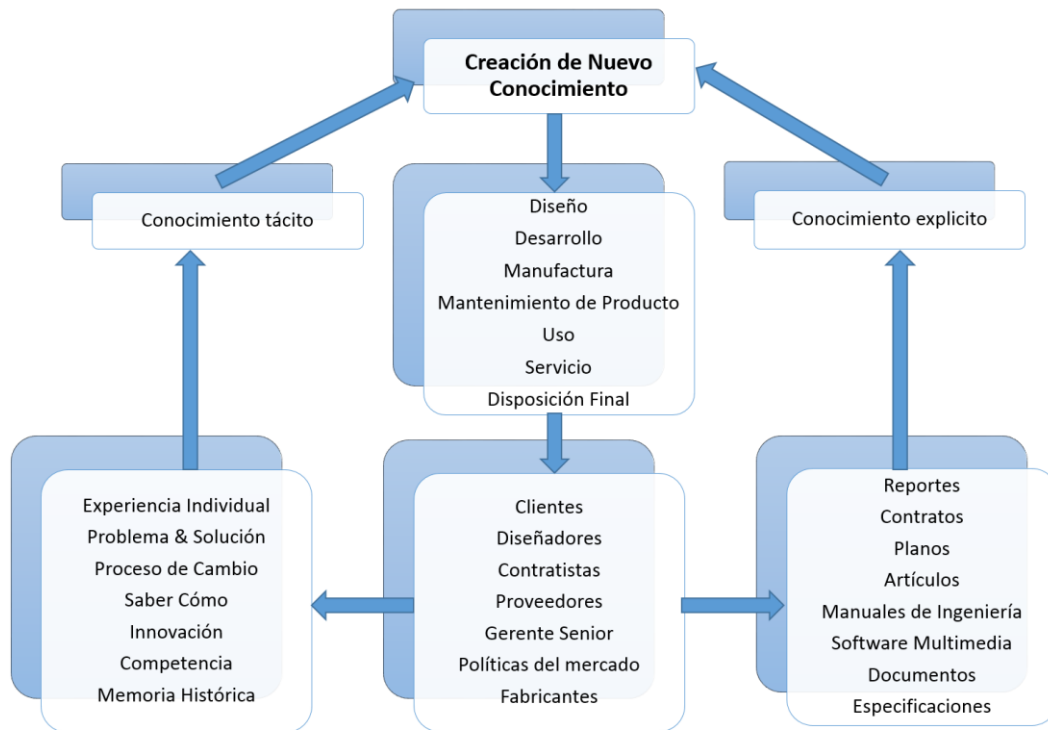
ITEM	Técnica Lean	S	E	C	I
1	Gestión del recurso humano	✓			✓
2	Reunión diaria con el grupo	✓		✓	
3	Ingeniería Concurrente		✓		
4	Último sistema planificador		✓	✓	
5	Mapeo del flujo de valor		✓		✓
6	Construcción de Modelo de Información		✓	✓	✓
7	Sistema Kanban			✓	
8	Hmtas. de gestión de calidad TQM y PDCA	✓	✓	✓	✓

Fuente: Zhang & Chen, 2016, p. 1272

Para demostrar como la creación de conocimiento afecta la eficiencia de las herramientas *Lean*, de acuerdo con Lianying Zhang y Xi Chen (2016), se utilizó un modelo de ecuaciones estructurales con un enfoque PLS – (mínimos cuadrados parciales) y un método de *bootstrap* para estimar las estadísticas T para el coeficiente de ruta estructural PLS, encontrando que efectivamente la aplicación de herramientas *Lean* tienen un efecto positivo sobre el proyecto de creación del conocimiento,

Por otro lado, Satish Tyagi (2015) plantea la relación que existe entre las herramientas *Lean* y los métodos para creación de conocimientos aplicados en el desarrollo de productos. Este autor afirma que las compañías saben que la gestión del conocimiento ofrece ventajas competitivas y es un amplificador de la innovación para el mercado, pero caen en un error, y es que institucionalizan el conocimiento en bases de datos y repositorios; tienen la creencia que la inversión se da en adquirir una herramienta tecnológica; sin embargo, esta generalmente no se actualiza. Normalmente, le dan al conocimiento explícito mucha importancia, dejando rezagada la necesidad de crear, actualizar y utilizar nuevos conocimientos. La realidad es que todo es indispensable, de lo contrario, por ejemplo, en el caso de los desarrolladores de producto, tendrían que confiar y explotar un viejo, obsoleto e insuficiente conocimiento, lo que se traduce en productos incompetentes (p. 34).

El modelo de gestión para Tyagi, es concebido como un modelo dinámico basado en los modos SECI, el BA y los activos de conocimiento, que busca facilitar la creación de conocimiento y gestionar la forma como se comparte. En la figura 3, Tyagi esquematiza como se representa la creación de conocimiento en el mundo real.



Fuente: Tyagi, 2015, p. 35

Figura 3. Representación esquemática de la creación de conocimiento en el mundo real.

La aplicación de métodos y herramientas *Lean* inadvertidamente inicia y apoya las actividades de creación de conocimiento. Para Tyagi, en la parte de desarrollo de productos, no hay mucha información de aplicación de herramientas *Lean* para generar conocimiento, posiblemente, por el éxito que las empresas tienen al implantarlas como herramientas para detectar y eliminar desperdicios. La investigación de Tyagi busca dos contribuciones: Primero, exponer como el desarrollo de producto de una organización crea, mantiene y reutiliza el conocimiento dinámico utilizando el modelo integrado. Segundo, establecer una relación entre el modelo integrado y el pensamiento *Lean*, para ello analiza la propuesta de diez herramientas/métodos con miras a apoyar y mejorar la eficiencia del proceso de creación de conocimiento (Tyagi, 2015, p. 36).

Las herramientas propuestas para el análisis fueron seleccionadas por investigadores y profesionales con conocimientos y experiencias en el desarrollo de productos. A continuación, se enumeran y se hace una breve descripción (Tyagi, 2015, p. 50-62):

- El aprendizaje. La forma tradicional de micro-gestión no ofrece un ambiente propicio para obtener conocimiento tácito y, por lo tanto, no ayuda ni al entrenador ni al aprendiz. Por el contrario, el pensamiento *Lean* alienta a un líder a entrenar pacientemente al aprendiz que aprende haciendo su supervisión directa. Esto se debe al hecho de que los mentores (líderes) poseen naturalmente una gran cantidad de experiencia en forma de conocimiento tácito y son expertos en su dominio (Verma, Tyagi y Yang, 2014). El aprendizaje requiere un fuerte deseo de comunicarse e interactuar con los demás, participando en actividades prácticas cotidianas. La adopción de este enfoque puede influir en cómo una empresa permite a las personas compartir experiencias, intuiciones, observaciones e imitaciones. Por ejemplo, en Toyota se asigna un nuevo empleado a un líder, que trabaja con el empleado menor, como mentor para capacitación y desarrollo estrictos. A los nuevos empleados se les recomienda hacer su trabajo bajo la guía de un líder, enfocarse en los métodos en lugar de en los resultados y aprenderlos (Morgan & Liker, 2006; p. 50).
 - Formación transversal del empleado. La mayoría de las organizaciones ya han reconocido que los empleados son sus activos más importantes. La inversión para aumentar la capacidad de un activo es importante, y el liderazgo debe promover, fomentar, y realmente involucrarse en esto. La capacitación y educación para incorporar los cambios deliberados, es la principal fuerza impulsora de conocimientos dinámicos que beneficia tanto al empleador como al empleado. Esta formación, ayuda a un miembro del equipo para realizar una amplia gama de actividades, mejorando la flexibilidad y mayor capacidad de generación de ideas. Los empleados con mayor flexibilidad y capacidad, pueden abrir un nuevo horizonte para una organización para ofrecer productos y servicios de calidad. Por otro lado, para los empleados de *cross-training* ofrece la oportunidad de adquirir conocimientos y capacidades dinámicos, aumentando su valor, impactando positivamente su confianza. También ayuda a los empleados a lograr el
-

enriquecimiento y la ampliación en términos de sus puestos de trabajo. Otros posibles métodos que pueden mejorar el conocimiento, probablemente creación durante el modo de socialización, es participan equipos multidisciplinarios en proyectos conjuntos, organización de reuniones, seminarios y talleres de capacitación, almuerzo y sesiones de aprendizaje con otros departamentos, invitando a los miembros calificados y expertos externos para hablar acerca de sus creencias, valores y cultura, y proporcionando un lugar común para los descansos, almuerzo u otras actividades, reuniones mensuales de cascada, etc. (p. 51)

- El ingeniero jefe. El ingeniero jefe (CE) es uno de los métodos *Lean* más importantes. Esta posición actúa como un "gerente de proyecto de peso pesado", que ejerce la responsabilidad total de múltiples proyectos de desarrollo para conducirlos oportunamente con el objetivo de alcanzar objetivos agresivos (Morgan & Liker, 2006). Además de los proyectos de desarrollo, el CE hace grandes esfuerzos para comprender los valores y las necesidades de los clientes durante el modo de socialización (Ward, 2007). Morgan y Liker (2006), también enfatizaron que el CE es alguien que promueve la externalización del conocimiento. Una vez que se comprenden las necesidades del cliente, el CE las comunica mediante documentos conceptuales y otros enfoques de comunicación a otros miembros del equipo. En dichos documentos, el CE exterioriza el conocimiento tácito en forma de conocimiento explícito; por lo tanto, permite que otros lo obtengan, lo entiendan y actúen sobre este (p. 53).

 - SBCE, "Configuración basada en ingeniería concurrente". La SBCE alienta a los diseñadores a considerar una amplia gama de conceptos alternativos de potencial al principio, en lugar de una solución única como en la ingeniería basada en puntos. Los equipos multifuncionales que incluyen el análisis de mercado, el diseño, el desarrollo, las pruebas y la fabricación, contribuyen proporcionando información en paralelo para ayudar a desarrollar conceptos de diseño alternativos (Shah, Soni & Patel, 2013). Posteriormente, los conceptos convergen eliminando atributos de diseño débiles hasta que se encuentre una solución superior. El objetivo es eliminar los desechos al principio del proceso de diseño del producto, de modo que se
-

minimice la necesidad de costosos cambios de diseño e ingeniería en la entrega final. Esta configuración se fundamenta en comenzar con un conjunto de alternativas de diseño en lugar de un único diseño ayudando a evitar iteraciones y grandes cantidades de reprocesos. La SBCE ayuda al modo de externalización mediante la captura de conocimiento, como las reglas de diseño de los ingenieros y la evaluación sistemática del proceso de desarrollo. El conocimiento dinámico se puede almacenar o manipular y se puede transferir a otros para su reutilización futura. Para entender a SBCE, Likert (2004) señaló el ejemplo del desarrollo de una nueva suspensión para el automóvil Prius en Toyota. Toyota realizó una competencia y obtuvo alrededor de 20 posibles diseños de suspensión para evaluar y probar simultáneamente, en lugar de usar prueba y error para modificar un diseño único, para minimizar el costo total (p. 53-54).

- Curvas de *trade-off*. Es considerado como la piedra angular del modo de externalización; Son simples representaciones gráficas para demostrar el cambio de rendimiento de salida (X) contra uno o más parámetros (Y). Esas curvas encarnan el conocimiento explícito generado durante las pruebas y puede ser utilizada en futuros esfuerzos. Las curvas *trade-off* facilitan la codificación y la generalización del conocimiento de los problemas de calidad con el fin de evitarlos en el futuro. Toyota depende fuertemente de extensos prototipos durante el desarrollo del producto para desarrollar con éxito el lanzamiento de nuevos modelos de automóviles en tiempo récord. Esta empresa invierte una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo para desarrollar las curvas *trade-off* desde el análisis de los datos de creación de prototipos. Las pruebas en forma de curvas *trade-off* proporcionan el conocimiento continuo para proyectos futuros y, por lo tanto, reducen la redundancia. Los empleados externalizan el conocimiento tácito a través de una curva *trade-off*, cuando el conocimiento se articula en forma de documentos o informes sobre experiencias. Este conocimiento generado a través de las curvas *trade-off* es muy útil en la creación de estándares y en la toma de decisiones inteligentes. Otros métodos para fomentar la externalización son la realización de talleres de experiencia, entrevistas a expertos y los reportes o informes de los
-

expertos. El objetivo de los talleres de experiencia es tomar una visión retrospectiva para compartir aspectos importantes y sacar lecciones aprendidas, intercambiar experiencias y para juzgar el éxito del proyecto (o la falta de éxito) para proyectos posteriores. Un facilitador externo del proyecto, debe hacer las preguntas importantes relacionadas con el objetivo del proyecto, los logros, los éxitos o de fracaso, y dar pautas de cómo usar este conocimiento en el futuro. Las actividades que ayudan a conocer las creencias, valores, experiencias y cultura de expertos internos y externos son especialmente útiles. Sin embargo, codificar y transformar el conocimiento del experto en la materia (SME) en un formato compatible, es una tarea difícil debido a los atributos dinámicos y la naturaleza subjetiva del conocimiento (p. 54-55).

- Visual Tools. Las Herramientas visuales unidas, es una forma eficaz de crear conocimientos durante el modo de combinación (p. 56).

 - Informe A3. Este informe se condensa en una hoja de papel de tamaño A3, que contiene gráficos y representaciones visuales en lugar de grandes cantidades de texto. Los ingenieros sintetizan, aprovechan y visualizan el conocimiento para poner una gran cantidad de conocimiento tácito y explícito en forma comprimida (Sobek y Smalley, 2008). El informe A3, personifica el viejo refrán "una imagen vale más que 1000 palabras", y hace que sea fácil para que el usuario pueda comprender la información. Este ayuda a integrar y combinar los conocimientos explícitos antiguos con el nuevo conocimiento explícito y, por tanto, pertenece al modo de combinación (p. 56).

 - Diagrama de espagueti. Un diagrama espagueti es una herramienta que indica el valor añadido y no valor añadido en los flujos de trabajo, mediante una línea continua en un formato gráfico de flujo visual. Tradicionalmente, las líneas están dibujadas a mano y siguen el flujo observado. Estas líneas, pueden no ser la escala exacta del proceso real. Esto es debido a que la intención de la herramienta es para representar el flujo de trabajo o material a fin de identificar y eliminar cualquier movimiento que no genere valor añadido. Este diagrama mejora la creación de
-

conocimiento en el modo de combinación y es compatible con las aplicaciones creativas de la comunicación informatizada de redes y bases de datos de gran escala (Nonaka y Takeuchi, 1995; p. 56-57).

- *Obeya*. Hay una escasez de control visual para sistemas integrados de planificación y programación del trabajo que son lo suficientemente transparente para tomar decisiones en tiempo real. Esto empeora cuando están implicados los equipos distribuidos geográficamente. "Obeya" es una herramienta de planificación y comunicación, que más o menos significa "sala grande" en inglés. Cada equipo trabaja una instalación Obeya y colabora regularmente con otros equipos multidisciplinarios. Los Equipos pueden "ver" el proceso y saber dónde y cuándo se necesitan acciones completadas y dónde pueden surgir problemas. Obeya virtual, utiliza un tablero digital para mejorar el trabajo colaborativo que prácticamente muestra el estado actual en ubicaciones remotas para centrarse en la solución de problemas y la coordinación de acciones (Blankenburg, Kristensen, Aasland, & Sivertsen, 2013).

 - *Hojas de Chequeos*. Se usan para poner los conocimientos disponibles sobre una hoja de papel en el formulario normalizado de revisión a fin de proporcionar una mejor base para la toma de decisiones (Kennedy et al., 2008). Las hojas de chequeo, son un medio utilizado para colocar los conocimientos explícitos en la forma escrita para su futura reutilización. Toyota utiliza estas hojas regularmente para revisar todas las decisiones de diseño y garantizar un mínimo nivel de calidad. Esta herramienta actúa como un aviso para recordar cosas importantes y se actualizan regularmente al utilizarlos. Son beneficiosos en la mejora de la documentación de información, decisiones de diseño, y la reutilización del conocimiento. Ellas facilitan la documentación y visualización para aumentar la base de conocimientos y su intercambio, produciéndose así la interiorización del conocimiento (p. 59-60).

 - *Scrum*. Un equipo *Scrum* cuenta con al menos tres roles: El propietario, que representa la voz del cliente; un equipo de desarrollo de funciones cruzadas, quienes son los que realmente crean los incrementos de despacho del producto final, y el
-

maestro *scrum*, quien mantiene el proceso de *scrum* en movimiento y elimina los obstáculos que impidan que el equipo de desarrollo entregue sus productos. El *Scrum*, permite una rápida retroalimentación, ya que los equipos ejecutan pasos en ciclos más pequeños para mejoras continuas. El equipo *scrum*, interactúa de manera iterativa para volverse hiperactivo-productivo y estabilizar el entorno donde el equipo funciona. Este entorno es el del equipo *scrum* "ba", que debe crearse y transformarse continuamente (Sutherland, Schoonheim, Kumar, Pandey, & Vishal, 2009). Un maestro *scrum* debe facilitar el proceso de *scrum*, para proporcionar la plataforma para crear y mantener el flujo de conocimiento en "ba". De todos modos, SECI está presente en *scrum*. Una reunión diaria de *scrum* apoya la ocurrencia de la socialización y la combinación de modos, dada la dinámica creada por tener el equipo *scrum* siempre trabajando juntos para resolver problemas. La documentación requerida depende de lo que el equipo o el maestro *scrum* seleccionen como soporte de externalización (p. 60).

- PDCA. Los cuatro pasos de la mejora continua: Planear, hacer, chequear (controlar) y actuar, pueden considerarse como la contrapartida de los cuatro modos de SECI. El planear corresponde a la socialización, ya que hay una interacción claramente explorada por los objetivos del cliente y los métodos necesarios para lograr esos objetivos. El hacer es similar a cuando un equipo de mejora de externalización prueba soluciones al problema planteado y genera el conocimiento dinámico en forma de informes, herramientas y manuales. El *trade-off* son diagramas basados en conjuntos de herramientas de ingeniería concurrentes que se utilizan generalmente para llevar a cabo las pruebas para encontrar una solución óptima. Posteriormente, crean las acciones apropiadas, cuando el conocimiento es combinado con los conocimientos existentes para crear conocimiento que garantizará el éxito del paso de control. El actual (controlar) o requiere adoptar medidas y aplicar las sugerencias de mejoras, lo que se traduce en la internalización de los conocimientos explícitos (p. 62).
 - Los 5 por qué. Es un enfoque sistemático para llegar a la causa raíz de un problema. En este enfoque, se realizan preguntas generalmente 5 veces para llegar
-

hasta el fondo del problema en la comprensión de las relaciones causa/efecto. Será la práctica (experiencia) de los empleados al hacer las preguntas la que determinará la causa raíz de un último defecto o problema. Este es uno de los más poderosos y sencillos métodos para acceder al conocimiento tácito presente en las mentes de los empleados, y para generar conocimiento explícito en los documentos e informes. Por lo tanto, pueden ser utilizados para apoyar la generación de conocimientos en todos los modos del SECI (p. 62).

Un resumen de las 10 herramientas y su relación con el modo SECI, se resumen en la tabla 2.

En el campo de los servicios también las herramientas *Lean* han sido aplicadas para detectar y eliminar el desperdicio de recursos. Zhao et al. (2016) afirman que:

“... el servicio se ha convertido en prioridad para competir. El cliente espera soluciones integrales y la venta de un producto debe venir acompañada también de su instalación, configuración y soporte en caso de alguna anomalía.”

Tabla 2. Herramientas Lean que soportan el conocimiento generado en el modo SECI

ITEM	Técnica Lean	S	E	C	I
1	El aprendizaje	✓			
2	Formación transversal del empleado	✓			
3	El ingeniero jefe		✓		
4	Config. Basada en Ingeniería concurrente		✓		
5	Curvas de <i>trade-off</i>		✓		
6	Herramientas Visuales				
	<input type="checkbox"/> Formato A3		✓	✓	✓
	<input type="checkbox"/> Diagrama de espaguetti			✓	
	<input type="checkbox"/> Obeya				✓
7	Hojas de Chequeo				✓
8	Scrum	✓	✓	✓	✓
9	Planear, hacer, chequear y actuar	✓	✓	✓	✓
10	Los 5 por qué	✓	✓	✓	✓

Fuente: Tyagi, 2015, p. 61.

Como consecuencia aparece algo que se llama PSS (*Product Service System*). Al igual que en producción la caja de herramientas *Lean*, encuentra aplicación exitosa en las empresas orientadas por el sistema PSS. En este sentido, se requiere tener un servicio eficiente, con el menor recurso posible, dicho en otras palabras, haciendo más con menos. (p.77)

Zhao (2016) en su investigación, presenta el caso de estudio de una PYME Francesa, llamada Huron, que vende máquinas y herramientas CNC (*Computer Numerical Control*). Sus clientes esperan que sus productos tengan un rendimiento mecánico adecuado (potencia, precisión, fiabilidad, velocidad, entre otros). La flexibilidad del sector, en el segmento de servicios y productos, los llevó a ofrecer soluciones de mecanizado, fijación y transmisión basadas en la innovación y la personalización de su atención al cliente. La empresa, posee 60 modelos por catálogo, todos personalizados, así que finalmente tiene en el mercado productos únicos. Además, gracias a la red mundial de Huron, el servicio de despliegue / configuración / capacitación / postventa ha sido la clave para crear valor agregado. Su estrategia está definida en dos partes. Primero, proporcionar un excelente servicio al cliente por parte del equipo de Huron y su socio mundial, y segundo, preservar y transferir la competencia y experiencia del personal dentro de la empresa (p. 77).

La pregunta científica del trabajo de Zhao y compañía está relacionada con la aplicación de una metodología para implementar y capitalizar las buenas prácticas de ubicar, instalar, capacitar y dar servicio a la máquina de herramientas CNC en un contexto internacional. La originalidad de su trabajo radica en la implementación conjunta de *Lean management* y *knowledge management* (KM) en un contexto industrial intercultural. En su investigación busca definir un modelo de conocimiento básico, el cual actualizará, mejorará, preservará y administrará el conocimiento crítico para formar una memoria corporativa real. Para la construcción de este modelo, identifica y analiza la relación entre la aplicación de *Lean* en servicios y los conceptos de KM.

Dentro de la investigación Zhao et al., reseñan siete desperdicios en servicios identificados por (Bicheno y Holweg, 2009). Estos son (2016, p. 78- 79):

- *El retraso* por parte de los clientes que esperan el servicio. Retraso para la entrega, colas, respuestas, o no llegan según lo prometido.

