

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Propuesta de mejora en los tiempos de entrega de
motores operacionales, a través del estudio de métodos,
en el taller de motores de la empresa Tur Bus**

Por

Francisco Javier Manquela Huenupán

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía
Esteban Sefair Vera

Junio, 2018

Agradecimientos

Principalmente a mi familia, madre, padre, sobrino, hermanos, y a todos los amigos que de una u otra forma intervinieron en este gran proceso.

Índice

Agradecimientos.....	2
Índice	3
Lista de Abreviaturas y Siglas	5
Lista De Tablas.....	6
Lista De Figuras	7
Resumen	8
Introducción.....	9
1. Situación Actual	11
1.1 La Empresa	11
1.2 Área De Mantenimiento	12
1.3 Tecnocentro	14
1.3.1 Taller de motores.....	15
2. Planteamiento Del Problema	16
3. Objetivos	18
3.1 Objetivo General.....	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4. Metodología	19
4.1 Reingeniería o Rediseño De Procesos	19
4.2 Six Sigma.....	21
4.3 La Ingeniería De Métodos	26
5. Marco Teórico	28
5.1 Estudio De Métodos o Ingeniería De métodos	28
5.1.1 Definición.....	28
5.1.2 Propósito del estudio de métodos.....	28
5.1.3 Procedimiento para el estudio de métodos.....	30
5.2 Distribución De La Planta	36
5.2.1 Principios básicos de la distribución en planta.....	36
5.2.2 Metodología 5's.....	37

5.3 Medición Del Trabajo.....	41
6. Desarrollo del proyecto	46
6.1 Estudio de métodos procesos de desarmado y armado.....	46
6.1.1 Seleccionar el trabajo a mejorar.	46
6.1.2 Registro de los detalles observados en los trabajos.	46
6.1.3 Levantamiento De Procesos Estado Actual.....	46
6.1.4 Análisis de los detalles del trabajo.	54
6.1.5 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.....	74
6.1.6 Desarrollo distribución de planta.....	78
6.1.7 Aplicación de metodología 5's.....	85
6.2 Medición del tiempo de trabajo	96
6.2.1 Etapas para la medición del tiempo de trabajo (Plan piloto).....	96
6.3 Resultados plan piloto	110
6.3.1 Desglose de plan piloto.	111
6.3.2 Beneficios para el taller de motores.	112
7. Conclusiones.....	114
8. Bibliografía.....	117
9. Anexo	119

Lista de Abreviaturas y Siglas

MC = Mantenimiento Correctivo.

MP = Mantenimiento Preventivo.

UUNN = Unidades de Negocio.

HH = Horas Hombre.

OT = Orden de Trabajo.

TC = Torre de Control.

EPP = Elementos de Protección Personal.

TO = Tiempo Observado.

VR= Valoración de Ritmo.

TB = Tiempo Básico.

TE = Tiempo Estándar.

Lista De Tablas

Tabla 1 Acciones para desarrollar nuevos métodos	35
Tabla 2 Grado de utilidad de los elementos	40
Tabla 3 Terminología diagramas de flujo de procesos.....	48
Tabla 4 Análisis recepción de motor	57
Tabla 5 Análisis proceso desarmado	59
Tabla 6 Análisis proceso rectificado	64
Tabla 7 Subproceso de solicitud de repuestos	66
Tabla 8 Análisis proceso de armado.....	67
Tabla 9 Descripción Layout estado inicial taller de motores	79
Tabla 10 Kit de Herramientas para procesos de desarmado y armado.....	89
Tabla 11 Estandarización en el taller de motores	92
Tabla 12 La 5's y sus responsabilidades	93
Tabla 13 Tabla Británica	101
Tabla 14 Suplementos constantes.....	102
Tabla 15 Suplementos variables	103
Tabla 16 Tiempos plan piloto, proceso desarmado (En minutos).....	105
Tabla 17 Tiempos plan piloto, proceso armado (En minutos)	107
Tabla 18 Desglose de tiempos, proceso desarmado	109
Tabla 19 Desglose de tiempos, proceso armado	109