- *Duplicación*. Tener que volver a ingresar datos, repetir detalles en formularios, copiar información, responder consultas de varias fuentes dentro de la misma organización.

- *Movimiento innecesario*. Hacer colas varias veces, hacer todo en una parada, sin pausa, la mala ergonomía en el sitio de servicio

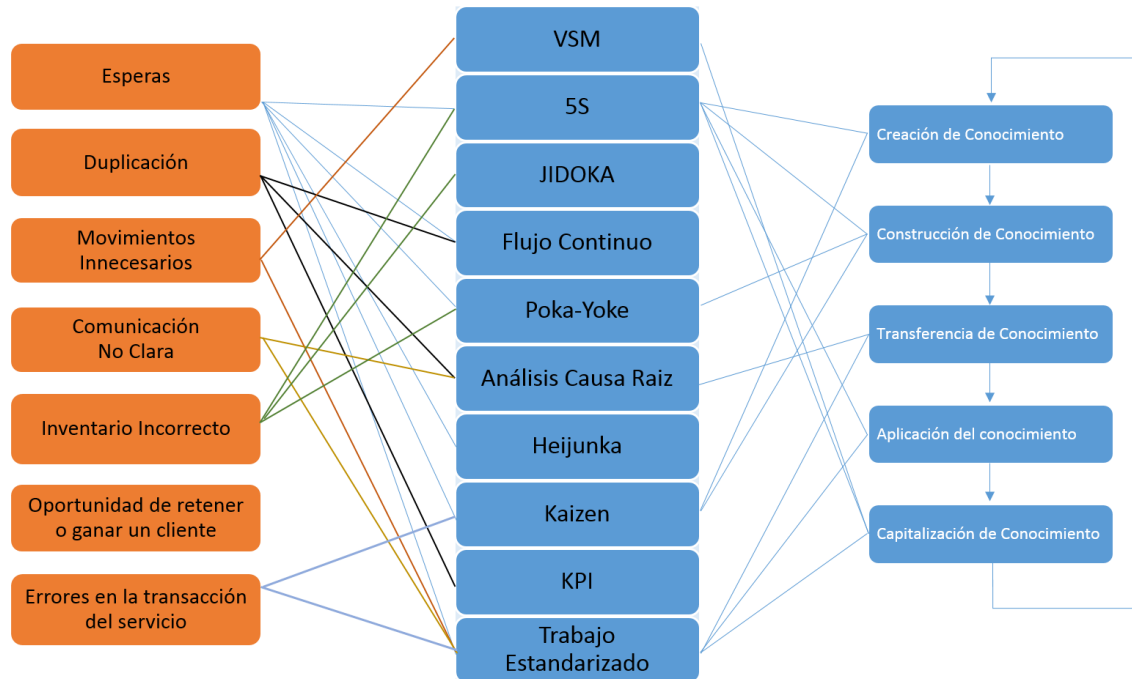
- *Comunicación poco clara*, y los desperdicios de buscar aclaraciones, confusión sobre el uso del producto o servicio, perdiendo el tiempo buscando una ubicación que pueda dar lugar a un uso incorrecto o duplicación.

- *Inventario incorrecto*. Al estar agotado, no puede obtener exactamente lo que se requería, sustituir productos o servicios.

- *Una oportunidad perdida para retener o ganar clientes*, una falla para establecer una buena relación, ignorar a los clientes, hostilidad y rudeza.

- *Errores en la transacción del servicio*, defectos del producto en el paquete de productos y servicios, productos perdidos o dañados.

El departamento de Huron, establece un gráfico en donde relaciona cada “muda”, con una herramienta *Lean*, y su relación con la gestión de conocimiento. En la figura 4, se puede observar dicho gráfico.



Fuente: Zhao et al., 2016, p. 79.

Figura 4. Herramientas Muda-Lean-nivel KM en servicios

En síntesis, la revisión de literatura antes descrita muestra una amplia interrelación entre la gestión del conocimiento y las herramientas *Lean*, interrelación que contribuye de forma positiva a de mejora continua de los procesos productivos de las empresas y con esto a la mejora de su competitividad.

3. Diseño metodológico

3.1 Procedimiento

Para la aplicación de la teoría revisada, se definió como estrategia realizar dos tareas: la primera, determinar en qué grado se encuentra la GC (Gestión del Conocimiento) en el proceso objeto de estudio, revisando las cinco dimensiones que componen el sistema de gestión (identificación / adquisición, registro, socialización, creación / adaptación y utilización) a través de la realización de una encuesta. La segunda, determinar en las fases del proceso, cómo está el tema del desperdicio desde la óptica de *Lean Manufacturing* y ver cuáles son las herramientas *Lean* apropiadas para reducir el desperdicio de la operación actual. La sinergia de estos dos conceptos, GC y utilización de herramientas *Lean*, dan como resultado un camino hacia el mejoramiento de la fabricación de moldes de la Empresa Ajover S.A.S. Esta metodología se esquematiza en la figura 5.



Figura 5. Esquema de la metodología de trabajo

La investigación comenzó por una caracterización del proceso, se estableció el perfil de los colaboradores que intervienen en cuanto a formación y experiencia. Seguidamente, se procedió a realizar el diagnóstico del estado de gestión del conocimiento, por último, se analizó el proceso de la fabricación de los moldes bajo la óptica *Lean*.

3.2 Caracterización del proceso objeto de estudio

El proceso objeto de estudio que se utilizó para evaluar la gestión de conocimiento es la fabricación de moldes realizada en el área denominada “Taller de Moldes” de la empresa Ajoover S.A.S. Esta área es relativamente nueva en la compañía, tiene una operación cercana a los 10 años. En este momento cuenta con 5 centros de trabajo que dan una capacidad de mecanizado de 33.000 horas año, con una ocupación del 80%. En esta área trabajan 20 personas, que cubren las tareas 24 horas diarias, siete días a la semana. Es un área de soporte de la operación general de la compañía, y su objetivo principal es fabricar moldes y herramientas para la implementación de nuevos productos en las plantas de producción. El personal tiene un perfil académico en su mayoría técnico/tecnólogo, con un promedio de seis semestres en instituciones formales de educación superior. La experiencia promedio en el campo de la industria metalmeccánica, es de 13 años y una antigüedad en la empresa promedio de 4,8 años. En figura 6, se observan la caracterización del personal en educación y experiencia.

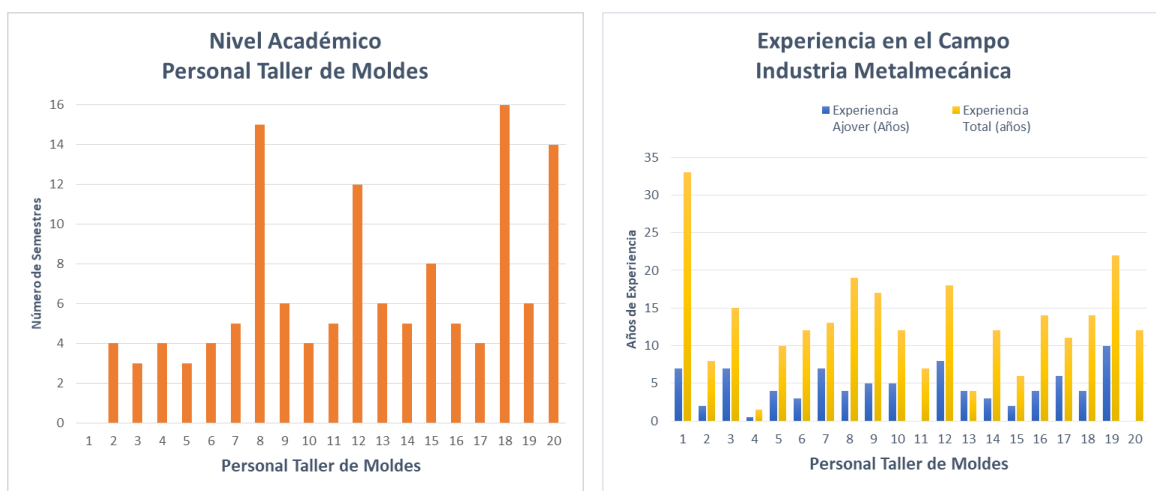


Figura 6. Caracterización escolar experiencia laboral del personal

Operativamente el proceso para la manufactura de los moldes, está dividido en tres grupos, quienes tiene a cargo las fases del proceso, ver figura 7.

Las funciones de cada grupo se describen a continuación:

- Grupo de programación. Está compuesto por: un planeador, dos programadores CNC, y un analista de producción. El planeador es quien determina la secuencia de las tareas que deben ejecutarse para la fabricación completa de una herramienta o molde. Es quien diseña el proceso, hace los requerimientos de herramientas, materiales, suministros y asigna los recursos de máquinas. Los programadores reciben la información del departamento de ingeniería, planos y modelos digitales 3D y a través de un software especializado generan los códigos para las máquinas CNC. El analista de producción recoge los tiempos empleados durante todo el proceso, los valora en dinero y determina la inversión realizada en cada trabajo.

 - Grupo de operadores CNC. Está integrado por 11 técnicos, quienes, a través de turnos de trabajo de 12 horas, cubren la operación 24 horas, los siete días de la semana. Son los responsables de configurar la máquina según las indicaciones de los programadores y realizar los trabajos de mecanizado.

 - Grupo de ajuste: Está integrado por 5 técnicos, ellos tienen a cargo el alistamiento de las piezas que salen de las máquinas, ejecutan operaciones que deben ser manuales, como pulimento, roscados, ensamble de piezas estándar, entre otros. Una vez estas piezas estén listas, deben ser ensambladas según indicaciones de ingeniería y probadas antes de ser entregadas a la planta de producción.
-

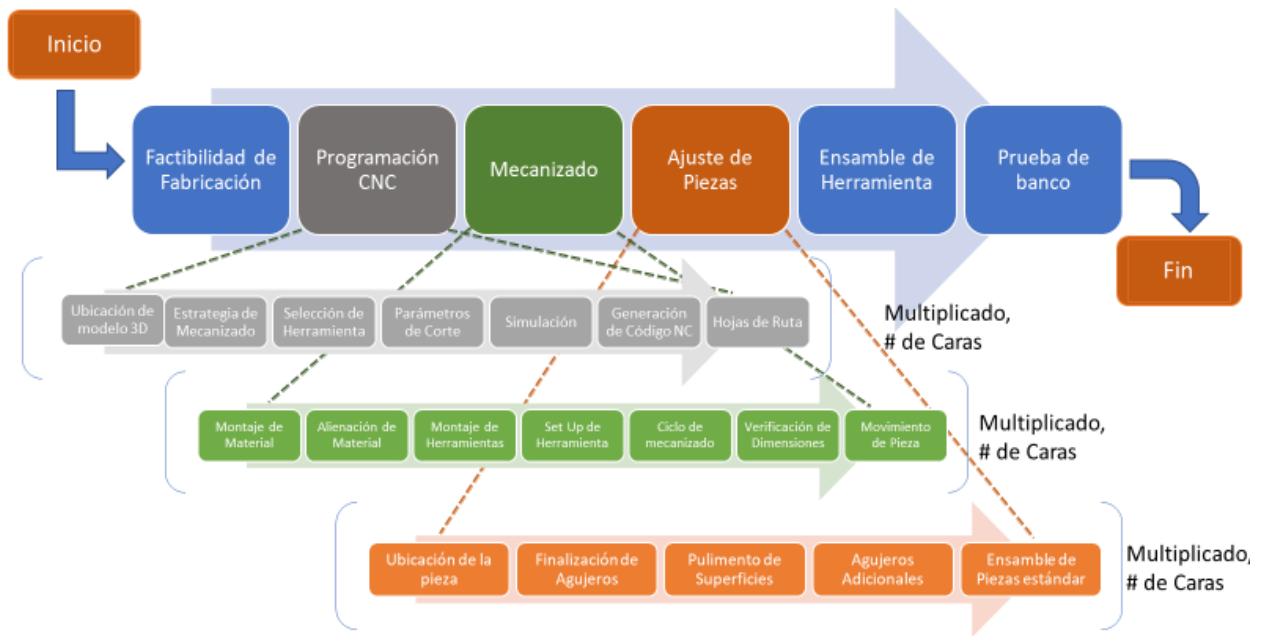


Figura 7. Esquema del proceso de trabajo

La tipología de las piezas que componen un molde o herramienta son muy diferentes tanto en tamaño como en complejidad de fabricación. Sin embargo, para planear la fabricación y puesta a punto de una pieza, se ha establecido una convención que se llaman caras de trabajo. Todas las piezas tienen al menos dos caras que se requieren fabricar, las piezas más complejas tienen hasta seis caras, lo que implica seis o más montajes en las máquinas. La convención que se generó para nombrar cada cara es la que se ilustra en la figura 8.

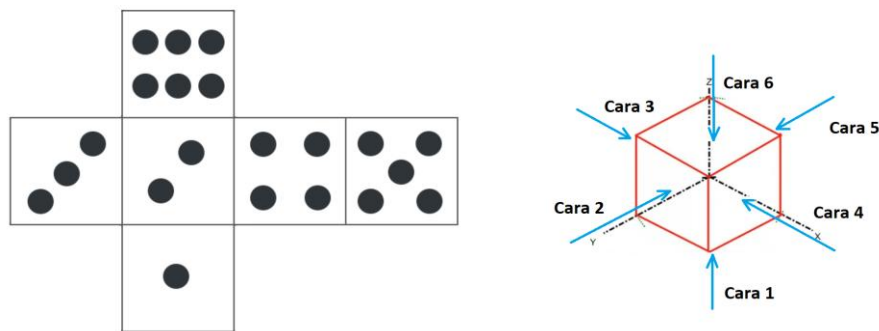


Figura 8. Convención para las caras de trabajo de las piezas en el taller de moldes

Para establecer la secuencia que debe mecanizarse, los programadores generan la información por caras de cada pieza, en qué centro de trabajo debe procesarse y un tiempo previsto que toma cada tarea. Con esta información se genera el programa de mecanizado. Las piezas que se van transformando, y están con los trabajos de mecanizado planeados, se revisan y se entregan al área de ajuste. A esta área llegan piezas de varios proyectos, se empiezan a acumular separándolas por proyectos. En este punto se analiza la prioridad de alistamiento y ensamble de los proyectos y se establece un programa de trabajo para el grupo de ajuste. El orden depende de la fecha de compromiso, de la oportunidad de espacio para pruebas en la planta de producción y del avance de entregas de materiales de compra externa.

3.3 Diagnóstico de la gestión de conocimiento

Con el fin de hacer el diagnóstico la gestión del conocimiento, se planteó una encuesta dirigida a todos los colaboradores del área, denominada “Análisis de Gestión de Conocimiento en el Taller de Moldes”, los enunciados fueron ajustado por el Profesor Cesar Augusto Bernal, experto en el área de GC y autor de varios artículos referentes al tema. El objetivo planteado a los colaboradores fue: Conocer información referente a la gestión del conocimiento en la dinámica de sus actividades cotidianas el proceso de manufactura de moldes. La encuesta está compuesta por enunciados con posibilidad de respuesta en modalidad de escala Likert de cinco niveles, así: 5, totalmente de acuerdo; 4, parcialmente de acuerdo; 3, indiferente; 2, Parcialmente en desacuerdo; 1 = Totalmente en desacuerdo.

Los enunciados buscan información acerca de las cinco dimensiones de la gestión del conocimiento (identificación y adquisición, registro, socialización, creación / adaptación y utilización). La encuesta se presentó a los colaboradores como un ejercicio académico, aclarándoles que no había ningún interés de juzgamiento buscando obtener información lo más objetiva posible. La encuesta se presenta a continuación:

1	Identificación y Adquisición de conocimiento	1	2	3	4	5
1.1	Las personas de esta área tenemos identificado el conocimiento relevante que necesitamos o necesitaremos para el buen desempeño de nuestras funciones.					
1.2	Las personas del área conocemos las necesidades y expectativas actuales y futuras de los usuarios de nuestros moldes.					
1.3	En el área, las máquinas y herramientas que disponemos son las adecuadas para el desempeño de nuestro trabajo.					
1.4	En el área se puede acceder de forma ágil a los manuales de operación de las máquinas y herramientas.					
1.5	Tengo buen conocimiento de los materiales que se utilizan el área de trabajo (acero, aluminio, bronce, entre otros) y se cómo debo trabajar cada uno de estos.					
1.6	Tengo identificado dentro del área, la persona a quien le puedo preguntar sobre algún problema que se me presente durante el desempeño de mis actividades.					
1.7	Recurro a mis superiores para obtener información que requiero para realizar mis tareas.					
1.8	Utilizo los móviles y la internet para identificar y adquirir conocimiento actualizado que me permita ser más eficaz en el desempeño de mis funciones.					
1.9	La empresa Invierte en mi capacitación con el propósito de contribuir a mejorar mi desempeño y desarrollo personal.					
1.10	La empresa me motiva a capacitarme para mejorar mi desempeño.					

2	Registro de conocimiento	1	2	3	4	5
2.1	Las tareas que realizo están consignadas en un manual, documento o procedimiento al cual tengo fácil acceso.					
2.2	Cuando realizo una tarea nueva, registro mi experiencia para dejar reporte de cómo se realizó, para que esté disponible para el resto del equipo.					
2.3	Cuando tengo alguna novedad en el desempeño de mis funciones la registro para aprender de ello.					
2.4	Cuando una tarea nueva llega al área y se define como ejecutarla, esa información queda escrita en algún sitio del área.					
2.5	En caso de tener duda sobre alguna tarea, tengo acceso a alguna base de datos impresa o digital para resolver mi problema.					
2.6	Las instrucciones de cómo ejecutar una tarea en mi trabajo las puedo encontrar por escrito de forma ágil en el área.					
2.7	En el área cada vez que hay un éxito en el desempeño laboral se registra la información de esos eventos					
2.8	En el área cada vez que hay una dificultad en el desempeño laboral se registra la información de esos eventos					
2.9	En el área existe documentos con registros de los aspectos relevantes con el área (moldes, usuarios, proveedores, competidores, etc.).					

3	Socialización de conocimiento	1	2	3	4	5
3.1	Cuando se me asigna una tarea puedo sugerir detalles para la ejecución.					
3.2	Acostumbro a aclarar el objetivo que se desea lograr con las tareas a mi asignadas.					
3.3	Antes de realizar una tarea nueva, tengo un espacio previo donde me explican y puedo aclarar dudas.					
3.4	Para tareas nuevas o con cierta complejidad, existe un espacio donde se participa al resto del grupo de área de esas tareas.					
3.5	Frecuentemente recibo comentarios de las tareas que se realizó.					
3.6	En el área compartimos experiencias sobre los trabajos que realizamos.					
3.7	Recibo algún comentario de las tareas que se realizaron de forma no satisfactoria.					
3.8	Cuando tengo alguna duda recorro a mis compañeros con el propósito de resolver esa duda.					
3.9	Siento confianza con mis superiores para poder opinar sobre la forma de ejecución de mis tareas.					
3.10	Siento confianza con mis superiores para poder opinar sobre la forma de ejecución de tareas asignadas a algún compañero					

4	Creación / Adaptación de conocimiento	1	2	3	4	5
4.1	En mi área existe la posibilidad de dar ideas para hacer las tareas asignadas de una forma más eficiente.					
4.2	Existen espacios en mi área donde antes de ejecutar un trabajo se buscan alternativas para la mejor ejecución.					
4.3	A las tareas que se ejecutan con frecuencia se busca por iniciativa del grupo hacerlas de una forma más eficiente.					
4.4	A las tareas que se ejecutan con frecuencia se busca por iniciativa del jefe hacerlas de una forma más eficiente.					
4.5	Personalmente puedo probar nuevas formas de hacer las tareas sin necesidad de aprobación de un superior.					
4.6	Puedo sugerir el tipo de material que mejor se adapta al requerimiento del molde a elaborar y esto es tenido en cuenta.					
4.7	De la maquinaria existente, puedo sugerir la máquina que mejor responde a la tarea a realizar.					
4.8	En el área se acostumbra a sugerir ajustes a las máquinas para lograr que se adapten a los requerimientos de las tareas a realizar.					
4.9	Se nos estimula a sugerir maquinaria y herramientas que nos permitan hacer mejor el trabajo.					
4.10	La empresa se preocupa por capacitarnos en temas en los que se estimula la iniciativa en el trabajo.					

5	Utilización / Aprovechamiento del conocimiento	1	2	3	4	5
5.1	En mi área, se estimula a usar el conocimiento y la experiencia para realizar de la mejor forma el trabajo.					
5.2	El conocimiento que se comparte con los compañeros de trabajo se aplica para mejorar el desempeño laboral.					
5.3	Aprovecho la capacitación para mejorar el trabajo.					
5.4	Aprovecho la capacitación para desarrollo personal.					
5.5	El área invierte en estímulos para que quienes aquí trabajamos apliquemos de la mejor manera el conocimiento para mejorar el desempeño organizacional.					
5.6	Mi experiencia y técnica de hacer las tareas las he logrado aplicar en mi área de trabajo.					
5.7	MI formación académica, la he logrado aplicar en mi área de trabajo.					

3.4 Diagnóstico de la operación del taller bajo la óptica *Lean*

Para el diagnóstico del proceso se contó con la asesoría del Profesor Luis Alfredo Paipa, Doctor en Ingeniería industrial, especialista en temas en mejoramiento continuo, *Lean Manufacturing*. Bajo su recomendación se planteó una serie de mediciones del proceso buscando encontrar los desperdicios que el *Lean* plantea. Inicialmente, se revisó el flujo de la pieza a través de la línea de proceso definido. Para cuantificar los siete desperdicios se diseñó un formato, en donde se relacionan las tareas cronológicamente, se evalúan los desperdicios y se clasifica la tarea así: AV, cuando la tarea agrega valor, NAV, cuando la tarea no agrega valor, o, NNAV, si la tarea es necesaria pero no agrega valor. Así mismo, se registran distancias, si hay traslados de las piezas y los tiempos de inicio – fin de cada tarea. Estas dos variables se van acumulando para saber cuánto se desplazó la pieza y cuánto tiempo gasta una OT (Orden de Trabajo) en pasar a través del proceso. En la figura 9 se observan los campos del formato diseñado.

Se planeó hacer cuatro mediciones: una medición general, para determinar los tiempos de las tareas macro a través del sistema (figura 10a), y tres mediciones para las fases por donde pasan todas las piezas fabricadas: fase de programación (figura 10b); fase de mecanizado (figura 10c); fase de ajuste (figura 10d). Para estas tres últimas, se hizo registro del proceso a través de filmación para estudiarlo cuidadosamente. La técnica es sencilla, al

empezar una tarea, se arrancó una filmación, y paralelamente se tomaron notas de lo que iba sucediendo. Una vez la tarea concluyó, se analizó el video y se registraron los movimientos en una hoja de cálculo y se contrastaron con las notas. Es importante anotar que, para lograr tener una buena calidad de la medición, fue necesario hablar con los colaboradores y explicarles que deben actuar de la forma normal, que la presencia de la cámara es con el fin de tener información para analizarla con el grupo y determinar un plan de mejora.

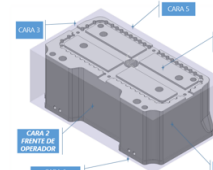
Taller de Moldes		Lista de Chequeo para identificar el desperfaro en Proceso de Fabricación y Ensamble																	
#	Descripción de la Pieza:	Desperfaro							Mediciones					Análisis de Valor	Fecha de Inicio de la medición:				
		1	2	3	4	5	6	7	Distancia (metros)	Distancia Acumulada	Hora Inicial	Hora Final	Duración - Tiempo de Ciclo (horas)	Hora Inicio	Duración acumulada (horas)	Agrega Valor (AV)	No Agrega Valor (NAV)	Necesario pero No Agrega Valor (NNAV)	10*08/2018
	Mold Base Cavity																		
																			
	Descripción del proceso	Por Sobreproducción	Por Inventario Inecesarios	Por transporte excesivo	Por mala calidad	Relacionado con Proceso Inecesario	Por Operaciones - Movimientos Inecesarios	Por Tiempos en Vacío o en espera											
1	Revisión del modelo y planos del area de Ingenieria								0	0	03/08/2018 9:15	03/08/2018 10:30	1:15:00	0:00:00	1:15:00			X	
2	Programacion del mecanizado caras 1								0	0	03/08/2018 10:30	03/08/2018 13:55	3:25:00	1:15:00	4:40:00	X			
3	Hora de Almuerzo					X			0	0	03/08/2018 13:55	03/08/2018 15:02	1:07:00	4:40:00	5:47:00			X	
4	Programacion del mecanizado caras 2								0	0	03/08/2018 15:02	03/08/2018 15:46	0:44:00	5:47:00	6:31:00	X			
5	Revison de otro proyecto					X			0	0	03/08/2018 15:46	03/08/2018 16:35	0:49:00	6:31:00	7:20:00		X		cambio de prioridad a otro proyecto
6	Finalizacion turno					X			0	0	03/08/2018 16:35	04/08/2018 10:30	17:55:00	7:20:00	25:15:00			X	
7	Programacion del mecanizado caras 6								0	0	04/08/2018 7:00	04/08/2018 12:40	5:40:00	25:15:00	30:55:00	X			
8	Finalizacion turno					X			0	0	04/08/2018 12:40	06/08/2018 7:00	42:20:00	30:55:00	73:15:00			X	
9	Generación del Código NC, Cara 1								0	0	06/08/2018 7:00	06/08/2018 8:30	1:30:00	73:15:00	74:45:00	X			
10	Generación del Código NC, Cara 2								0	0	06/08/2018 8:30	06/08/2018 9:35	1:05:00	74:45:00	75:50:00	X			
11	Generación del Código NC, Cara 6								0	0	06/08/2018 9:35	06/08/2018 10:30	0:55:00	75:50:00	76:45:00	X			
12	Refriperio					X			0	0	06/08/2018 10:30	06/08/2018 10:55	0:25:00	76:45:00	77:10:00			X	

Figura 9. Formato para el registro de desperdicios en el proceso de fabricación de moldes

Con los datos obtenidos, se definió el desperdicio encontrado, se cuantificó en su unidad natural y se ubicó sobre el proceso. Para establecer una unidad de comparación, los desperdicios se llevaron a una unidad común de tiempo, ya que se quiere dimensionar cuántas horas menos podría durar el proceso, si se trabaja en la eliminación o disminución de los desperdicios encontrados. En el cuadro 3 se muestra cómo se midieron los desperdicios y cómo se llevó a una medida de horas para cuantificar.

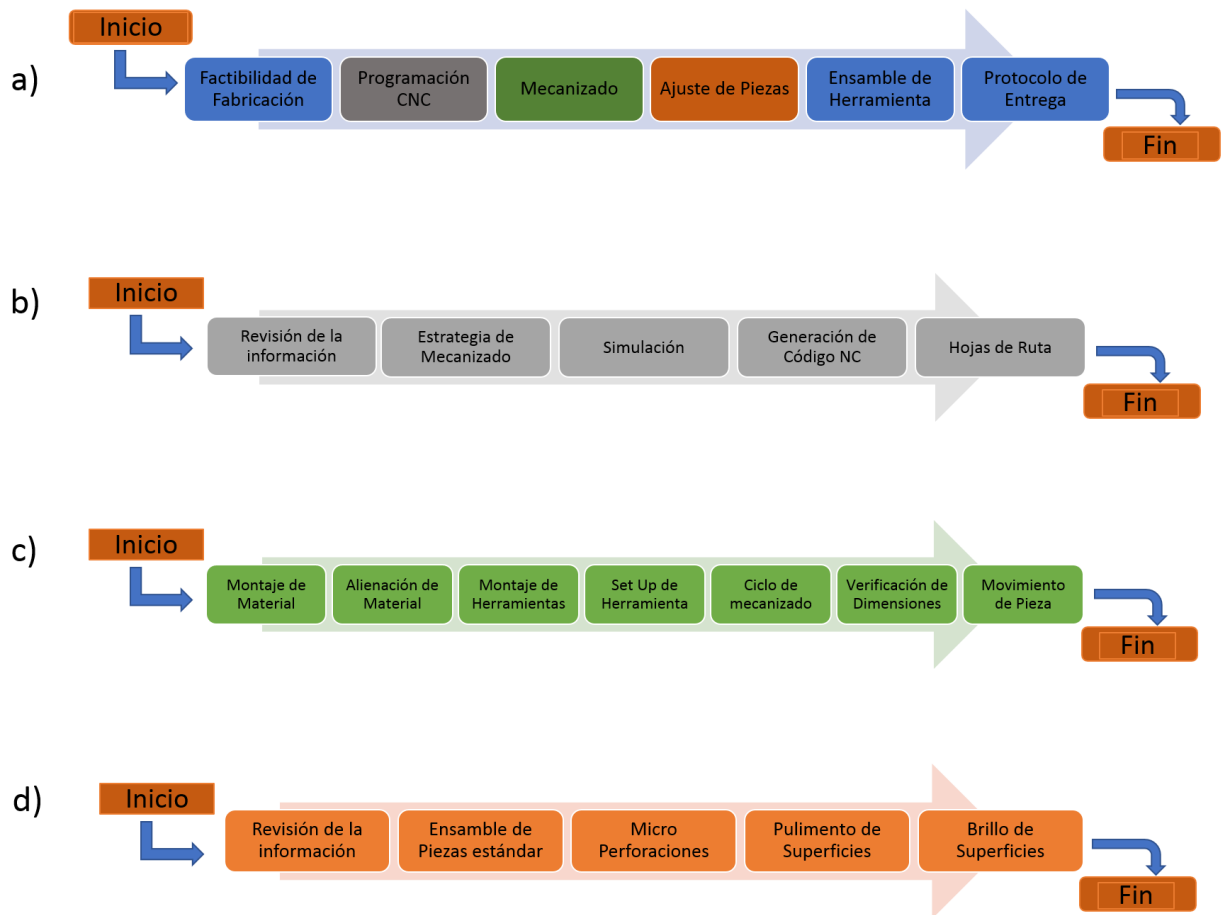


Figura 10. Planeación de la medición de los procesos para la fabricación de moldes

Cuadro 3 Procedimiento de evaluación y valoración del desperdicio

Desperdicio	Procedimiento de Evaluación	Indicador	Procedimiento de Valoración
Sobre-Producción	Al cierre de una OT, se revisa que las piezas fabricadas sean las mismas planeadas.	# Piezas fabricadas / # de Piezas Requeridas	Horas invertidas en las piezas fabricadas de más
Inventarios Innecesarios	Al cierre de una OT, se revisan que los materiales comprados sean los mismos consumidos en el molde.	Valor de elementos comprados / Valor de elementos utilizados	Dinero invertido en compras de elementos que no se utilizaron
Transportes excesivos	Medición sobre video del tiempo empleado en trasladar pieza y/u operador.	Distancia recorrida de las piezas / Distancia mínima necesaria	Horas empleadas en el transporte realizado por exceso
Mala Calidad	Evaluación de las piezas no conformes que requieren modificación o reemplazo.	Horas invertidas en el total de piezas fabricadas / Horas invertidas en piezas buenas	Horas adicionales por daño total o reprocesos realizados
Proceso Innecesario	Evaluación de procesos calificados como innecesarios.	Horas invertidas en los proceso / Horas mínimas necesarias para la fabricación	Horas adicionales en los procesos innecesarios
Operaciones Innecesarias	Evaluación de procesos calificados como innecesarios.	Horas invertidas las tareas de un proceso / Horas mínimas necesarias de un proceso	Horas adicionales en las operaciones de un proceso
Esperas	Medición sobre video y/o reportes de trazabilidad del tiempo en donde las piezas no sufren ninguna transformación	Horas totales de principio a fin/Horas totales de tareas ejecutadas	Horas en que no se hace ninguna transformación a las piezas

4. Resultados

Una vez aplicada la metodología planeada, se encontró desde la óptica de gestión de conocimiento una amplia oportunidad de mejora. El grupo requiere implementar escenarios donde se comparta el conocimiento, exista interacción de las experiencias de cada uno de los colaboradores, se documenten las tareas que se desarrollan en el taller y que este registro sea de fácil consulta para el grupo. En general, el grupo percibe que la gestión del conocimiento tiene una calificación de 3,7 sobre 5,0. En cuanto al diagnóstico bajo la óptica de *Lean Manufacturing*, el hallazgo fue muy revelador. Las fases están incurriendo en cinco de los siete desperdicios que indica una fabricación *Lean*. Los desperdicios que se encontraron con un porcentaje alto son los relacionados a esperas, traslados innecesarios y operaciones innecesarias. Reducir estos desperdicios definitivamente le aportará a la mejora en la manufactura de los moldes, por ejemplo, en la fase de mecanizados se encontró en una medición típica de una tarea de duración cercana a 10 horas, que el 2,6 %, es decir 15 minutos corresponde a tareas que NO agregan valor. El potencial de horas máquina del taller es de 33.000 horas/año, trabajando con un proceso *Lean*, y aplicando de forma sostenida sus herramientas se podría aspirar, eliminando estas tareas, a aprovechar 858 horas de máquina/año. Utilizando el mismo caso para la fase de mecanizado, pero para tareas que son necesarias pero NO agregan valor, el porcentaje encontrado fue de 40,4% de tiempo invertido en estas tareas. Aplicando las mismas herramientas y aspirando a disminuir la tercera parte de este porcentaje¹, es decir llevarlo alrededor de 25%, ese 15% representaría 4.950 horas máquina adicional al año. Estos números son atractivos, pero requieren de un trabajo del grupo para poder lograrlos y mantenerlos. Un proceso *Lean*, no se logra inmediatamente, requiere de varios años, casos como la empresa Wipro así lo demuestran (Staats, 2011).

¹ Por experiencia, en algunos procesos previos de la empresa en implementación de proyectos de mejora, se ha logrado, en las primeras fases, porcentajes de reducción cercanos al 30 %, por tal motivo se considera que una tercera parte de reducción de tiempo en tareas necesarias pero que NO agregan valor, es una meta aterrizada para este caso.

En la figura 11 se relaciona una calificación general del hallazgo desde las dos ópticas. Los signos “+”, significan el grado de atención que requieren, entre más signos es más crítica esta dimensión y/o desperdicio. En los siguientes numerales se relacionan paso a paso las mediciones realizadas tanto en GC, como en detección de desperdicios en las fases del proceso.

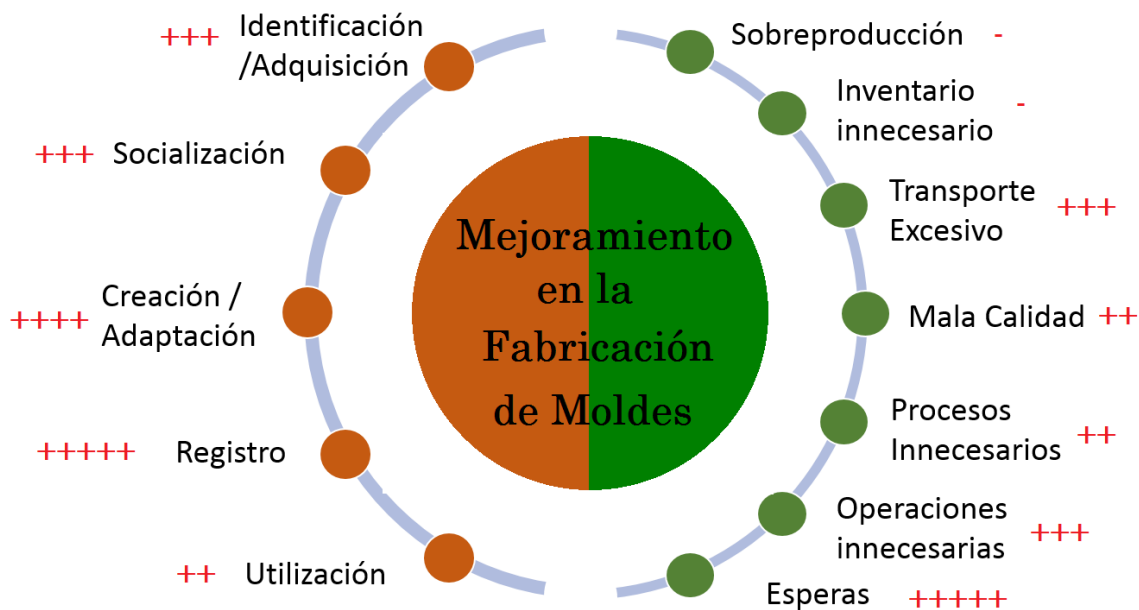


Figura 11. Calificación global de gestión de conocimiento y medición del desperdicio en el proceso de manufactura de moldes.

4.1 Hallazgos de gestión de conocimiento

El resultado de la encuesta de gestión de conocimiento, en forma general, determina que, en promedio de las 5 dimensiones, los colaboradores tienen una percepción de 3.7, sobre 5, ver figura 12. Esto indica que, la gestión del conocimiento en el proceso de fabricación de moldes es regular o media y requiere de mejoras significativas si se pretende que esta gestión contribuya a la mejora del proceso. Ahora bien, revisando cada dimensión, en forma particular, se observan falencias en aspectos relacionados al registro, y creación / adaptación del conocimiento. La dimensión de utilización / aprovechamiento del conocimiento obtuvo la mejor puntuación en la escala de calificación. Puntuación que es importante, porque indica

que, las personas se preocupan por poner a disposición sus conocimientos para un mejor desempeño laboral.

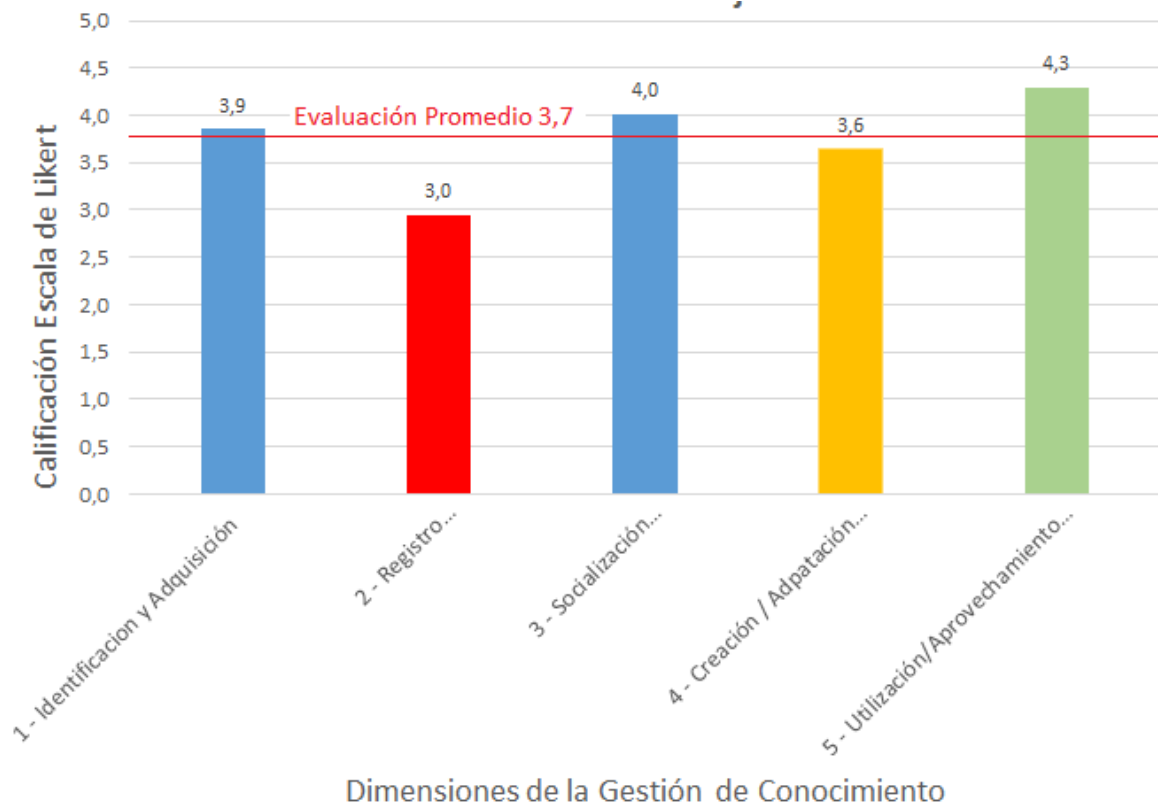


Figura 12. Calificación global de gestión de conocimiento

Según los grupos de cada fase, los resultados de la figura 13 muestran una coincidencia de las tres fases del proceso respecto a las dimensiones de socialización, creación /adaptación y utilización y una diferencia de percepción respecto de las dimensiones de identificación y registro. Los promedios más bajos se observan en la fase de mecanizado CNC, frente a la identificación y adquisición de conocimiento y el registro de conocimiento que para las tres fases es bajo. Estos resultados indican que, en general, todas las fases del proceso de fabricación de los moldes requieren ser reforzadas en las dimensiones de identificación/adquisición y registro de conocimiento.

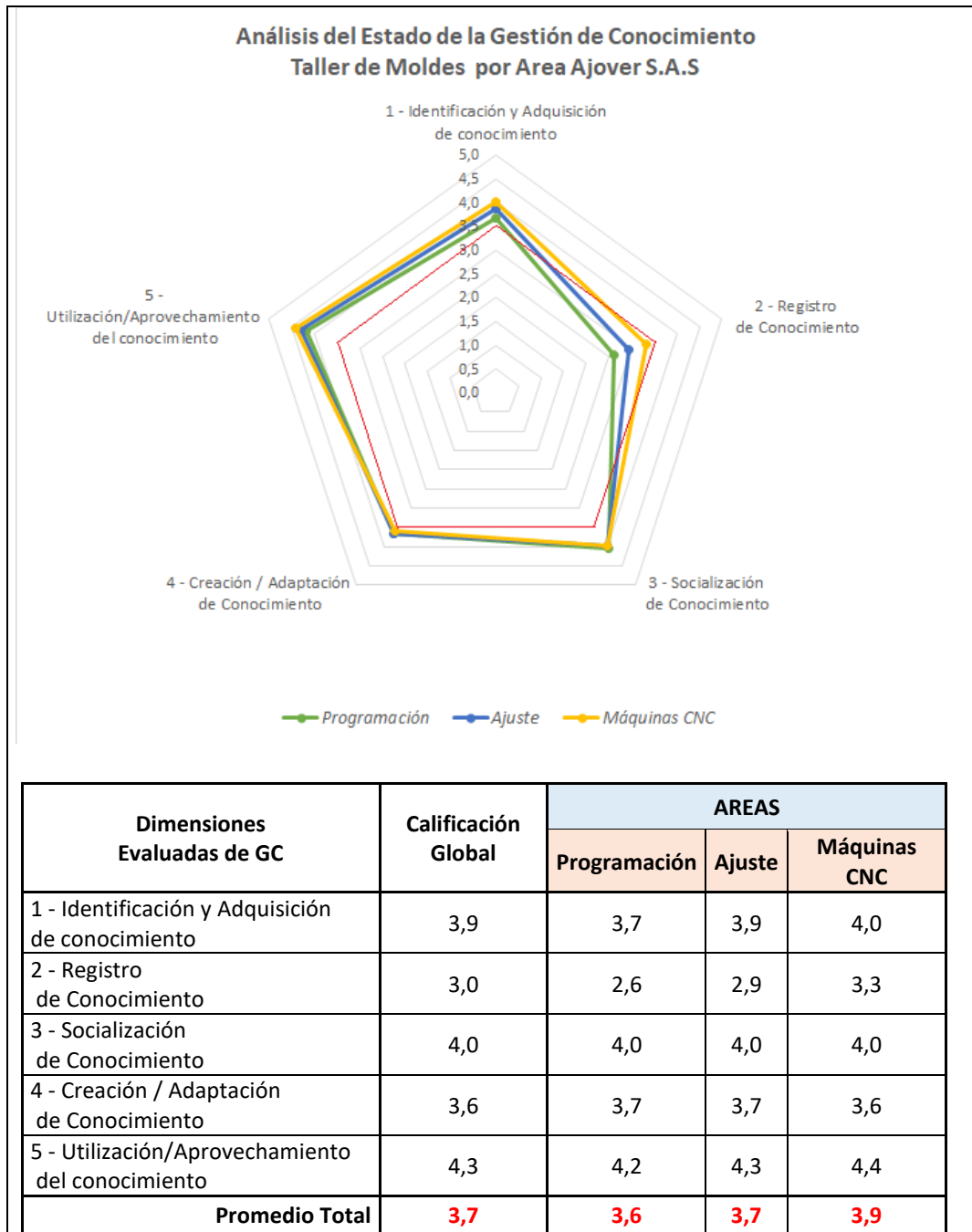


Figura 13. Calificación global de gestión de conocimiento

Ahora bien, yendo a lo particular sobre la percepción de las fases frente a cada dimensión de GC, se analizó el resultado de cada pregunta, y se graficó el valor obtenido. El análisis se presenta a continuación.