Lista De Figuras

Figura 1. Desglose de políticas de mantenimiento	12
Figura 2. Organigrama mantenimiento.....	13
Figura 3. Diagrama de flujo entrada de bus a mantenimiento.....	14
Figura 4. Diagrama árbol de problemas, taller de motores	17
Figura 5. Esquema DMAIC.....	22
Figura 6. Esquema DMADV	23
Figura 7. Estructura equipo Six Sigma.....	24
Figura 8. Resumen metodología propuesta	27
Figura 9. Componentes de un proceso.....	32
Figura 10. Diagrama selección 5's	39
Figura 11. Diagrama proceso desarmado	50
Figura 12. Diagrama subproceso recepción de motor	51
Figura 13. Diagrama subproceso solicitud de repuestos	52
Figura 14. Diagrama de procesos armado	53
Figura 15. Diagrama causa-efecto, atraso en el inicio de los procesos	56
Figura 16. Nomenclatura labores simultáneas.....	74
Figura 17. Trabajos simultáneos proceso desarmado.....	75
Figura 18. Trabajos simultáneos proceso de armado	77
Figura 19. Layout inicial de taller de motores.....	78
Figura 20. Propuesta nueva distribución de planta.....	84
Figura 21. Impacto de metodología 5's	85
Figura 22. 1's Selección	87
Figura 23. Desarrollo 3's en taller de motores	90
Figura 24. Confirmación de procesos para taller de motores.....	95
Figura 25. Zona asignada, plan piloto desarmado	98
Figura 26. Zona asignada, plan piloto armado	98
Figura 27. Gráfico resultados plan piloto	110

Resumen

En el presente proyecto de título se presenta una propuesta de mejora en los procesos realizados por el taller de motores de Tecnocentro perteneciente a la empresa Tur Bus, a través de la aplicación de nuevos métodos en la ejecución de estos y una medición del tiempo de ejecución de los mismos, se realiza una estandarización de los procesos de armado y desarmado, acorde a las necesidades del taller, logrando así, mejorar los tiempos de entrega de un motor operacional por parte del taller de motores.

En un estado inicial, el taller de motores carece de lineamientos claros en el desarrollo de los procesos de armado y desarmado, si bien, en ningún momento se discute capacidad de los técnicos, estos aplicaban su propia experiencia para el desarrollo de los procesos, estimando con su propia destreza y habilidades las formas de enfrentarlos, ya sea en el armado o desarmado de motores. Como consecuencia, al no poseer un estándar para el desarrollo de los procesos por parte del taller de motores, se carece de conocimiento en relación a la cantidad de horas hombre invertidas en cada uno de los procesos y en cada una de sus actividades, desconociendo el real impacto del tiempo invertido.

Para la solución de lo que acontece, se realizó una observación de los métodos actuales, con la meta de indagar la forma más idónea para afrontar los procesos de armado y desarmado, proponer una secuencia de los procesos que logren una mejor adecuación de las horas hombre, evitando una sobrecarga física y mental por parte de los técnicos, además de mejorar la eficiencia en los desplazamientos dentro del taller y aumentar la seguridad de todos los actores.

Es por esto que a través de la ingeniería o estudio de métodos se realizó una propuesta orientada a estandarizar los tiempos de cada proceso y la cantidad de técnicos que intervienen en estos, descartando las tareas que no generan valor y utilizando los mismos recursos con que se dispone, sin la intención de realizar un impacto mayor en lo que respecta a los costos asociados.

Introducción

La necesidad de utilizar de una manera más eficiente los recursos con que cuenta una determinada empresa, sacando el máximo rendimiento ya sea a sus insumos, materiales, maquinarias o personal, refleja la suma importancia que tienen los métodos aplicados en la realización de los distintos procesos. Para lograr ampliar el horizonte de buenos resultados en los procesos de una empresa existen distintas herramientas que entrega la ingeniería, sin embargo muchas de estas empresas carecen de un estudio acabado sobre cuál de estas herramientas pueden ser utilizadas para el beneficio propio.