Frente a la primera dimensión, identificación y adquisición, tenemos una coincidencia en la percepción de las fases en las afirmaciones (1,1 - 1,6 -1,7 – 1,8) y discrepancias en las demás. Ahora, los puntajes bajos, por debajo de 3.5, se encuentran en las afirmaciones (1,2 – 1,9 – 1,10). Esta calificación revela según el enunciado 1.2 de la encuesta, que es necesario reforzar: quién es el cliente externo de las herramientas y los moldes que se fabrican; cuáles son las necesidades de los moldes y herramientas; que espera la planta recibir. Los enunciados 1.9 y 1.10, está relacionado con la percepción que los colaboradores tienen de las políticas de capacitación, ellos no evidencian inversión en este aspecto y no hay motivación para que el colaborador se capacite en pro de un mejor desempeño, ver figura 14.

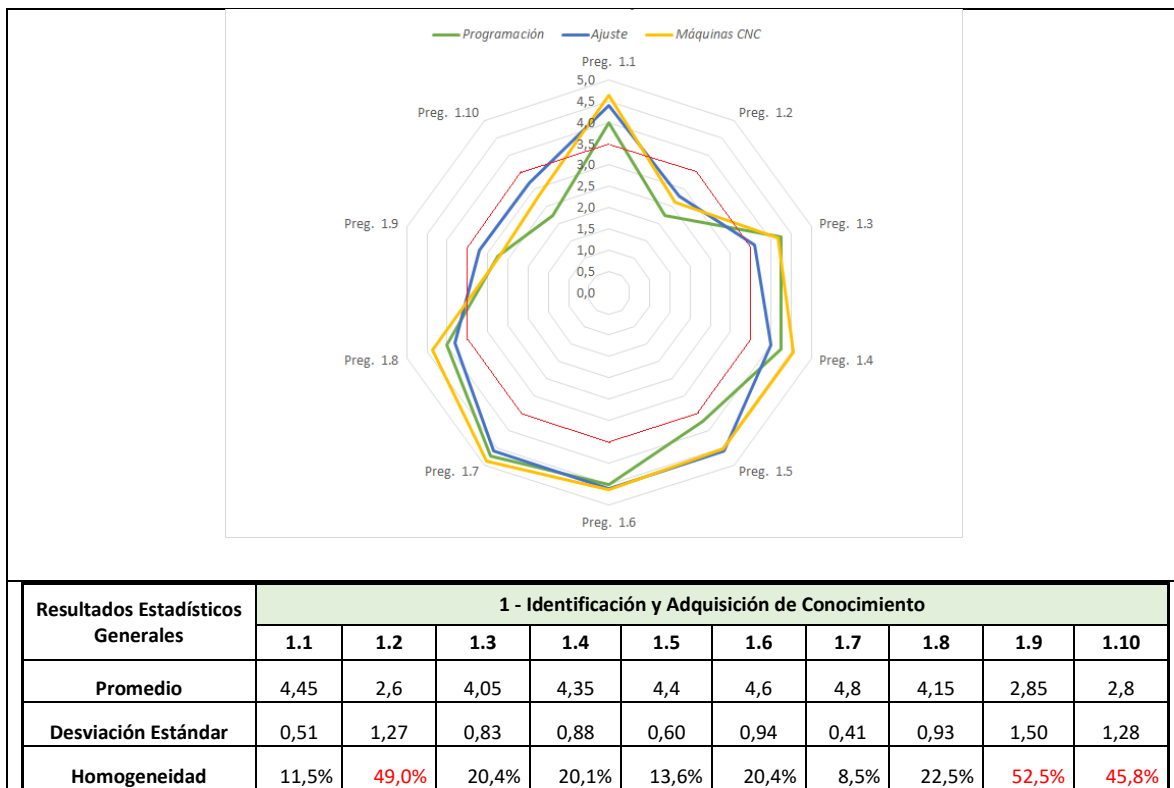


Figura 14. Calificación de la dimensión identificación y adquisición de conocimiento

La dimensión de registro de conocimiento es la más crítica, ver figura 15. Hay una coincidencia de percepción positiva, en la afirmación 2.4, que se refiere a las tareas nuevas que ingresan al proceso, por lo desconocido del tema para todos, obliga a revisar más detalladamente el cómo se debe hacer, dejando registros para claridad de quienes intervienen en la nueva tarea. Las demás afirmaciones tienen calificaciones bajas, discrepancia de

percepción entre fases, lo cual se confirma con la medición de homogeneidad de los resultados. Los manuales de las tareas cotidianas son insuficientes y no son de fácil acceso. Para tareas nuevas, aunque hay registro del plan, no está consignado el resultado y un plan de mejora para una futura ejecución. Se requiere hacer refuerzo en temas de lecciones aprendidas. Se requiere la implementación de una base de datos donde se puedan consultar de forma fácil y ágil. Se evidencia por el valor de la afirmación 2.7 y 2.8, que son más monitoreados los casos de fracaso o dificultad que los casos de éxito. No existe un repositorio organizado con documentación, información relevante a la tecnología de moldes, fabricación, materiales, entre otros, que estén disponibles para aportarle al trabajo.

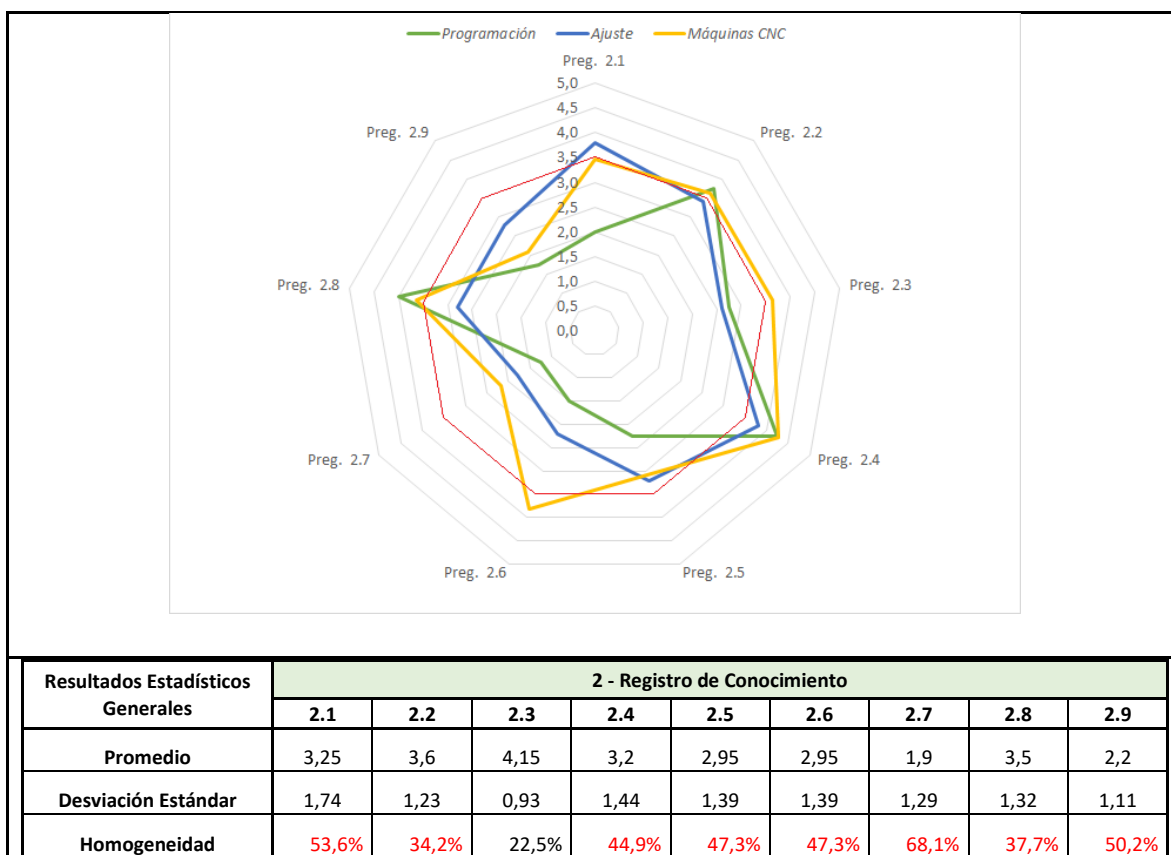


Figura 15. Calificación de la dimensión registro de conocimiento

Ante la dimensión de socialización según la figura 16, los colaboradores la perciben más positiva, afirmaciones como la 3.4, 3.5, son oportunidades a mejorar, el grupo en general señala que, se deben reunir más para revisar trabajos de alguna complejidad, y ser retroalimentados sobre la ejecución de sus labores. Una fortaleza está reflejada en la

afirmación 3.8, ante una dificultad, las personas recurren a un compañero para resolver inquietudes de su trabajo, acción clave, ya que la comunicación y el apoyo entre compañeros es importante para generar un buen ambiente de trabajo. Otras afirmaciones con valor alto, enunciado 3.1 y 3.2, también muestra una fortaleza para esta dimensión, los colaboradores perciben que conocen el objetivo del trabajo, pueden opinar sobre la ejecución de tarea. Esta participación involucra al trabajador y lo hace parte del resultado.

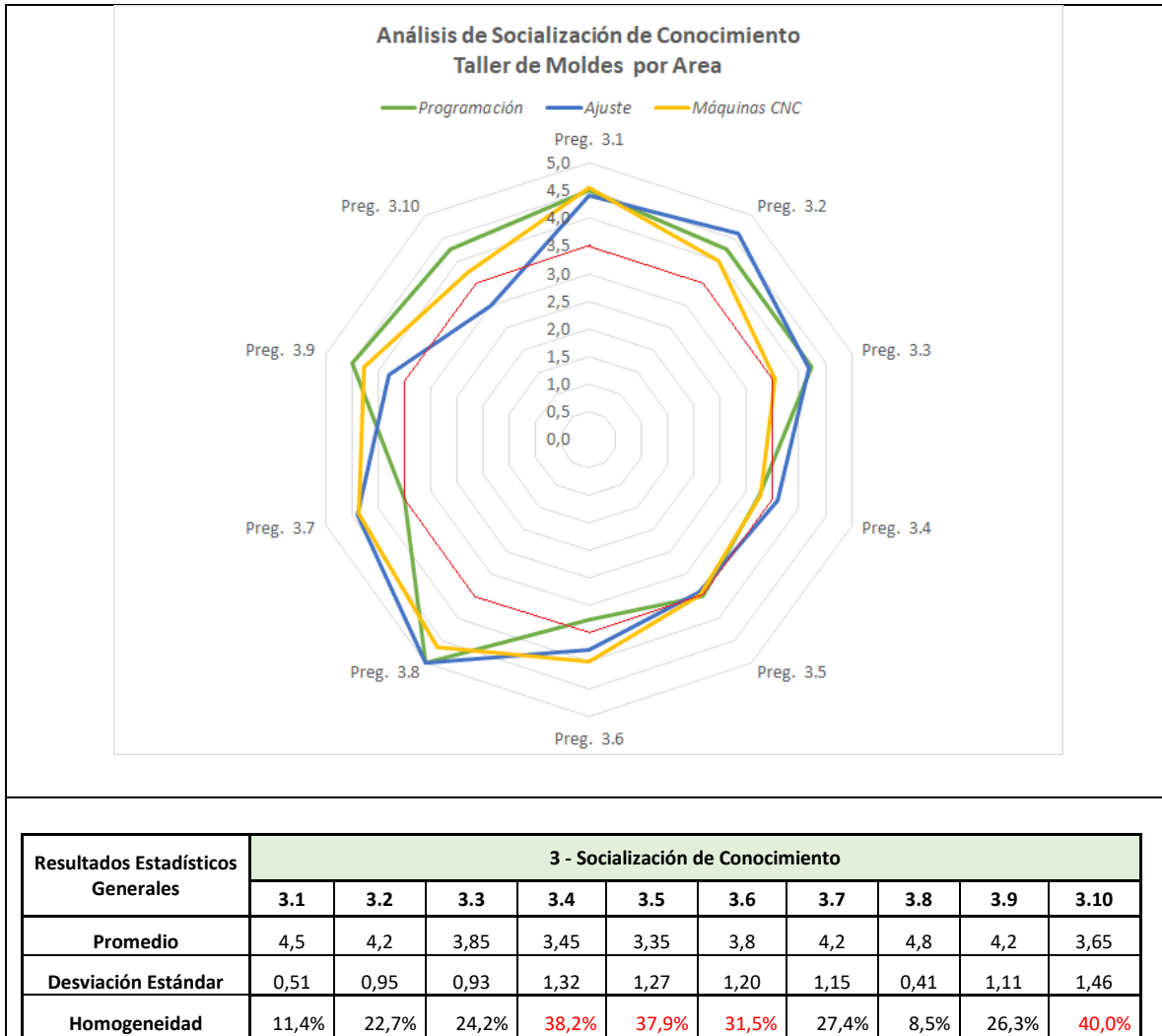


Figura 16. Calificación de la dimensión socialización del conocimiento

La dimensión de creación del conocimiento según la figura 17, muestra un comportamiento no homogéneo a nivel general y al nivel de la percepción de cada fase. En el único aspecto que las fases coinciden, es el enunciado 4.10 en donde se percibe falta de

estímulo por parte de la empresa para las iniciativas en el trabajo. La afirmación 4.6 y 4.9 tienen baja calificación. Los colaboradores perciben que no hay participación por parte de ellos en la adquisición de los recursos como máquinas, herramientas y materiales. Frente a la afirmación 4.5, también el grupo muestra que no hay una libertad de probar nuevas formas de hacer las tareas sin aprobación previa.

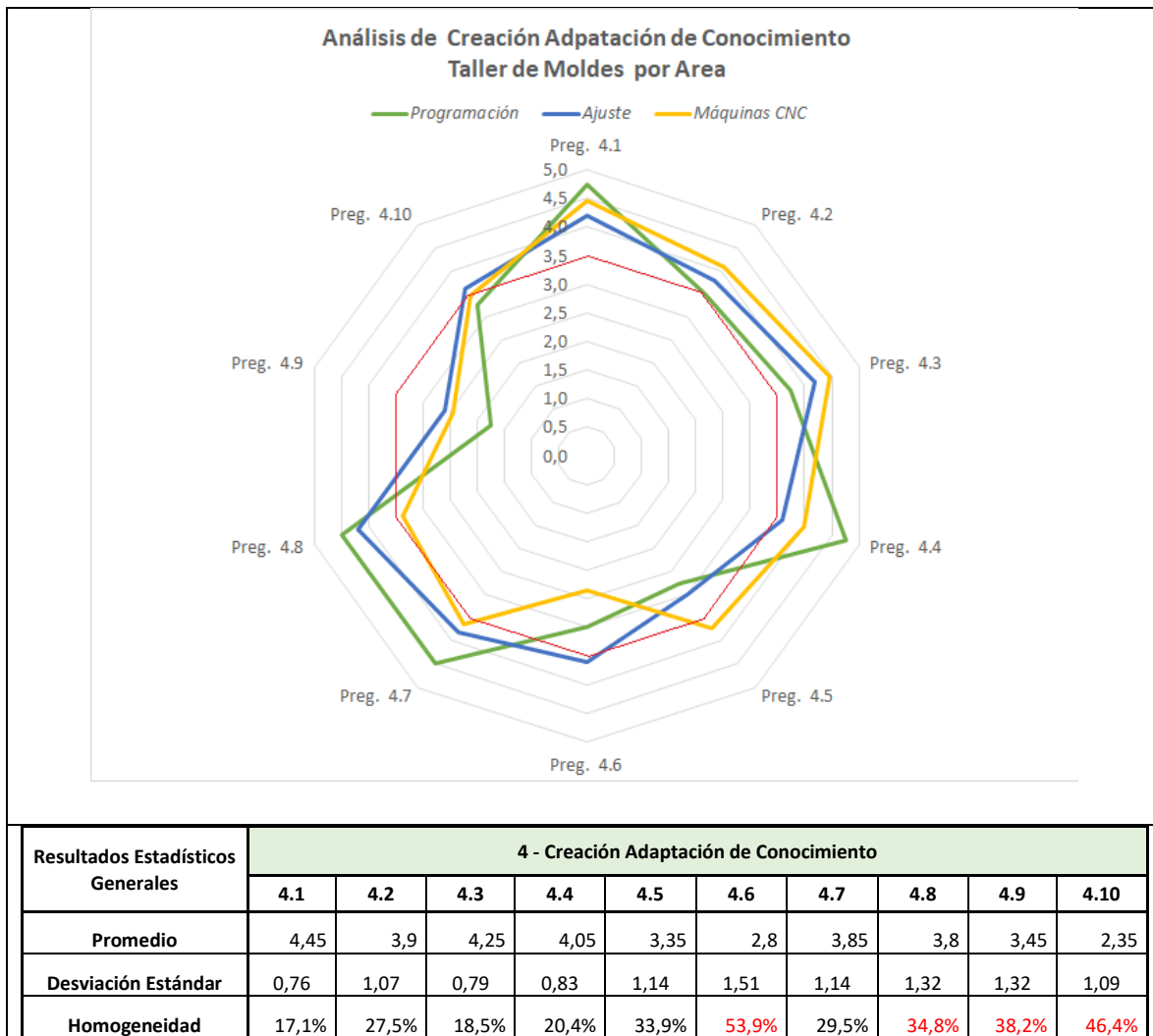


Figura 17. Calificación de la dimensión de creación / Adaptación de conocimiento

La dimensión de utilización o aprovechamiento es una dimensión que en general muestra homogeneidad en la percepción del grupo. Seis de las siete afirmaciones presentan calificaciones por encima del 3,5. Esto significa que, el grupo siente que utiliza el

conocimiento en su trabajo, lo siente importante y valoran la formación que reciben. La calificación baja corresponde al estímulo que los colaboradores sienten por parte del área para que ellos apliquen su conocimiento para el bien de la organización. En la figura 18 se observa el comportamiento de esta dimensión de la gestión del conocimiento.

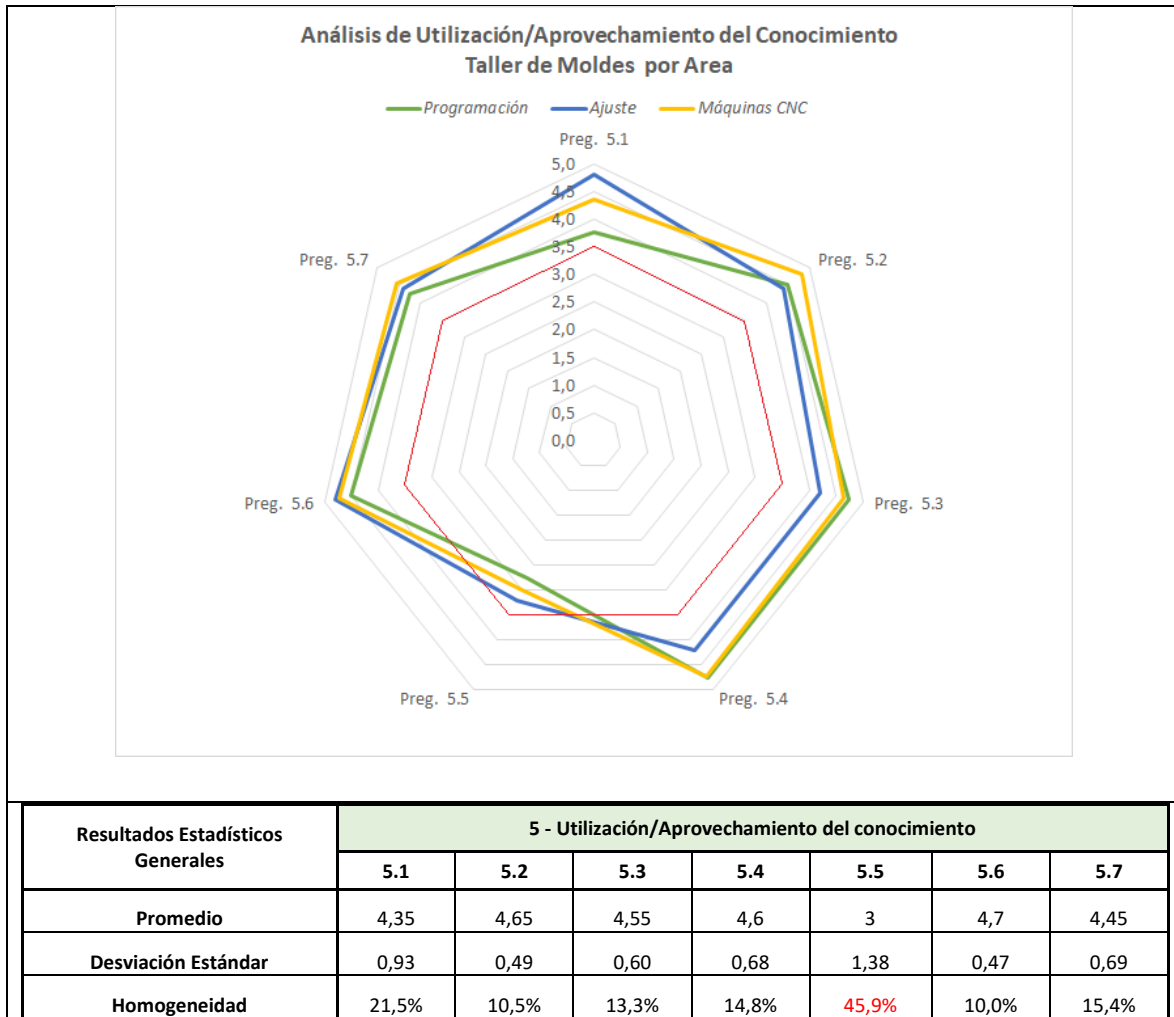
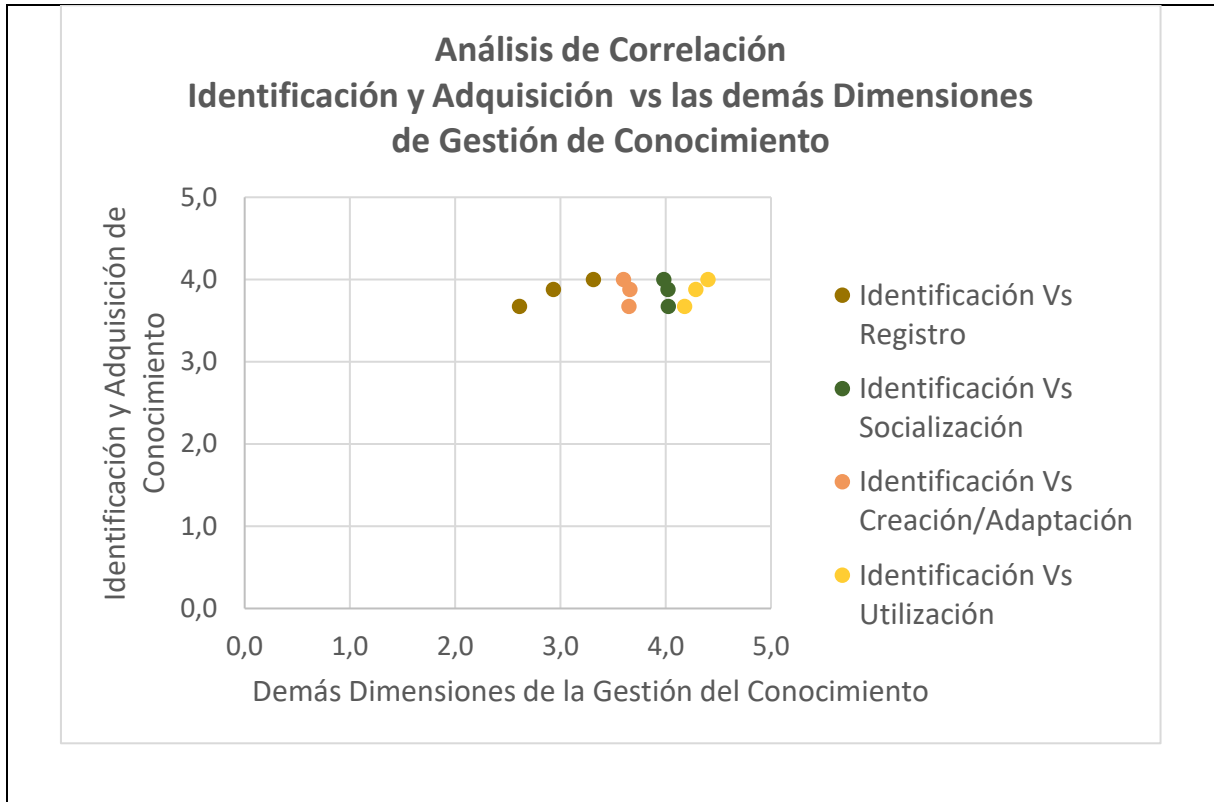