En la actualidad, ciertos talleres automotrices otorgan todo el criterio a sus técnicos en la realización de sus procesos, si bien, esto puede ser consecuencia de la confianza que genera la especialidad técnica de este, no se debe caer en dar una libertad completa en la experiencia que tiene cada técnico en realizar cierta labor, deben existir estándares unificados, orientados a una simplificación de las labores y disposición del lugar de trabajo, además de economizar esfuerzos humanos, de material y de máquinas. Para esto debe existir un analista que pueda observar los procesos desde un punto de vista sistémico, mirando las necesidades y aptitudes de todos los actores.

El tema de los desperdicios o mala utilización de los distintos recursos de una empresa merece un análisis exhaustivo, muchas empresas se dan cuenta de esto solo cuando el daño es difícil de soportar, es por esto que se decidió realizar el presente proyecto de título en el taller de motores de Tur Bus, tras los picos de magros rendimientos entregados por el taller, se denotaba la falta de una intervención orientada a las mejoras de estos rendimientos.

Si bien, existen metodologías y herramientas que entrega la ingeniería en pos de una mejora en los procesos, la ingeniería o estudio de métodos se ajusta más a las necesidades de un taller, en el cual no se busca una fuerte inversión económica, sino más bien, la utilización de los mismos recursos disponibles. Es por esto que el estudio de métodos entrega una aplicación de nuevos métodos más sencillos y eficientes, logrando aumentar la productividad del taller.

A través del estudio de métodos se espera entregar una propuesta que abarque desde la eliminación de procesos innecesarios, pasando por una mejora en la ejecución de los procesos por medio de los nuevos métodos y terminando con un estándar de tiempo de todas las labores sucedidas dentro del taller de motores y que estos tiempos sean acordes para la reducción de los magros resultados. Para lograr todo esto es de suma importancia la compenetración que tendrá el analista dentro del taller, desde la familiarización con las labores propias del taller hasta quizás lo más importante, el contacto con los actores participantes en el taller, esto da a lugar tanto a técnicos como superiores.

Se espera que el lector logre aproximarse de manera específica a las distintas etapas que conlleva el presente proyecto de título, y consiga visualizar la propuesta entregada, como la solución más idónea a la problemática bajo estudio.

1. Situación Actual

1.1 La Empresa

Empresa de transporte Rurales Tur Bus fue fundada como una empresa de transporte rural y sus orígenes se remontan a 1948, cuando Jesús Diez Martínez, fundador de la empresa manejaba su propio bus y ofrecía un servicio que unía las comunas de Rancagua y San Francisco de Mostazal, actualmente la empresa solo en Chile recorre más de 200 ciudades a lo largo del país, desde Arica a Puerto Montt, además, la empresa ha logrado internacionalizar su servicio llegando a ciudades del vecino país de Argentina como Mendoza y Córdoba.

La empresa anualmente le entrega servicio a cerca de 16 millones de personas, además cuenta con más de 4000 tripulantes¹ y dependiendo del mes del año, realiza ingresos de personal extra en temporada de alta demanda, principalmente en periodo estival, es por esto que la empresa cuenta con un centro de formación y entrenamiento de conductores que funciona constantemente, realizando una capacitación continua y personalizada a los nuevos tripulantes, además de realizar simulacros de accidentes durante todo el año.

Tur Bus en la actualidad controla más de 1600 buses a través de un holding² en el cual se pueden encontrar empresas como, Tur Bus Internacional, que entrega un servicio de transporte de pasajeros hacia Mendoza y Córdoba Argentina, Tur Bus cargo, que se dedica al transporte de carga de alto tonelaje y encomiendas a nivel nacional, Viggo, empresa de transporte de personal de grandes y medianas empresas, enfocados principalmente en la zona norte del país, Tur Viajes, empresa dedicada al transporte, entretención y alojamiento de sus clientes, Tur Bus Aeropuerto empresa que entrega el servicio de transporte de pasajeros desde y hacia el aeropuerto de Santiago de Chile, además de las empresas mencionadas, Tur Bus también cuenta con otras filiales tales como Cóndor Bus, Buses Bío-Bío, Buses Jac, por mencionar algunas.

¹ Tripulantes, son los conductores designados a cada bus, además de los asistentes del viaje (Auxiliares).

² Holding, sociedad financiera que posee la mayoría de las acciones de otras compañías, obteniendo así el control de las mismas.

1.2 Área De Mantenimiento

En el área de mantenimiento de la empresa es donde se realizó el presente proyecto de título, específicamente en el taller de Tecnocentro, que se ubica en Jesús Diez Martínez #800, comuna de Estación Central, Región Metropolitana, aquí se realizan dos tipos macros de mantenimiento, uno de ellos es el mantenimiento preventivo (MP) que está destinado al cuidado y conservación de las máquinas mediante la revisión y reparación de componentes de manera periódica, conforme una pauta de ejecución y su objetivo es prevenir las pannes³ o fallas en los buses, por otro lado está el mantenimiento correctivo (MC), que es aquel en donde se compensa o se arreglan los deterioros o averías que suceden por el uso de los buses y que no están en las pautas de ejecución de los MP o sobrepasan la especialidad técnica o de horas hombre (HH) de un MP, además también se reciben los diferidos⁴.



Figura 1. Desglose de políticas de mantenimiento

Fuente: Libro estándares Lean Tur Bus (Gonzalez Navarrete, 2016)

³ Pannes, desperfectos que originan la detención de una máquina.

⁴ Diferidos, aquellas máquinas en donde se difiere el trabajo hasta su próxima detención, en algún taller con factibilidad de ser ejecutado el trabajo.

Esta misma clasificación de políticas de mantenimiento se realiza en todos los talleres que posee la empresa a lo largo del país, pero por conceptos de infraestructura, HH y repuestos, algunos de estos talleres no pueden cumplir con la alta demanda que en determinadas temporadas ocurre, es por esto que los talleres de la Región Metropolitana son los más utilizados en su mayoría por las unidades de negocio (UUNN).

Los talleres de la empresa se dividen de la siguiente manera, zona norte, zona centro, Viña del Mar y zona sur, además de un taller único en la región Metropolitana, el taller Tecnocentro.