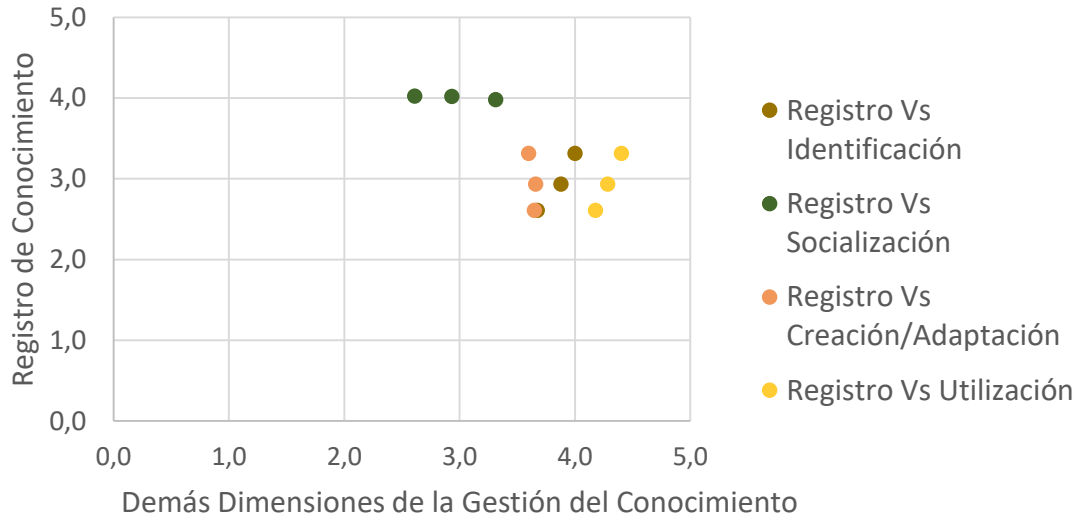
Figura 18. Calificación de la dimensión utilización adaptación del conocimiento

Buscando encontrar más información sobre los resultados de la encuesta, se plantearon las correlaciones entre todas las dimensiones de la gestión de conocimiento. El resultado de este cruce evidencia que el tema de registro esta con una dispersión alta con las demás dimensiones. Hay una correlación de la dimensión de identificación con la utilización del conocimiento.

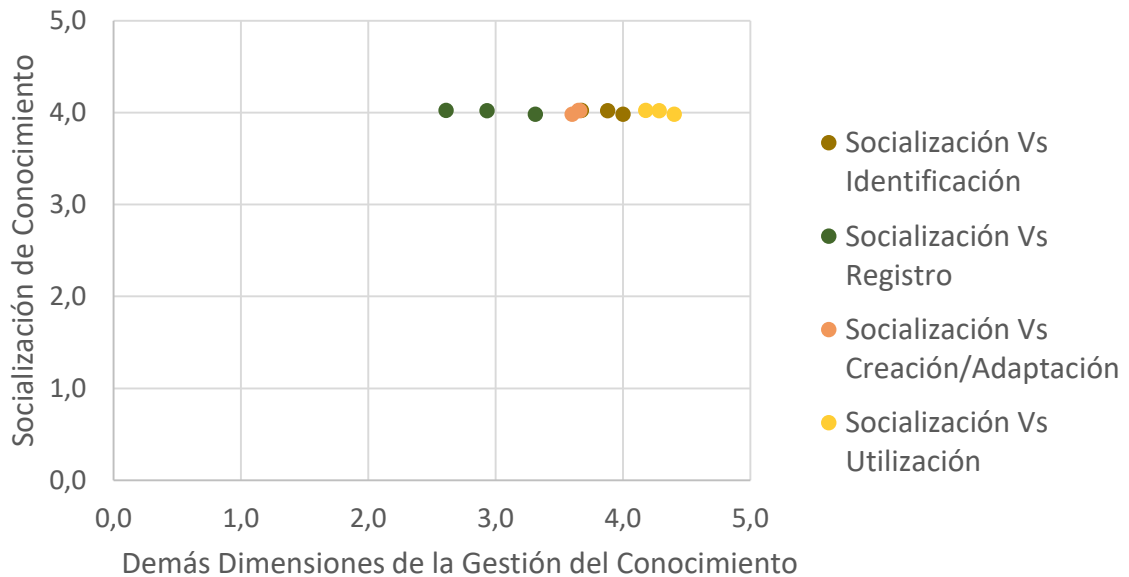
Lo mismo se observa al correlacionar la dimensión de socialización con utilización, a valores altos de socialización se tienen valores altos de Utilización.



Análisis de Correlación Registro de Conocimiento vs demás Dimensiones de Gestión de Conocimiento



Análisis de Correlación Socialización vs las demás Dimensiones de Gestión de Conocimiento



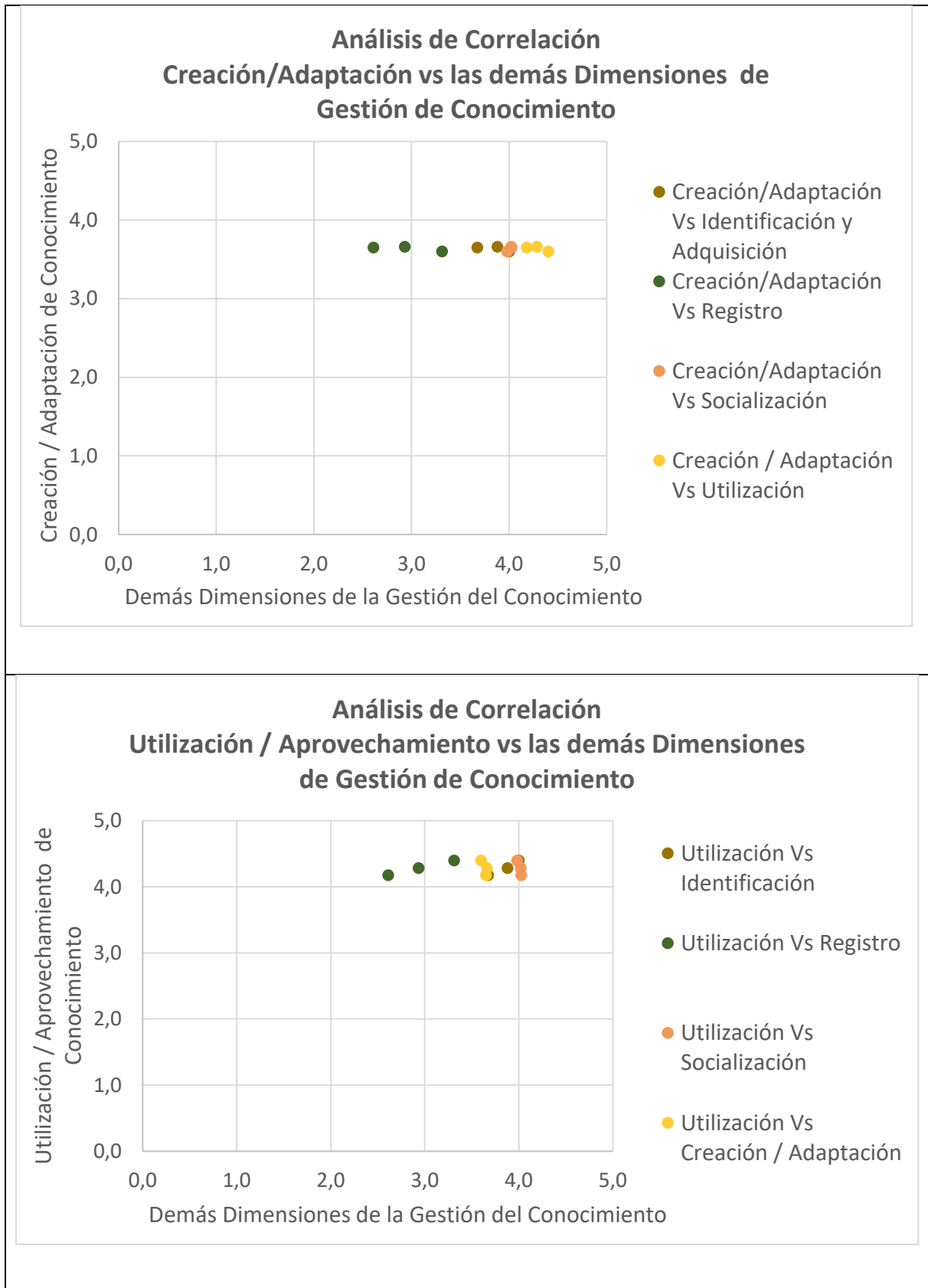


Figura 19. Correlaciones entre las dimensiones de GC

Fuente: Autor

4.2 Hallazgos de la manufactura de molde bajo el concepto *Lean*

La filosofía *Lean*, está basada en identificar y eliminación de los desperdicios de un proceso, así mismo, enfatiza si las tareas ejecutadas le agregan valor o no al producto final. Estos dos aspectos son los que se midieron en el proceso de manufactura de moldes. La primera medición se realizó sobre de una OT completa, desde la fase de programación, hasta la fase de ensamble. Las otras tres mediciones fueron más detalladas, y se efectuaron sobre tres fases del proceso particulares y relevantes del proceso: programación, mecanizado y ajuste, los resultados se presentan a continuación:

Medición 1

La primera medición consistió en tomar una OT en la cual se requería fabricar cuatro cavidades adicionales para un molde existente. Es una pieza típica en los moldes de termoformado. El tiempo en horas que duró de inicio a fin fueron 534 horas. Entre las fases del proceso se produjeron esperas que es el desperdicio más relevante en la medición, la suma fue de 275 horas, lo que equivale al 51,5%.

Tabla 3. Tiempos empleados en cada fase del proceso de fabricación general

Fases del Proceso general de Fabricación	Tiempos Utilizado	%
Factibilidad de fabricación	1:15:00	0,2%
Programación	78:15:00	14,6%
Espera entre Procesos	98:15:00	18,4%
Mecanizado	96:27:00	18,1%
Espera entre Procesos	160:43:00	30,1%
Ajuste	81:25:00	15,2%
Espera entre Procesos	16:02:00	3,0%
Protocolo de entrega	1:49:00	0,3%
Sumatoria Esperas	275:00:00	51,5%
Sumatoria total	534:11:00	

Ahora bien, en la parte interna de las fases, también se detectaron desperdicios, que en total le agregan 134 horas más, lo que equivale a 25% más de horas. De los siete desperdicios que indica la filosofía *Lean*, se encontraron 4: esperas, transporte excesivo, mala calidad y movimientos innecesarios. Estos valores se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Desperdicios hallados por fase del proceso de fabricación general

Fase	Duración	Desperdicio	Unidad (Horas)	Unidad (Horas)
Programación	78:15:00	Esperas	62:36:00	80,0%
		Transporte Excesivo	0:14:00	0,3%
Mecanizado	96:27:00	Transporte Excesivo	0:01:00	0,0%
		Mala Calidad	0:34:00	0,6%
		Movimientos Innecesarios	0:35:00	0,6%
		Esperas	25:58:00	26,9%
Ajuste	81:25:00	Esperas	44:09:00	54,2%
Prot. Entrega	1:49:00	Esperas	0:15:00	13,8%
Total de desperdicios (horas)			134:22:00	25%
Duración de la OT (horas)			534:11:00	

Para entender estos valores, es necesario ubicarlos sobre las fases del proceso y clasificar los desperdicios. Esto se muestra en la figura 20 acompañado de una escala de tiempo, para evidenciar su magnitud.

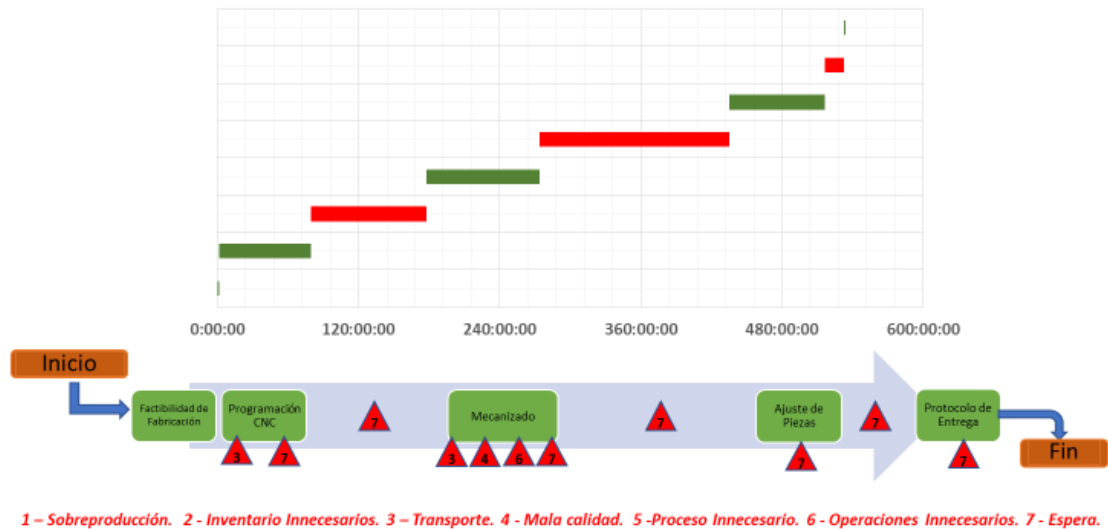


Figura 20. Ubicación de desperdicios encontrados a través del proceso completo

Con la información recolectada, fue posible determinar y cuantificar las tareas AV, NAV, y NNAV. Tomando el proceso completo se observa que, el 53,71% del tiempo empleado se gasta en tareas que no agregan valor. Valor que es consistente con la cuantificación de los desperdicios que para este proceso son muy altos, ver figura 21. Ahora se procede a relacionar estas tareas en cada fase del proceso, el objetivo es ver claramente donde se ubican las tareas NAV y NNAV, ver tabla 5.

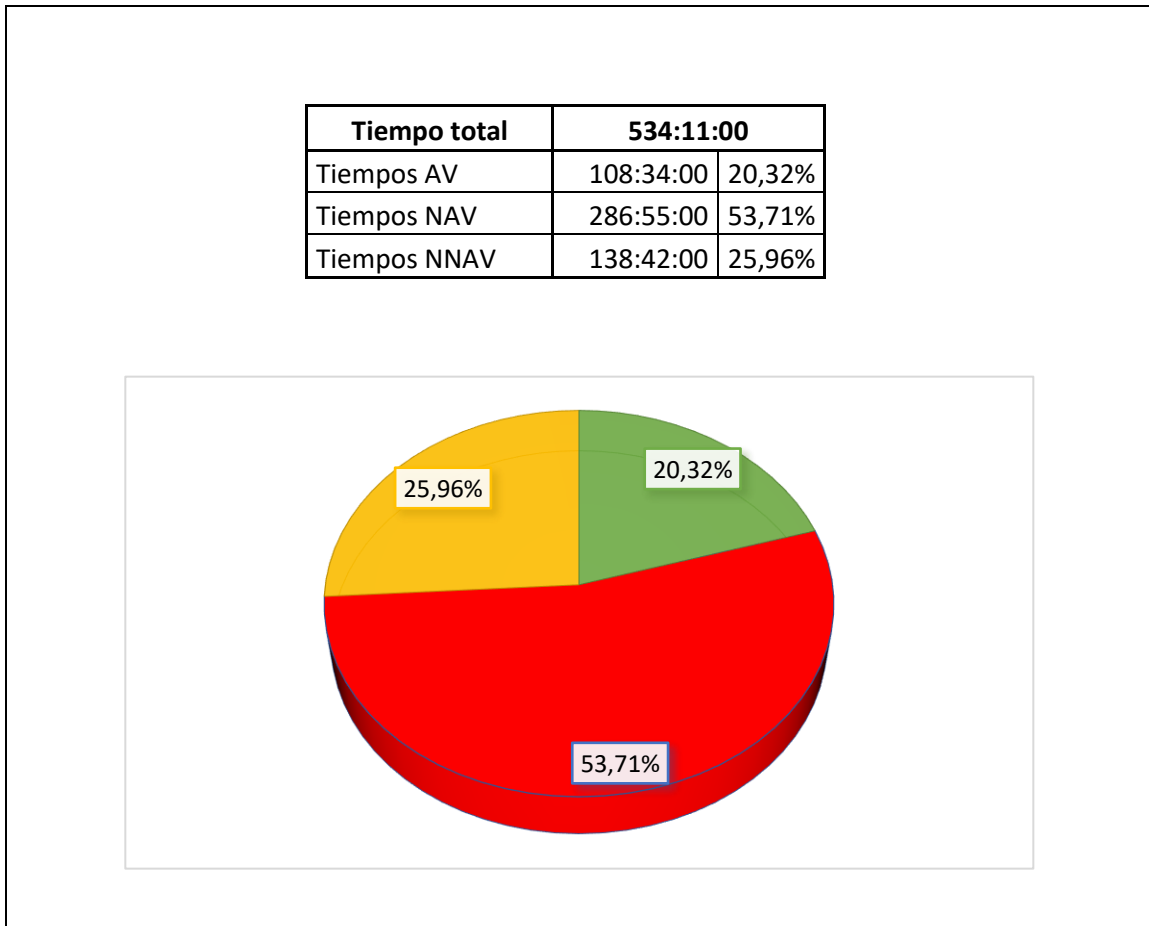


Figura 21. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en el proceso general de fabricación

Tabla 5. Clasificación de tareas AV, NAV y NNAV en cada fase de proceso de fabricación

Fase	Factibilidad	%	Programación	%	Mecanizado	%	Ajuste	%	Protocolo de Entrega	%
AV	1:15:00	100%	14:36:00	19%	61:38:00	64%	31:32:00	39%	0:48:00	44%
NAV	0:00:00	0%	0:49:00	1%	27:08:00	28%	0:00:00	0%	0:00:00	0%
NNAV	0:00:00	0%	62:50:00	80%	7:41:00	8%	49:53:00	61%	1:01:00	56%
Tiempo Total	1:15:00	100%	78:15:00	100%	96:27:00	100%	81:25:00	100%	1:49:00	100%

Clasificando las tareas NAV, NNAV y buscando la causa raíz que las originaron, a partir de la revisión de la bitácora de cada uno de los recursos, se encontró que esto se deba a la falta

de disponibilidad de recursos y a las esperas programadas, es decir, que se dan por la configuración de los turnos de trabajo de la fase de programación y ajuste, ver Figura 22.