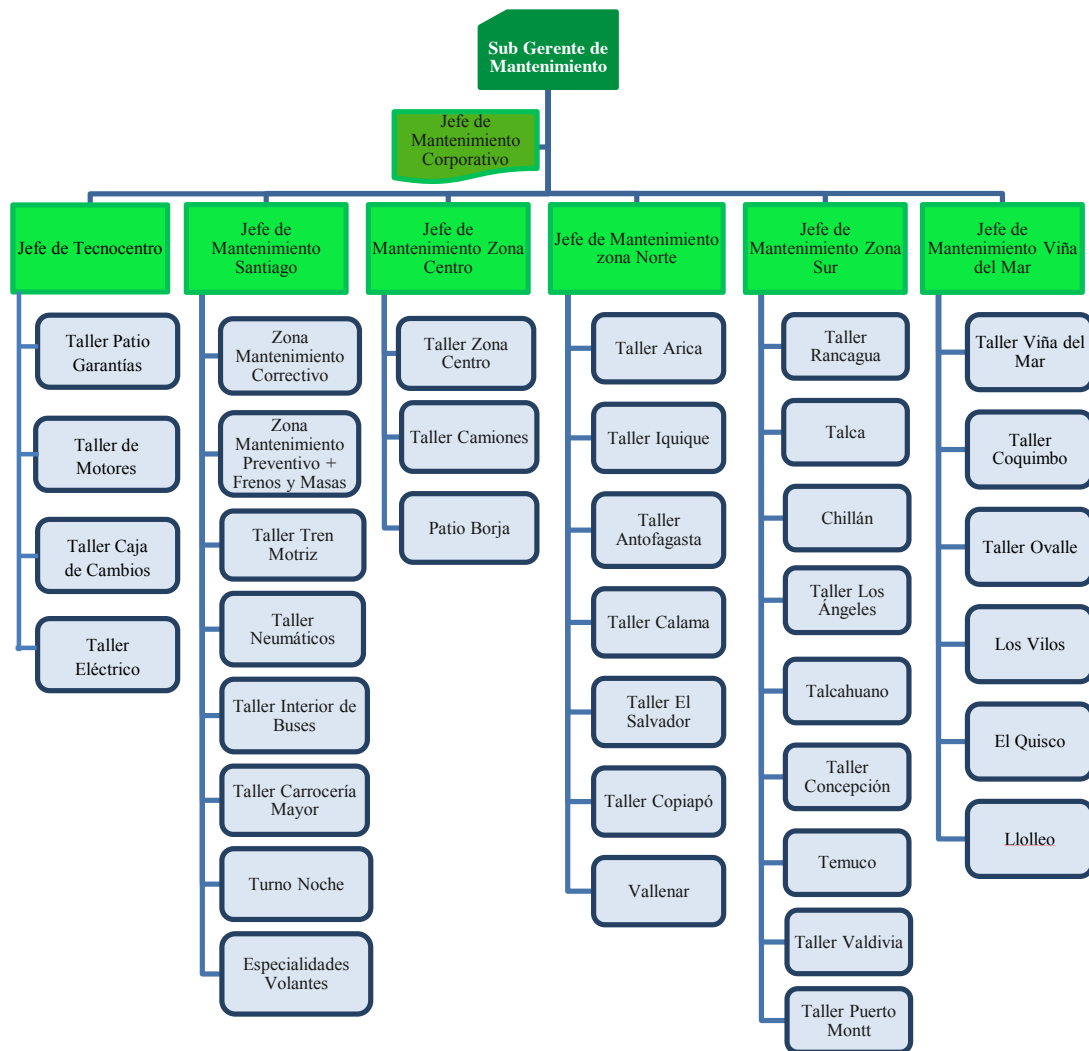


Figura 2. Organigrama mantenimiento

Fuente: Libro estándares Lean Tur Bus (Gonzalez Navarrete, 2016)

1.3 Tecnocentro

El taller de Tecnocentro es uno de los talleres con los que cuenta el área de mantenimiento de la empresa Tur Bus, este taller se ubica en San Francisco de Borja #1155, comuna de Estación Central, es el único a nivel nacional.

Tecnocentro, es el taller en donde se realizan reparaciones específicas que demandan una especialidad técnica superior al taller de MC y que implican un despliegue de HH superior a los estándares especificados para cada mantenimiento que se realice en el taller de MP.

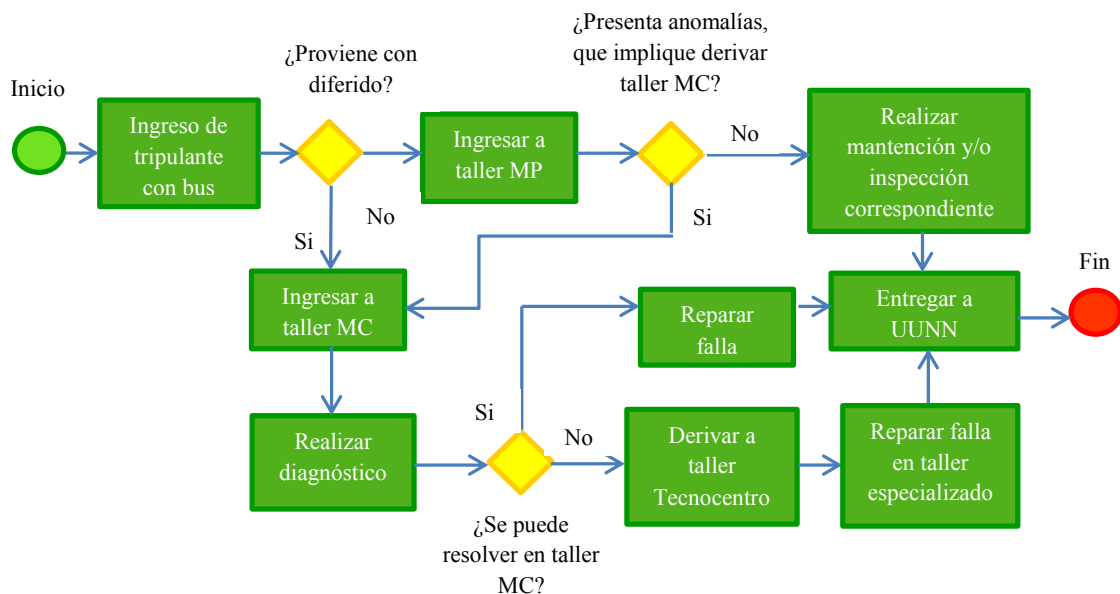


Figura 3. Diagrama de flujo entrada de bus a mantenimiento
 Fuente: Libro estándares Lean Tur Bus (Gonzalez Navarrete, 2016)