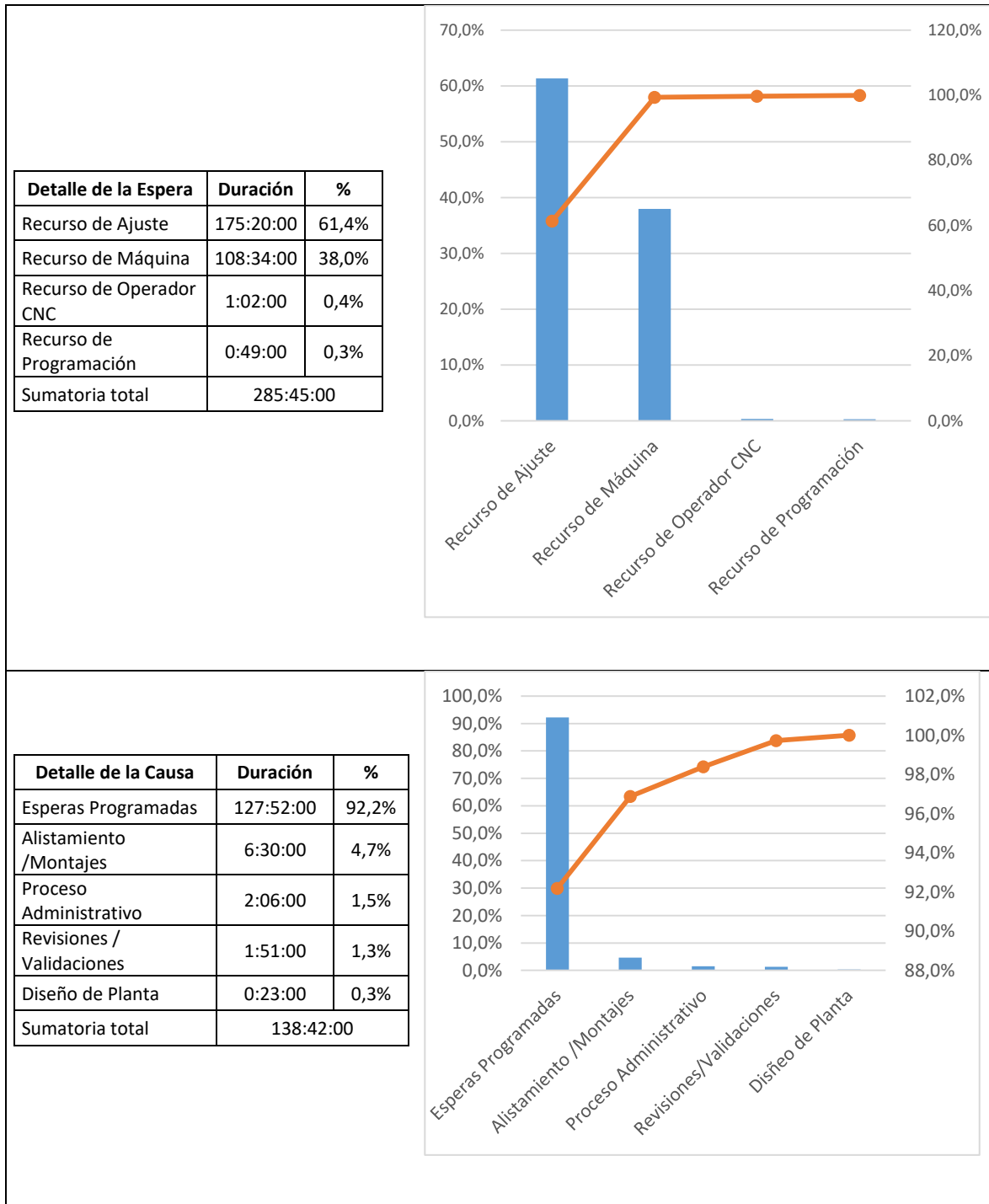


Figura 22. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Proceso de fabricación Completo

Medición 2

La segunda medición realizada, se concentra en las fases más habituales en el proceso: programación, mecanizado y ajuste. Para tal fin, se realizó el seguimiento mediante filmación de la operación para tres OTs diferentes y así detallar las tareas que se hacen en cada fase. Los resultados se presentan a continuación:

Para la fase de programación, se tomó una OT, que tenía como objeto fabricar 12 cavidades de termoformado. Para la fabricación de estas piezas se requirió programar dos caras de la pieza. La programación tardó cerca de 24 horas, de las cuales 14 horas, corresponden a espera entre actividades dentro de la fase representando el 59%. Las 10 horas restantes corresponde al tiempo empleado en las tareas específicas de cada actividad de programación, ver tabla 6.

Tabla 6 Tiempos empleados en actividades en la fase de Programación

Actividad de Fase	Tiempo Empleado	%
Revisión Información	3:47:42	15,4%
Estrategia de mecanizado Cara 1	2:25:15	9,8%
Espera entre Actividades	14:35:00	59,3%
Estrategia de mecanizado Cara 6	2:55:15	11,9%
Post-procesado	0:23:46	1,6%
Generación Rutas de Proceso	0:28:39	1,9%
Sumatoria de Esperas	14:35:00	59%
Sumatoria Total	24:35:37	

En algunas actividades de la fase de programación, se detectaron dos tipos de desperdicios, correspondientes a movimientos innecesarios y esperas. Los valores de estos desperdicios fueron de 2 horas y 46 minutos, lo que representan el 11% de la duración total, ver tabla 7.

Tabla 7. Desperdicios hallados por actividad en la fase de programación

Actividad de Fase	Duración	Desperdicio	Unidad (Horas)	%
Revisión Información	3:47:42	Movimientos innecesarios	0:05:44	2,5%
		Esperas	2:18:00	60,6%
Estrategia de mecanizado Cara 1	17:00:15	Esperas	0:02:31	0,2%
Estrategia de mecanizado Cara 6	2:55:15	Movimientos innecesarios	0:10:00	5,7%
Post-procesado	0:23:46	Movimientos innecesarios	0:10:10	42,8%
Total de desperdicios (Horas)			2:46:25	11,3%
Duración de la Programación de la OT			24:35:37	

En la figura 23, se observa la ubicación de estos desperdicios en la fase en que aparecieron, acompañado de la escala de tiempo.

Respecto a la clasificación de las tareas NAV, y NNAV para el caso de la programación se obtuvo el 10% para NAV, que corresponden a 2.5 horas, y 74% de NNAV, que corresponde a 18 horas, 14 de las cuales son esperas programadas por finalización del turno de trabajo, ver figura 24.

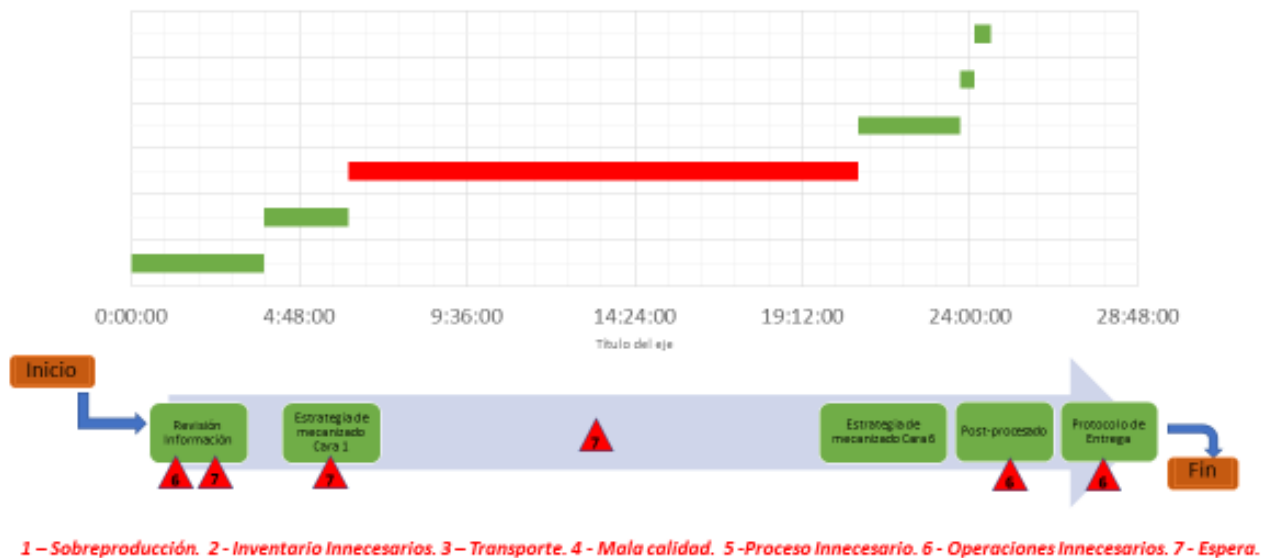


Figura 23. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de programación

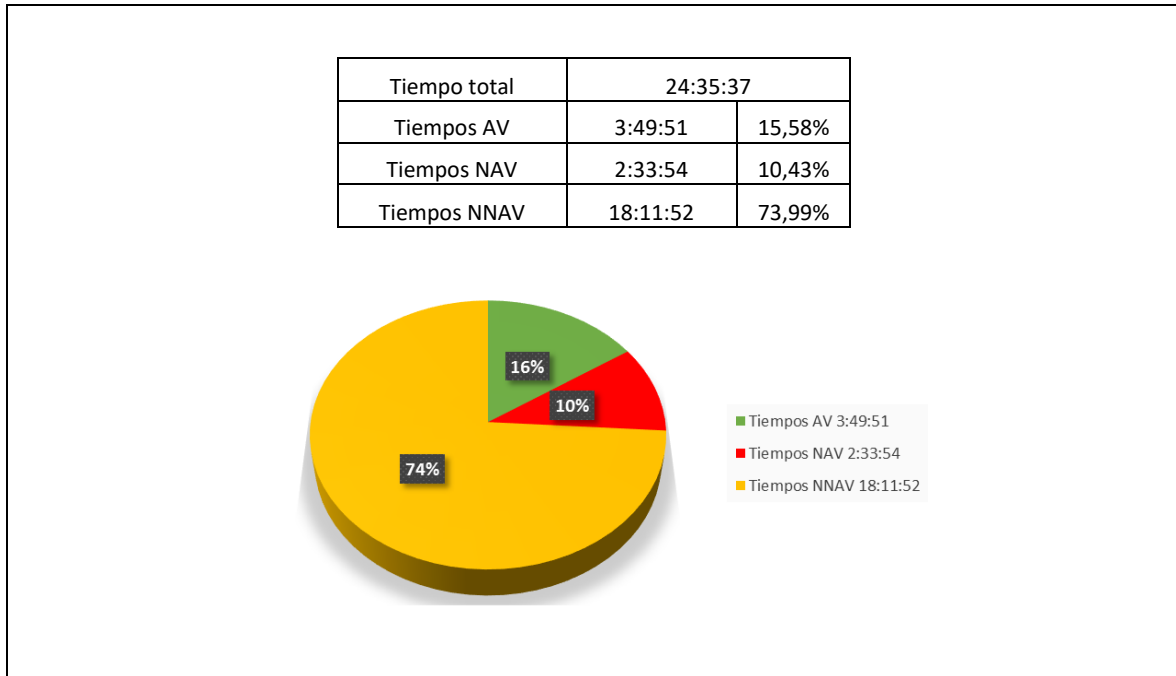


Figura 24. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de programación

Las tareas calificadas como AV, NAV, NNAV, se ubican en cada actividad de la fase de programación y se cuantifica su duración, esto se observa en tabla 8. Los tiempos altos NNAV, representan las tareas de simulación y que se afecta por la complejidad de la operación y la capacidad de procesador del computador.

Tabla 8. Clasificación de tareas AV, NAV y NNAV en cada actividad de fase de programación

Actividad de Fase	Revisión Información	%	Estrategia mecanizado Cara 1	%	Estrategia mecanizado Cara 6	%	Post-procesado	%	Generación Rutas de Proceso	%
AV	0	0,0%	2:05:02	86%	1:09:23	40%	0:10:27	44%	0:21:50	76%
NAV	2:25:44	64,0%	0:02:31	2%	0:05:39	3%	0	0%	0	0%
NNAV	1:21:58	36,0%	0:17:42	12%	1:40:13	57%	0:13:19	56%	0:06:49	24%
Tiempo Total	3:47:42	100%	2:25:15	100%	2:55:15	100%	0:23:46	100%	0:28:39	100%

La causa más relevante de las tareas NAV, es debida al recurso de programación ocupado y equivale a casi 2 horas perdidas. La segunda razón es debida a la falla en la información entregada por diseño, lo que representó 0.5 horas en lo que se refiere a las tareas NNAV, ver figura 25.

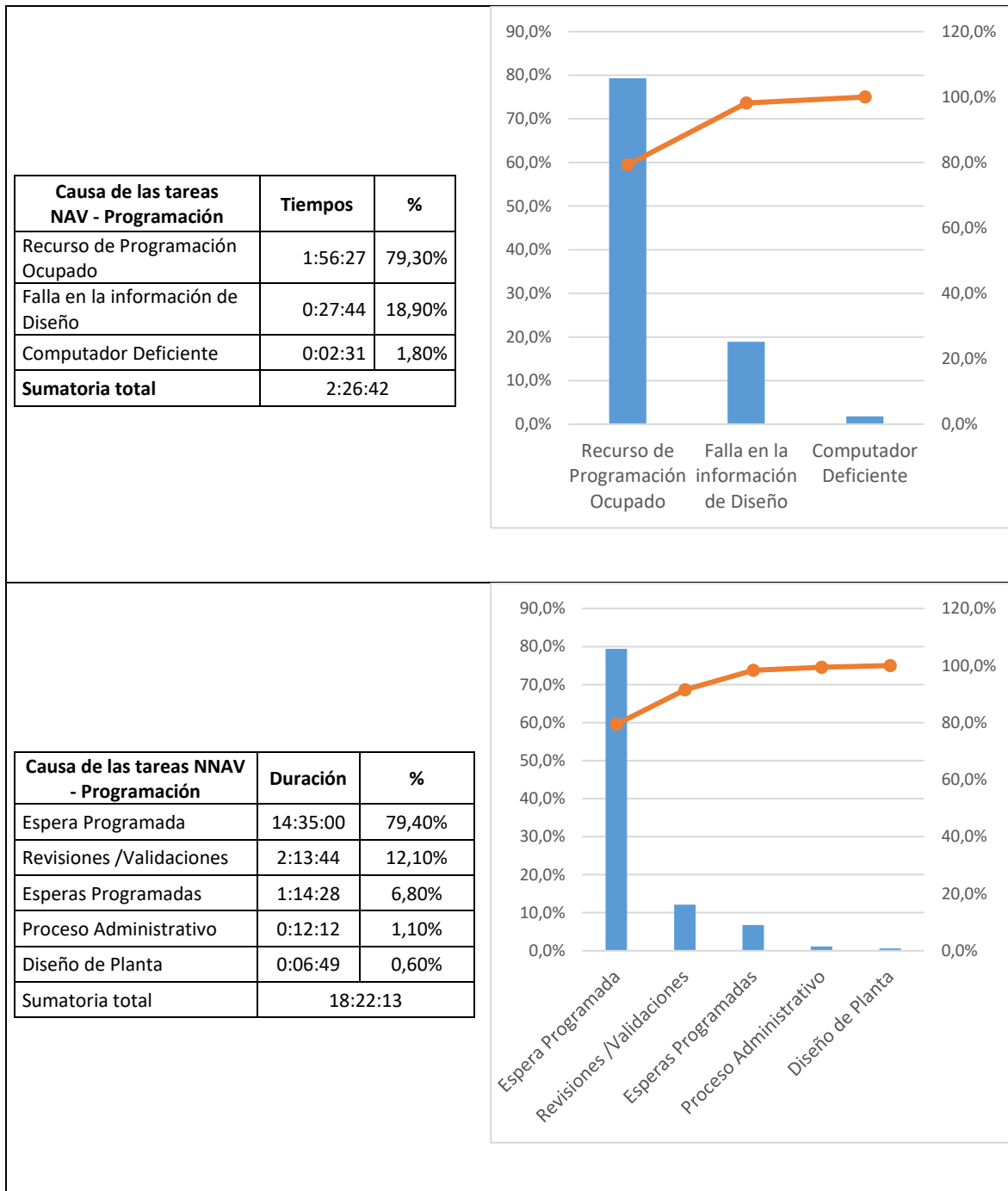


Figura 25. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Proceso de Programación

Medición 3

Para la fase de mecanizado se consideró una OT, que tenía como objeto fabricar dos placas de geometría parecida y de dimensiones diferentes. La estrategia fue aprovechar los montajes de las herramientas para las dos piezas, por tanto, la secuencia del proceso de mecanizado fue: Mecanizar cara 1, pieza 1; cara 1, pieza 2; cara 2, pieza 1; cara 2, pieza 2. Esta operación tardó 9 horas 49 minutos, no hubo tiempo de espera entre actividades. Es de recordar que en esta fase se trabaja 24 horas, los siete días de la semana, ver tabla 9.

Tabla 9. Tiempos empleados en las actividades en la fase de mecanizado

Fases del Proceso de Mecanizado	Tiempo Empleado	Tiempo Agrupado	%
Montaje de Material, pieza 1, cara 1	0:21:13	3:18:22	34,1%
Alistamiento de máquina, Pieza 1, cara 1	0:47:24		
Mecanizado, pieza 1, cara 1	2:07:38		
Verificación y Montaje, pieza 1, cara 1	0:02:07		
Montaje de Material, pieza 2, cara 1	0:07:21	1:49:14	18,8%
Alistamiento de máquina, Pieza 2, cara 1	0:12:21		
Mecanizado, pieza 2, cara 1	1:27:31		
Verificación y Montaje, pieza 2, cara 1	0:02:01		
Montaje de Material, pieza 1, cara 6	0:11:14	2:57:39	30,5%
Alistamiento de máquina, Pieza 1, cara 6	0:09:40		
Mecanizado, pieza 1, cara 6	2:34:15		
Verificación y Montaje, pieza 1, cara 6	0:02:30		
Montaje de Material, pieza 2, cara 6	0:08:40	1:36:51	16,6%
Alistamiento de máquina, Pieza 2, cara 6	0:04:46		
Mecanizado, pieza 2, cara 6	1:17:16		
Verificación y Montaje, pieza 2, cara 6	0:06:09		
Tiempo Total	9:42:06		

Sin embargo, en cada actividad del proceso de mecanizado se encontraron cuatro desperdicios: transporte excesivo, procesos Innecesarios, movimientos innecesarios y espera. La medición en horas de estos desperdicios, se muestra en la tabla 10.

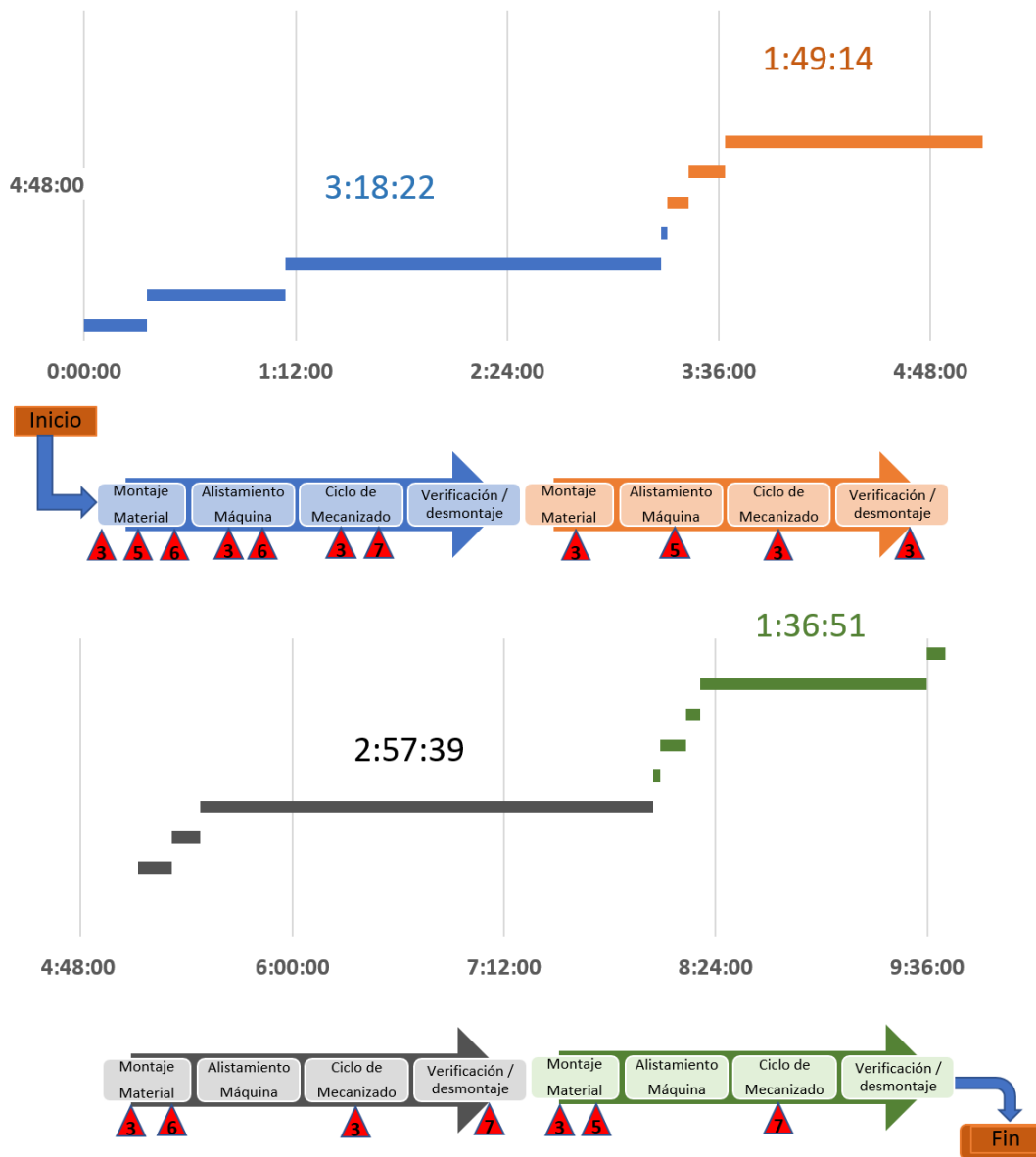
Tabla 10. Desperdicios hallados por actividad en la fase de mecanizado

Fase del Proceso	Duración	Desperdicio	Unidad (horas)	%
Alistamiento de máquina	1:14:11	Transporte excesivo	0:37:40	50,8%
		Proceso Innecesario	0:06:26	8,7%
		Movimientos Innecesarios	0:06:41	9,0%
Mecanizado	7:26:40	Transporte excesivo	0:15:28	3,5%
		Esperas	1:23:42	18,7%
Montaje de Material	0:48:28	Transporte excesivo	0:16:16	33,6%
		Movimientos Innecesarios	0:09:25	8,1%
		Espera	0:03:56	8,1%
Verificación y desmontaje	0:12:47	Transporte excesivo	0:02:01	15,8%
Total de desperdicio (Horas)			3:01:35	31,2%
Duración del mecanizado de la OT			9:42:06	

En la figura 25, se observa la ubicación de los desperdicios hallados en cada actividad de las cuatro piezas de mecanizado que se dieron. Es impórtate resaltar que la mayor parte de los desperdicios se dieron en el primer montaje o ejecución, ya que en este se hicieron tareas que sirven para los procesos siguientes.

En cuanto a la calificación de valor, la clasificación de tareas AV NAV y NNAV, en la fase completa de mecanizado se muestra en la figura 26. Los tiempos AV están en 56.9%, lo que implica que, buena parte de las tareas están aportando valor en general. Los valores de NAV en tiempo, son tan solo de 15 minutos, que representan 2.6%. Los tiempos para revisar son los NNAV, los cuales registran tiempos de casi 4 horas, lo que representa un 40 % del proceso de mecanizado.

En la tabla 11, se agrupan las actividades de cada montaje, cuatro en total, y se clasifican sobre cada una de ellas.



**1 – Sobreproducción. 2 - Inventario Inecesarios. 3 – Transporte. 4 - Mala calidad.
 5 -Proceso Inecesario. 6 - Operaciones Inecesarios. 7 - Espera.**

Figura 25. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de mecanizado

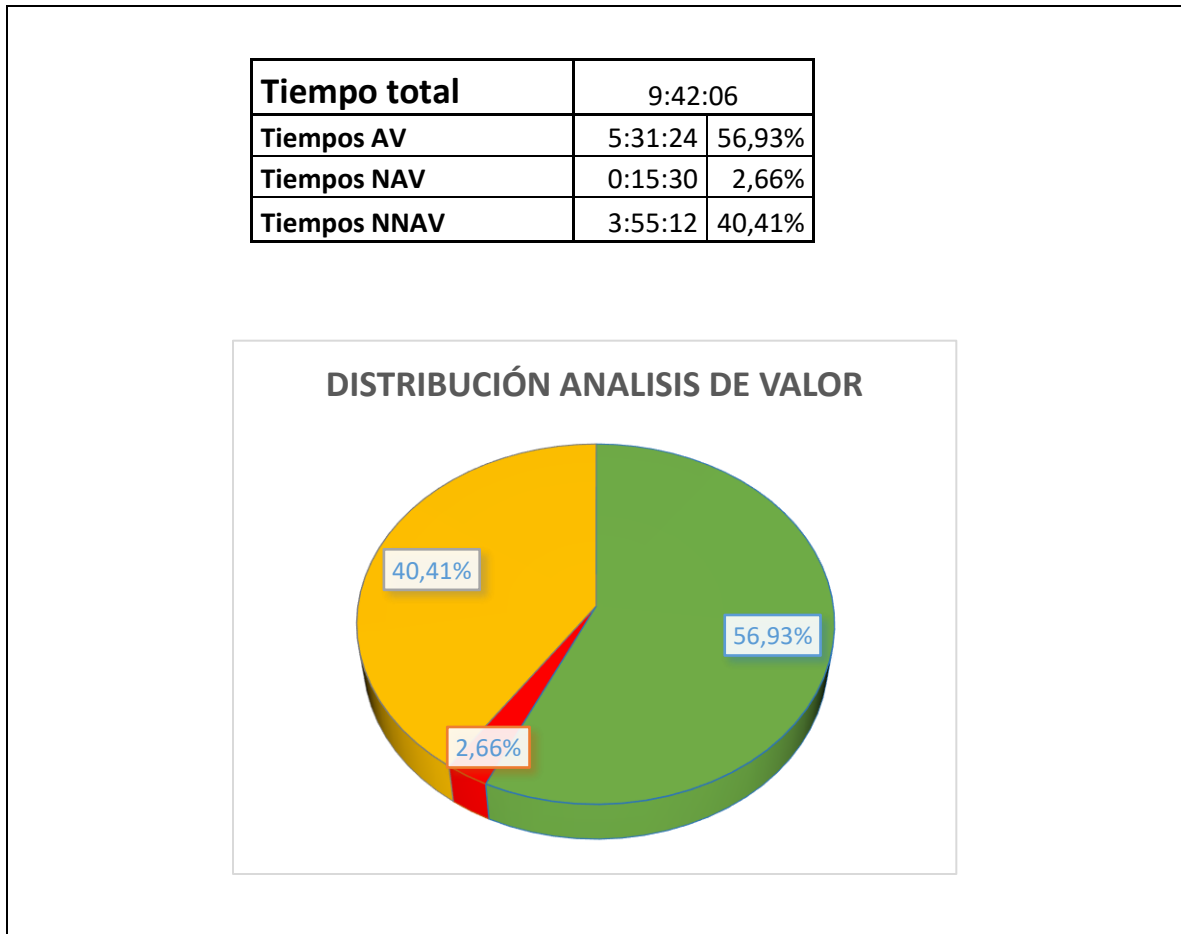


Figura 26. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de mecanizado

Tabla 11. Clasificación de tareas AV, NAV y NNAV en cada fase del proceso de mecanizado

Actividad de la fase	Alistamiento de máquina	%	Montaje de Material	%	Mecanizado	%	Verificación y desmontaje	%
AV	0:02:09	2,9%	0:06:29	13,4%	5:22:46	72,3%	0	0,0%
NAV	0:00:00	0,0%	0:15:30	32,0%	0	0,0%	0	0,0%
NNAV	1:12:02	97,1%	0:26:29	54,6%	2:03:54	27,7%	0:12:47	100,0%
Tiempo Total	1:14:11	100%	0:48:28	100%	7:26:40	100%	0:12:47	100%

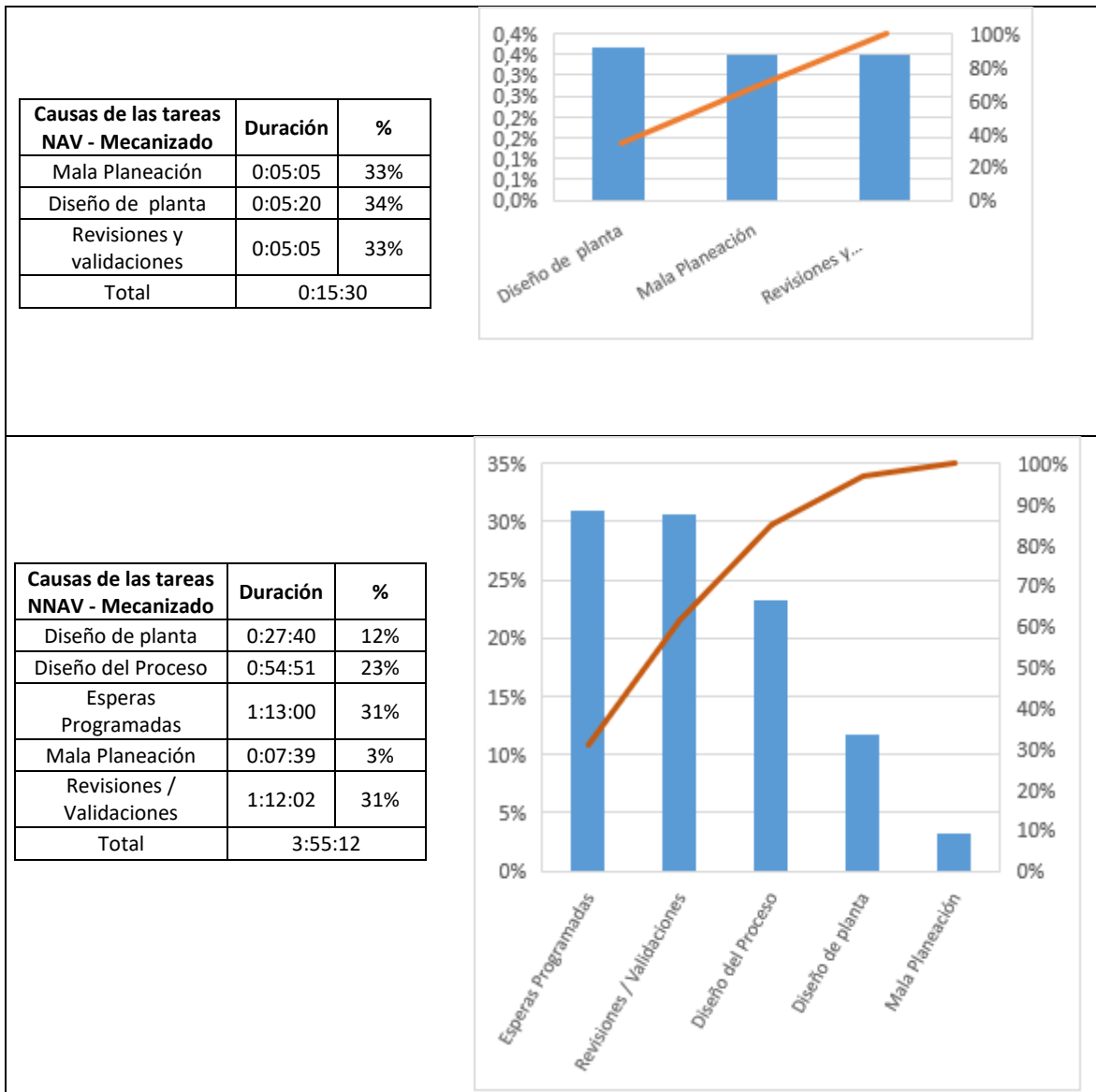


Figura 27. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Fase de mecanizado

Medición 4

Para el proceso de ajuste, se tomó una OT, que tenía como objeto dar acabado a una cavidad de termoformado. El trabajo manual que se requiere es: Micro perforar 36 agujeros, colocar 6 insertos roscados y pulir la superficie interna, con un acabado espejo. Esta tarea estuvo asignada a un colaborador del área de ajuste, quien gastó 2 horas 52 minutos, ver tabla 12.

Tabla 12. Tiempos empleados en las actividades en la fase de ajuste

Alistamiento	0:06:19	4%
Venteos	0:06:27	4%
Colocación insertos	0:09:28	5%
Pulimento lija 320	2:26:03	84%
Brillo	0:04:39	3%
TOTAL	2:52:56	

En esta fase, el desperdicio encontrado corresponde a dos tipos: movimientos innecesarios y esperas. La medición en hora de estos desperdicios, se muestra en la tabla 13. Se destaca el bajo porcentaje de desperdicios encontrados.

Tabla 13. Desperdicios hallados por actividad en la fase de ajuste

Actividad de la Fase	Duración	Desperdicio	Unidad (horas)	%
Alistamiento	0:06:19	No hallado	0:00:00	0,0%
Venteos	0:06:27	No hallado	0:00:00	0,0%
Colocación de Insertos	0:09:28	Movimientos Innecesarios	0:00:46	8,1%
Pulimento con Lijas	2:26:03	Movimientos Innecesarios	0:01:03	0,7%
		Esperas	0:17:22	11,9%
Brillo	0:04:39	Movimientos Innecesarios	0:00:21	7,5%
Total de desperdicio (Horas)			0:19:32	11,3%
Duración del mecanizado de la OT			2:52:56	

En la figura 28 se observa la ubicación de los desperdicios hallados en la fase de ajuste. Se presentaron en la colocación de insertos y en el proceso de lijado, en los dos casos ligados a movimientos innecesarios.

En cuanto a la calificación de valor de tareas AV, NAV y NNAV, en la fase de ajuste se muestran en la figura 29. Los tiempos AV, están en de 77,8%, lo que implica que buena parte de las tareas estas aportando en el proceso en general. Los valores de NAV, valorado en tiempo, son tan solo de 4 minutos, que representan 2.2%. Los tiempos a revisar son los NNAV, este si representa un tiempo de 34 minutos, lo que representa un 19,8 % de la fase de ajuste para esta OT.

En la tabla 14 se agrupan las actividades de cada tarea de ajuste y se clasifican sobre cada una de ellas el valor de las tareas ejecutadas. Se destaca, la fase de colocación de insertos y brillo en donde aparecen tareas NAV con mayor alto porcentaje. En la figura 30, se relaciona la causa raíz identificada.

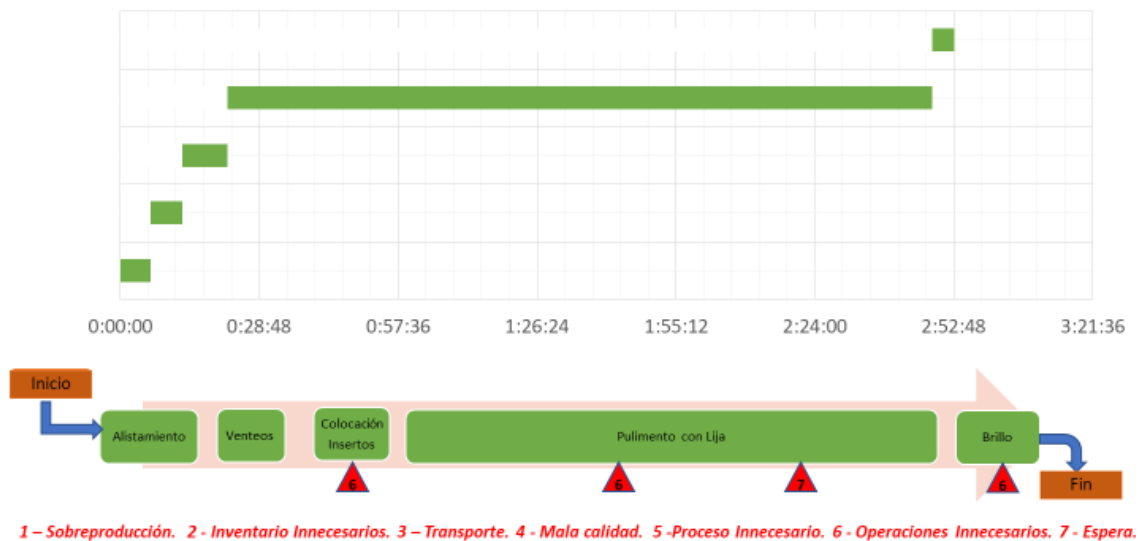


Figura 28. Ubicación de desperdicios encontrados a través de la fase de ajuste

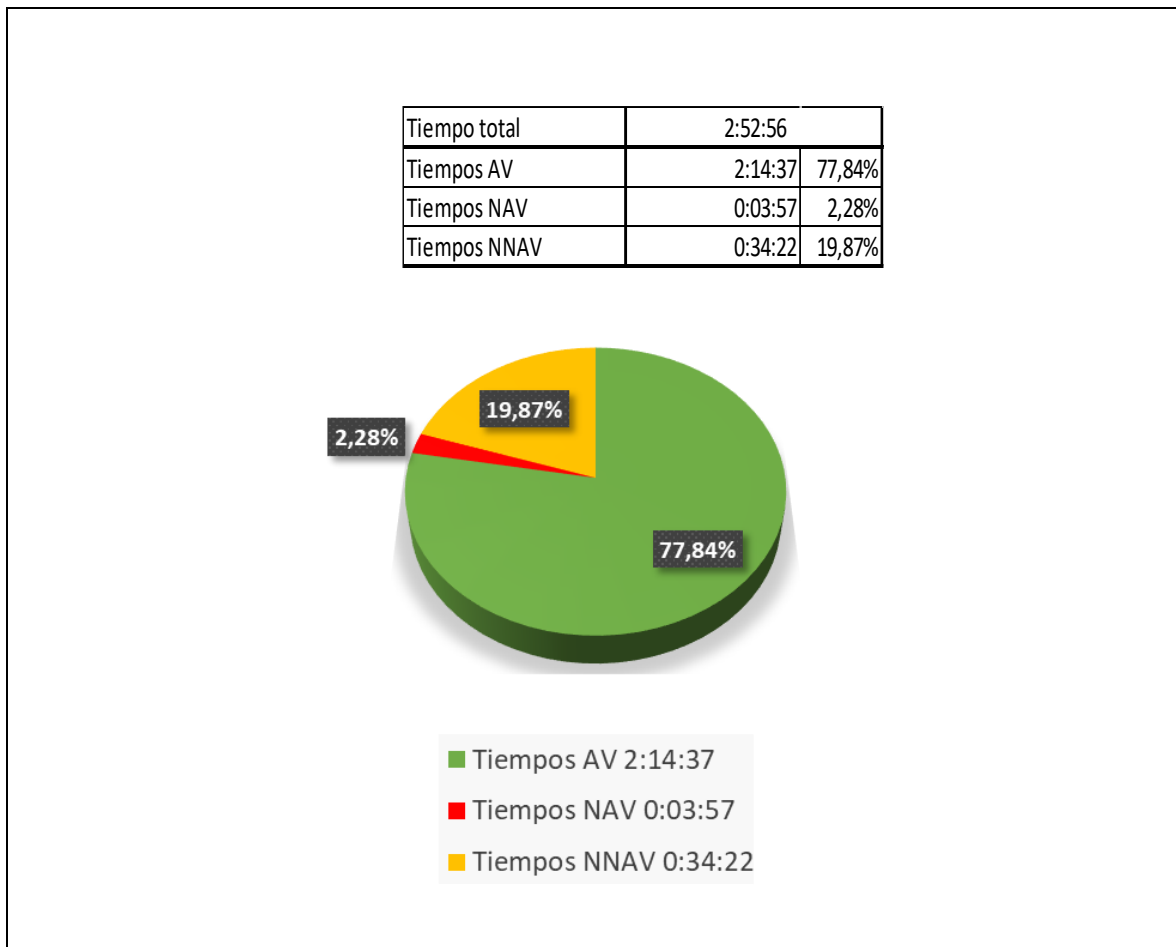


Figura 29. Distribución de tareas AV, NAV y NNAV en la fase de ajuste

Tabla 14. Clasificación de tareas AV, NAV y NNAV en cada actividad de la fase de ajuste

Actividad de la fase	Alistamiento	%	Venteos	%	Colocación insertos	%	Pulimento	%	Brillo	%
AV	0:00:00	0,0%	0:04:50	74,9%	0:06:55	73,1%	1:58:13	81,1%	0:04:39	93,0%
NAV	0:00:00	0,0%	0:00:00	0,0%	0:02:33	26,9%	0:01:03	0,7%	0:00:21	7,0%
NNAV	0:06:19	100,0%	0:01:37	25,1%	0:00:00	0,0%	0:26:26	18,1%	0:00:00	0,0%
Tiempo Total	0:06:19	100,0%	0:06:27	100,0%	0:09:28	100,0%	2:25:42	100,0%	0:05:00	100,0%

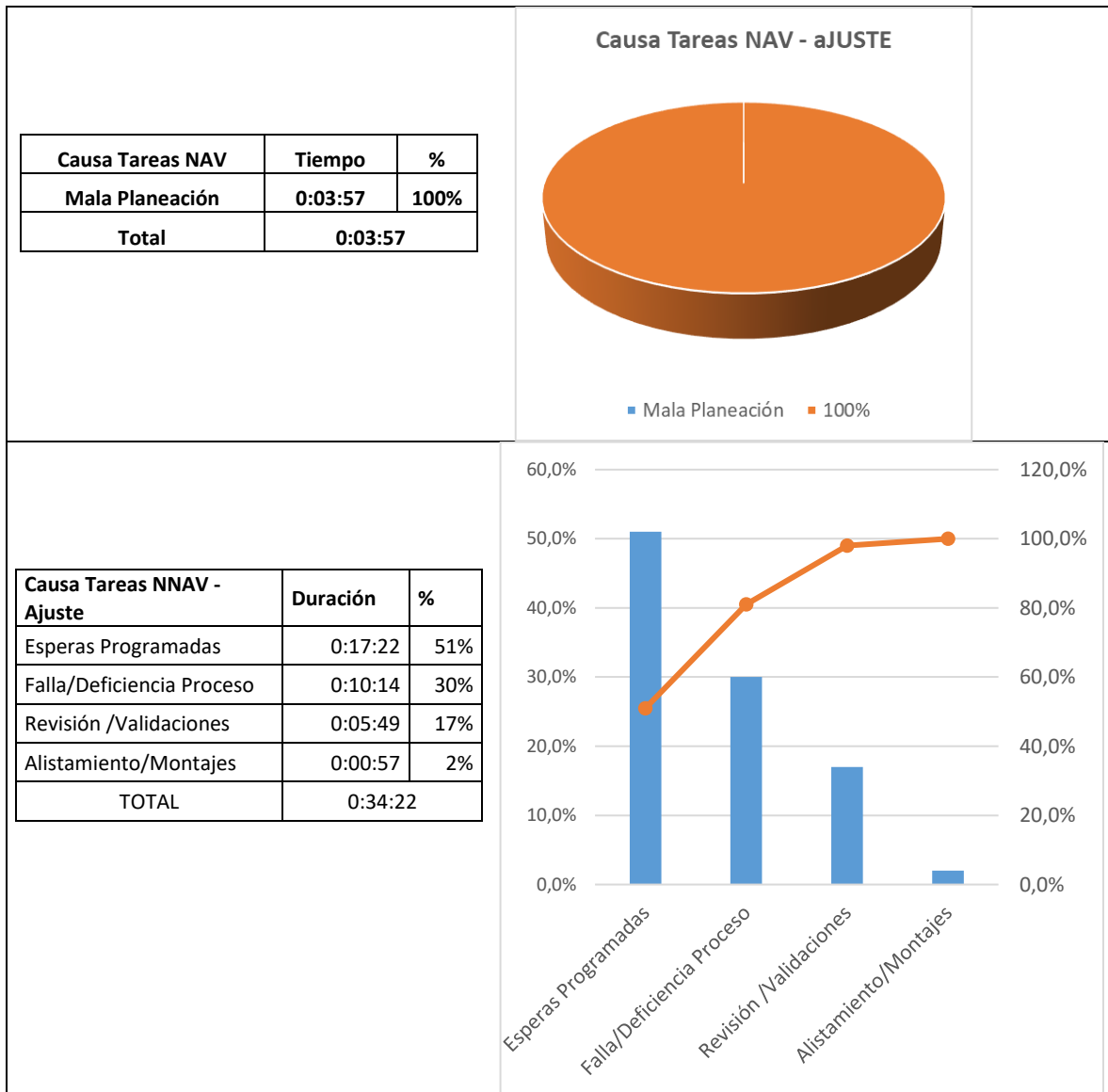


Figura 30. Análisis de origen de las tareas NAV y NNAV – Fase de Ajuste

Finalmente, luego de analizar estos hallazgos producto de las mediciones en campo, se evidencia que la mayoría de desperdicios que se están generando en el proceso de fabricación están relacionados con esperas y movimientos innecesarios y en un porcentaje menor, a desperdicios relacionados con transportes excesivos, procesos innecesarios y mala calidad o reprocesos.

Desde el análisis de valor, llaman la atención las actividades NAV que están relacionadas con la asignación de recursos, muchas de las esperas se deben a la planeación de ellos y/o a la multitarea del recurso mano de obra. Otro aspecto a resaltar para las tareas de NAV, está relacionado con el diseño de la planta o los puestos de trabajo y la mala planeación, esto se evidenció en las tareas de montajes en el proceso de mecanizado, que, aunque son distancias cortas, el operador debe desplazarse en varias ocasiones a buscar varios elementos, que deberían estar con él, o cerca de él, para evitar las pérdidas de tiempo asociadas a estos traslados. Finalmente, se encontró tareas NAV, en menor proporción, son originadas por la calidad de la información proveniente de ingeniería.