Tecnocentro cuenta con cuatro talleres, cada uno con una misión específica, el Taller patio de garantías es el lugar físico en donde se realizan los desmontaje y montaje de motores, cajas de cambio y todo lo referente al sistema de transmisión de las máquinas, el taller eléctrico es el lugar en donde se realizan las reparaciones a motores de partida y alternadores, el taller de cajas de cambios es donde se realizan las reparaciones a cajas mecánicas y automáticas, finalmente, el taller de motores, donde se ejecuta el armado y desarmado de motores.

1.3.1 Taller de motores.

El taller de motores de Tecnocentro es donde se realiza la actual propuesta de proyecto de título, en este taller es donde se ejecutan los procesos de armado y desarmado de los motores, que son derivados hasta aquí, por medio de un diagnóstico realizado por el taller patio de garantías, específicamente por parte de su equipo encargado del montaje y desmontaje de motores.

Para que un motor llegue hasta este taller debe haber sido revisado minuciosamente por técnicos especialistas, ya que el proceso de desmontaje de un motor es la última instancia a la cual Tecnocentro apunta, debido a las consecuencias que genera una máquina en detención, principalmente por el espacio físico que ocupa su carrocería, mirado desde el punto de vista operacional.

El taller cuenta con ocho técnicos y un supervisor, quien es el encargado de distribuir labores al inicio de cada jornada, dentro de estas labores se destacan las siguientes, armado y desarmado de motores, lavado de block de motor, lavado de componentes , lijado de componentes, solicitud de repuestos, entre otros.

2. Planteamiento del problema

La problemática surge en el taller de motores de Tecnocentro de la empresa Tur Bus, es aquí en donde se produce el armado y desarmado de motores, la respuesta que tiene el taller con respecto a la entrega de motores operacionales no cumple con las necesidades de la empresa, ya que dentro de los objetivos que tiene la empresa es que la entrega de un motor no supere las 55 horas, sin embargo, según la información proporcionada por la empresa, han existido registros de hasta 72,1 horas en la entrega de un motor operacional, además, los procesos de armado y desarmado no cuentan con una estandarización a la cual los técnicos puedan adherirse, esto implica que los trabajos se realicen a través de la experiencia de cada técnico, lo que conlleva distintas formas de llevar a cabo dichos procesos, a su vez, tampoco se tiene un estándar de la cantidad de técnicos que deben intervenir en cada proceso ni el tiempo para cada uno de estos, la ausencia de un estándar de tiempo para cada proceso, implica no tener conocimiento real de cuantas HH se ocupan realmente en cada uno de estos.

Otro punto a considerar es que el taller no posee zonas claramente delimitadas de acuerdo a las labores que se realizan, el proceso de armado y desarmado, lijado de block y lavado de piezas menores no cuenta con una zona determinada, lo cual trae como consecuencia un desorden, inseguridad al transitar y movimientos innecesarios de los técnicos.

Por una política de la empresa que hace referencia a temas de bodega y costos, ya no existen motores operacionales en inventario para las máquinas que quedan detenidas, es decir, el motor que presenta un problema implica un estancamiento de la postura⁵, y esto se traduce en pérdidas de utilidades y de espacio físico sobre todo si sucede en temporada de alta demanda de pasajes.

⁵ Postura, hora de entrada y de salida de la máquina según programación.

El resumen de la problemática se encuentra reflejada en el árbol de problemas que se muestra a continuación.