Las tareas calificadas como NNAV vienen asociadas a varias causas raíz, la más grande corresponde a esperas programadas, que tiene que ver con los turnos. Las máquinas trabajan 24 horas continuas, mientras áreas como programación y ajuste, 8 horas, esos espacios generan demoras para que la pieza pase de una fase a otra. Otra tarea que genera tareas NNAV, son las relacionadas al alistamiento y/o montajes, revisiones y verificaciones, si bien, son necesarios, no agregan valor sobre la pieza, por tanto, debe tratar de minimizarse en frecuencia y duración. En el diseño de la planta, es conveniente revisar, buscando minimizar desplazamientos, los puntos de acopio de materiales porque deben ser lo más cercano posible.

5. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con los hallazgos encontrados en el proceso objeto de estudio bajo las ópticas de gestión de conocimiento y herramientas *Lean*, en pro de la mejora continua, se evidencia que el proceso de manufactura de moldes requiere de mejoras significativas y el personal implicado en el mismo requiere de capacitación en gestión del conocimiento y herramientas *Lean*. Ahora bien, la implementación de estas herramientas se hace efectiva cuando el equipo de trabajo perciba que su conocimiento es valorado y aprovechado, y que, al compartir las experiencias con sus compañeros, se capacita y en trabajo conjunto encuentran una mejor forma de hacer las tareas.

En lo relacionado a la gestión de conocimiento el diagnóstico se realizó por medio de una encuesta a todos los colaboradores del área. A nivel general obtuvo una calificación media que indica que se requiere reforzar en cada dimensión evaluada. Lo encontrado fue:

- Dimensión de utilización / aprovechamiento del conocimiento, fue la mejor puntuada, lo que indica que, las personas se preocupan por poner a disposición del equipo sus conocimientos para mejor desempeño laboral.
 - Dimensión Socialización. Se requiere hacer refuerzo en temas de lecciones aprendidas y la implementación de una base de datos donde se puedan consultar de forma fácil y ágil la información de cada lección. Se evidencia que se monitorean más los casos de fracaso o dificultad que los casos de éxito.
 - Dimensión de registro. No existe un repositorio organizado con documentación, información relevante a la tecnología de moldes, fabricación, materiales, entre otros, que estén disponibles para aportar al trabajo.
 - Dimensión creación y adaptación. Se percibe falta de estímulo por parte de la empresa para las iniciativas en el trabajo. Los colaboradores perciben que no hay participación de ellos en la adquisición de los recursos como máquinas, herramientas y materiales.
-

- Utilización/Aprovechamiento. El grupo utiliza el conocimiento en su trabajo, lo siente importante y valoran la formación que reciben.

Como recomendaciones ante estos hallazgos encontrados en la gestión de conocimiento, se mencionan:

- El uso de mapas conceptuales para socializar información, registrarla y crear nuevo conocimiento. Para ello se sugiere planear reuniones periódicas en donde se analicen tareas significativas y se abra un espacio donde los colaboradores discutan alrededor de estos temas.
 - El tema de lecciones aprendidas, fortalece la dimensión de socialización y es importante resaltar que esta herramienta debe ejecutarse correctamente, su objetivo no es para juzgar, criticar o expresar sentimientos y/o experiencias. Existen varias metodologías para hacerlas correctamente, la recomendada por su simplicidad es la conocida como AAR, After Action Review. El objetivo es lograr establecer frases concretas ante tres preguntas: ¿Qué funcionó bien y por qué?, ¿Qué pudo haber funcionado mejor?, ¿Qué se haría diferente en una próxima ocasión? La sugerencia es hacerla para una OT en donde se experimentaron temas relevantes y significativos que le puedan aportar al grupo para trabajos futuros. Un formato sugerido se observa en la figura 31.4
-


Formato de Lecciones Aprendidas - Taller de Moldes				
ID	Fecha de realización	Código de Proyecto	Nombre del Proyecto	
Título de la Lección Aprendida		Fecha de Origen	Nombre de quien Emite LA	Cargo
	Nombre de los Participantes (entre 5 y 8 es lo ideal)	Cargo	Rol en LA	
1			Facilitador	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
Descripción de Reto y/o Problema que se presentó				
¿Qué funcionó bien y por qué?				
¿Qué pudo haber funcionado mejor?				
¿Qué se haría diferente en una próxima ocasión?				
Lección Aprendida. Frases Concretas				
1				
2				
3				

Figura 31. Propuesta de formato de lecciones aprendidas

En lo específico a las herramientas *Lean* se encontró que, de los siete tipos de desperdicios que identifica esta herramienta, cinco de estos son las que más se presentan en proceso (esperas, transporte excesivo, mala calidad, movimientos innecesarios y procesos

innecesarios). En las mediciones que se hicieron en el interior cada fase del proceso se detectó que la fase, con mayor desperdicio es la de mecanizado. En esta fase las esperas son la que tiene mayor significancia, seguida por desperdicios por transporte excesivo y movimientos innecesarios.

El diagnóstico también encontró en cada fase del proceso, tareas que agregan valor (AV), tareas que no agregan valor (NAV), y tareas que son necesarias, pero no agregan valor (NNAV), con los siguientes resultados:

- Para la fase de programación se deben a esperas programadas por finalización del turno de trabajo.
- Para la fase de mecanizado buena parte de las tareas están aportando al proceso en general. El Proceso tiene un potencial de horas máquina año que si se logra eliminar las tareas NAV y reducir las tareas NNAV, se tendría una disponibilidad de máquina adicional
- Para la fase de ajuste los hallazgos en tiempos de las tareas AV, NAV, y NNAV significa que mucha de las tareas en esta fase están agregando valor

En general muchas de las tareas NAV, tienen como causa raíz el diseño de la planta o los puestos de trabajo y la mala planeación. Las tareas calificadas como NNAV vienen asociadas a varias causas raíz, la más representativa corresponde a esperas programadas, que tiene que ver con los turnos establecidos. Otra causa que genera tareas NNAV, son las relacionadas al alistamiento y/o montajes, revisiones y verificaciones en el proceso.

Para mejorar esta situación se sugiere usar herramientas de control visual para que todo el grupo de colaboradores vean cómo el trabajo fluye en el proceso y con la colaboración de ellos pueda gestionarse la mejora del flujo del trabajo. Bajo el concepto de la herramienta *kanban* se han diseñado y probado en varias organizaciones los tableros *kanban*, cuyo objetivo es hacer visible el trabajo en curso y la cantidad de trabajo en progreso WIP, del

inglés *Work In Progress*, utilizando señales visuales. Para su funcionamiento deben fijarse unas políticas para limitar el WIP, cada vez que un trabajo se complete deja capacidad disponible, y la anterior tarea es halada

Se sugiere la implementación de un tablero *kanban* para el proceso, buscando hacer visible los trabajos, mejorando la comunicación, y empoderando a los colaboradores en tareas de gestión del flujo. Está diseñado para enviar una alerta en el lugar donde hay un bloqueo, poder atenderla y desbloquearla lo más pronto, eliminando las esperas que es uno de los desperdicios hallados con mayor relevancia. En la figura 32 se presenta la propuesta y su mecánica básica para implementación.

Otra herramienta que aporta a la reducción de los desperdicios hallados, son las 5s, con su implementación se contribuye a generar cultura de trabajo armoniosa en los equipos, disminuyendo tiempos de espera, movimientos innecesarios, transportes innecesarios y ayuda a mejorar la calidad del proceso. Es una herramienta que requiere de un cambio cultural e involucra todos los niveles de la organización. Como recomendación para implementar esta herramienta se requiere cumplir una serie de pasos donde se asegure el compromiso de la dirección, informar a los colaboradores, dejar registro de las acciones emprendidas, tener plan de seguimiento y quizás lo más importante visualizar las mejoras, ver figura 33. Como se trata de generar cultura, el grupo de trabajo debe ver el cambio y entusiasmarse con la implementación. Se sugiere dividir en trabajo en dos etapas: la primera incluye las tres primeras fases: clasificación, organizar y limpieza; la segunda etapa, tiene que ver con la estandarización y la disciplina. Esta última es la que más ha costado según experiencias en varias organizaciones, por eso se sugiere desarrollar tareas de auditoría, ayudas visuales, boletines informativos de los avances y los hallazgos en las inspecciones, programar con una frecuencia corta revisión de las áreas, entre otras.

Tablero de Control - Taller de Moldes Ajoer												
Entrada de Trabajos	Programación CAM		Mecanizado CNC				Trabajo Externo	Ajuste	Partes Listas	Ensamble	Prueba	Entregado
	P1	P2	M1	M2	M3	M4						
	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Infinito	Max 3	Infinito	Max 1	Infinito	
Urgencias												
Prioridad 1												
Prioridad 2												
Trabajos en Cola	Conversiones		Conversiones				Conversiones		Conversiones		Conversiones	
Sin Prioridad 1	Verde ● Material y hmtas		Verde ● Pieza Unica		Verde ● Entrega Final		Verde ● Insumos OK		Verde ● Mas de 90%		Verde ● Accesorios OK	
Sin Prioridad 2	Blanco ○ Pend Material		Blanco ○ En proceso Varias Caras		Amarillo ● Entrega Parcial		Amarillo ● Pend Accesorios		Blanco ○ Entre 60 y 90%		Amarillo ● Pend Accesorios	
Sin Prioridad 3	Amarillo ● Pend Herramientas		Amarillo ● En proceso Varias Piezas		Rojo ● Bloqueado		Rojo ● Bloqueado		Amarillo ● Entre 30 y 60%		Rojo ● Bloqueado	
Sin Prioridad 4	Rojo ● Bloqueado		Rojo ● Bloqueado						Rojo ● Menos de 30%			
Sin Prioridad n												

Indica el maximo de tareas que pueden aceptar esos recursos.

Permite visualizar el estado de trabajo de la máquinas CNC. Ejemplo: M1, vacia, debería halar dos trabajos terminados de programación. M2, vacia debería halar un trabajo de programación, M3, en proceso.

Tablero de Control - Taller de Moldes Ajoer								
Entrada de Trabajos	Programación CAM		Mecanizado CNC				Trabajo Externo	
	P1	P2	M1	M2	M3	M4		
	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Max 2	Infinito	
Urgencias					●			
Prioridad 1				●				
Prioridad 2					●	●		
Trabajos en Cola	Conversiones		Conversiones				Conversiones	
Sin Prioridad 1	Verde ● Material y hmtas		Verde ● Pieza Unica		Verde ● Entrega Final			
Sin Prioridad 2	Blanco ○ Pend Material		Blanco ○ En proceso Varias Caras		Amarillo ● Entrega Parcial			
Sin Prioridad 3	Amarillo ● Pend Herramientas		Amarillo ● En proceso Varias Piezas		Rojo ● Bloqueado			
Sin Prioridad 4	Rojo ● Bloqueado		Rojo ● Bloqueado					
Sin Prioridad n								

la carga de trabajo que esta en el sistema. Cada espacio de Programación, hala un nuevo trabajo y debe atravesar el tablero

Espacio para visualizar el avance de las piezas terminadas para proceder al ensamble

Tablero de Control - Taller de Moldes Ajoer				
Ajuste	Partes Listas	Ensamble	Prueba	Entregado
Max 3	Infinito	Max 1	Infinito	
Conversiones		Conversiones		Conversiones
Verde ● Insumos OK	Verde ● Mas de 90%	Verde ● Accesorios OK		
Amarillo ● Pend Accesorios	Blanco ○ Entre 60 y 90%	Amarillo ● Pend Accesorios		
Rojo ● Bloqueado	Amarillo ● Entre 30 y 60%	Rojo ● Bloqueado		
	Rojo ● Menos de 30%			

En este espacio, están los trabajos en prueba en planta, susceptibles de alguna modificación.

En este espacio se puede observar la cantidad de trabajo que ya esta operando en la planta

Figura 32. Propuesta de diseño de Tablero de control Visual

Puesto de Trabajo Estándar 5s + Taller de Moldes							
Puesto de Trabajo Máquina 1	Ubicación	Ítem	Descripción	Cant.	Inspeccion		
					SI	NO	
	A	1					
		2					
		3					
	B	1					
		2					
		3					
	C	1					
		2					
		3					
		4					
	D	1					
		2					
		3					
	E	1					
		2					
		3					
		4					
	F	1					
		2					
		3					
4							
G	1						
	2						
	3						
	4						
H	1						
	2						
	3						
	4						
I	1						
	2						
J	1						
				TOTAL			
Observaciones Puesto de Trabajo: <div style="border: 1px solid black; height: 80px; width: 100%;"></div>					Σ	Σ	
				Fecha de Inspeccion			
				Calificación sobre 100			
Colaborador Responsable							

Elaborador por: Luis Henry Parra. Ene 8-2019

Figura 33. Propuesta de tarjeta 5s para puestos de trabajo del taller de Moldes

Adicional, es importante enfatizar que la fase de estandarización de la herramienta 5s, es donde se requiere de conocimiento explícito, para ello es importante dejar registro del estándar definido por el grupo de colaboradores para cada uno de los puestos de trabajo y de las zonas de almacenamiento. Esto se puede lograr mediante tarjetas, como la sugerida en la figura 33, la cual sirve para informar que va en cada lugar y se pueda hacer una inspección rápida y cuantitativa del sostenimiento de la implementación de las 5s.

Las herramientas como *Andon*, *SMED* y *Poka-Yokes*, también pueden ser consideradas para implementarlas en el proceso en algunas fases específicas, pero de acuerdo a los desperdicios encontrados se consideran que las herramientas 5s y *Kanban* deben impactar más en el flujo de trabajo. En una segunda fase, debe realizarse una nueva medición al proceso, con dos fines: el primero, validar que los desperdicios encontrados fueron eliminados y segundo, poder ver nuevas oportunidades de mejora, donde seguramente las herramientas no tenidas en cuenta van a aportar de manera significativa.

Es importante resaltar que la base fundamental de las organizaciones son las personas, son ellas el actor principal de los procesos, son ellas quienes a partir de su conocimiento, habilidades y experiencia logran transformar los proyectos en papel, en activos valiosos para la compañía. Las herramientas descritas en este documento en pro de la mejora continua en la fabricación de moldes logran efecto, siempre y cuando, el grupo tenga el flujo del proceso incorporado en su ADN, para esto se requiere de tiempo, motivación y dedicación.

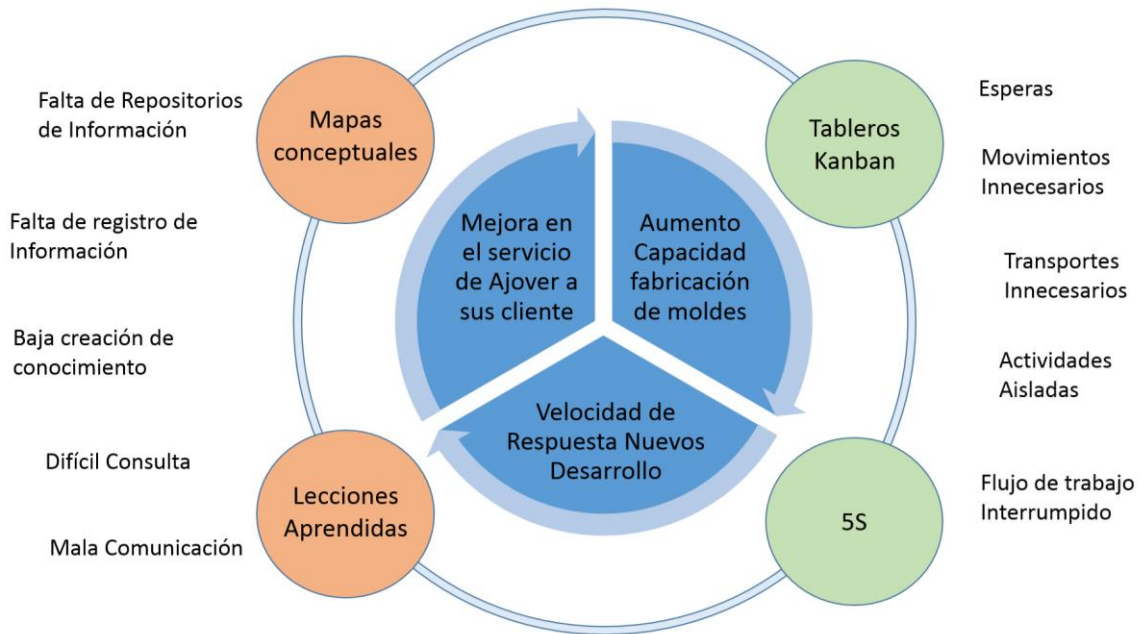


Figura 34. Impacto de la mejora en el proceso de manufactura de moldes para la empresa Ajovert

El impacto de mejora en el proceso de manufactura de moldes que se lograría con lo propuesto en este documento se presenta de manera gráfica en la figura 34, donde se observa la unión de las estrategias propuestas y que mediante su implementación se eliminan o disminuyen las debilidades encontradas. Esta mejora permite a su vez fortalecer la competitividad en el mercado de la empresa Ajovert, específicamente por el aumento en capacidad para la manufactura de nuevos moldes y mejora en la velocidad de respuesta en el desarrollo de nuevos productos.

Referencias

- Anderson David, Carmichael Andy (2016). Kanban Esencial Condensado. First edition. | [Seattle, Washington] : *Lean Kanban University Press*. Series: Essential Kanban. <https://Leankanban.com/guide/essential-kanban-condensed-spanish/>
- Bernal Torres, C. A., Turriago Hoyos, A., & Sierra Arango, H. D. (2010). Aproximación a la medición de la gestión del conocimiento. *Ad-Minister*, 16, 30–49. http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sppc/GC_Literatura/Bernal_Cesar_2010_A_Measurement_Approach_to_Knowledge_Management.pdf
- Acosta-Prado, César J., & González Valencia, J. A. (2015). Best Practices and Process Improvement. an Application for the Transfer and Management of Knowledge To the Transportation of Hydrocarbons in Ecopetrol. *Dimensión Empresarial*, 13(2), 33–54. <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v13i2.542>
- Correa Uribe, G., Rosero Jiménez, S. L., & Segura Jiménez, H. (2008). Diseño de un modelo de gestión del conocimiento para la Escuela Interamericana de Bibliotecología. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 31, 85–108. Retrieved from <http://eprints.rclis.org/12325/1/ARTICULO4.pdf>
- Farfán, D., & Garzón, M. (2006). La gestión del Conocimiento. *Documento de Investigación N° 29 Universidad Del Rosario*, (29), 3. <https://www.coursehero.com/file/26069000/La-gestión-del-conocimiento-Farfánpdf/>
- Frank, A., & Echeveste, M. (2012). Knowledge transfer between NPD project teams. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(3), 242–264. <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02656711211216126>
- Gottwald, W. D. O. N., & Mentor, F. (2013). *Exploring lessons learned : a qualitative study on knowledge sharing for information technology program management*. Sandra F . Rowe EDWARD M . GOLDBERG , DM , Committee Member GINGER LEVIN ,
-

DPA , Committee Member Barbara Butts Williams , PhD , School of B, (April).

Li, B., Zhang, J., & Zhang, X. (2013). Knowledge Management and Organizational Culture: An Exploratory Study. *Creative and Knowledge Society*, 3(1).
<https://doi.org/10.2478/v10212-011-0031-3>

Lin, C.-H., Tsai, F.-S., Tarn, D. D. C., & Hsu, S.-C. (2014). Strategic fit among knowledge attributes, knowledge management systems, and service positioning. *Knowledge Management Research & Practice*, 13(3), 272–280.
<https://doi.org/10.1057/kmrp.2013.48>

Linares Pons, N., Piñero Pérez, Y., Rodríguez Stiven, E., & Pérez Quintero, L. (2014). Diseño de un modelo de Gestión del Conocimiento para mejorar el desarrollo de equipos de proyectos informáticos. *Design of a Knowledge Management Model for Improving the Development of Computer Projects Teams*, 37(2), 14 p. Retrieved from
<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/847/1107>

Luna Elba, Rodríguez Lorena Salazar, Lina. (2009). Pautas para la realización de “After Action Reviews” o reuniones de Reflexión Después de la Acción. BID Sector de Conocimiento y Aprendizaje.

Mazdeh, M. M., & Hesamamiri, R. (2014). Knowledge management reliability and its impact on organizational performance: An empirical study. *Program: Electronic Library and Information Systems*, 48(2), 102–126. <https://doi.org/10.1108/PROG-01-2013-0001>

Paraponaris Sigal, M., C., & Paraponaris, C., Sigal, M. (2015). From knowledge to knowing, from boundaries to boundary construction. *Journal of Knowledge Management*, 19(5), 881–899. <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2015-0034>

Ringena, G., Aschehouga, S., Holtskogb, H., & Ingvaldsena, J. (2014). Integrating quality and *Lean* into a holistic production system. *Procedia CIRP*.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.139>

- Shedroff, Nathan. (1994). Information Interaction Design: A unified Theory of Design. papers.cumincad.org/data/works/att/3fce.content.pdf
- Staats, B.R. and Upton, D.M. (2011). *Lean Knowledge Work*. Harvard Business Review, 2011, October, 1-11. <https://hbr.org/2011/10/lean-knowledge-work>
- Tarn, D. D. C. (2013). Integrated decision model for knowledge offshoring and outsourcing. *Knowledge Management Research & Practice*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2013.24>
- Toledano De Diego, A., Mañes Sierra, N., & García, S. J. (2009). «Las claves del éxito de Toyota». *LEAN*, más que un conjunto de herramientas y técnicas. *Cuadernos de Gestión*, 9(2), 113–122. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=274320565006>
- Tyagi, S., et al. (2015), *Lean tools and methods to support efficient creation*, International Journal of Information Management. 35, 2 (2015) 204-214. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.12.007>
- Venkitachalam, K., & Willmott, H. (2013). Factors shaping organizational dynamics in strategic knowledge management. *Knowledge Management Research & Practice*, 13(3), 344–359. <https://doi.org/10.1057/kmrp.2013.54>
- Zhang, L., & Chen, X. (2016a). Role of *Lean* tools in supporting knowledge creation and performance in *Lean* construction. *Procedia Engineering*, 145, 1267–1274. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.163>
- Zhao, P. et al. (2016), Integrating Lean perspectives and Knowledge Management in Services: application to the service department of a CNC manufacturer application to the service department of a CNC manufacturer. IFAC-PapersOnLine 49-12. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.553>
-