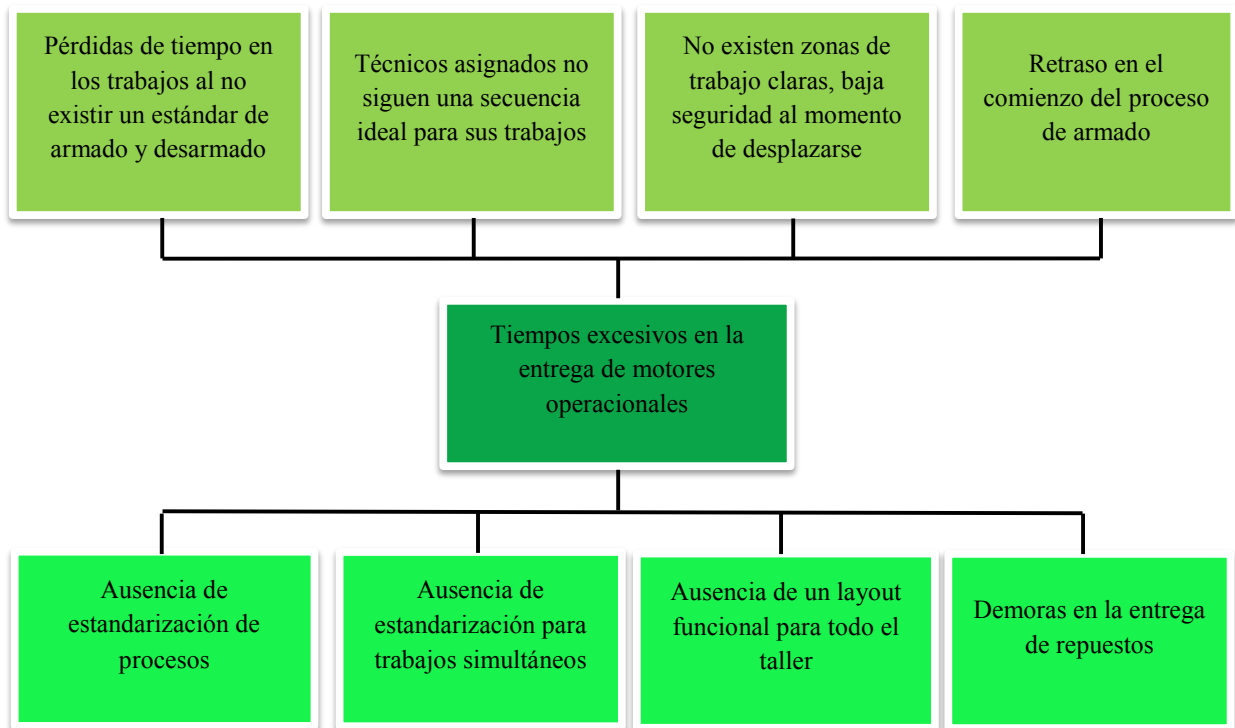


Figura 4. Diagrama árbol de problemas, taller de motores
Fuente: Elaboración propia basada en la investigación

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Estandarizar los procesos de trabajo para la reparación de motores operacionales en el taller de motores de Tecnocentro de la empresa Tur Bus.

3.2 Objetivos Específicos

1. Relevar los procesos de trabajo.
2. Relevar el layout actual del taller.
3. Definir causas de atraso de los procesos.
4. Seleccionar una metodología de mejora de procesos adecuada al tipo de taller.
5. Formular un procedimiento estándar para los procesos de armado y desarmado.
6. Definir un tiempo estándar para cada proceso.
7. Rediseñar el layout del taller en base a los procesos rediseñados.
8. Estimar los beneficios de la propuesta de mejora.

4. Metodología

En este capítulo, dados los objetivos planteados para la propuesta de proyecto de título, se realiza un análisis de los principales elementos teóricos vinculados al rediseño, estandarización y mejora de procesos. Por ello, los temas tratados dicen relación con reingeniería de procesos, six sigma e ingeniería de métodos, los que se desarrollan a continuación.

4.1 Reingeniería o Rediseño de Procesos

“Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez” (Hammer & Champy, 1994, pág. 34)

Una revisión fundamental identificara si realmente los procesos se están realizando de manera tal que su objetivo este alineado con el objetivo de la empresa, de esta manera la empresa comprenderá lo que realmente se está llevando a cabo.

Para realizar un rediseño que sea radical, la empresa debe olvidar aquellas cosas que se realizan en la actualidad, olvidar los paradigmas instaurados en toda la organización, se debe diseñar con un pensamiento libre y sin ningún tipo de limitaciones, ni siquiera las que impliquen una alta demanda de recursos, ya que de esta forma se pueden levantar cambios libremente.

La reingeniería debe realizar cambios espectaculares, no se trata de cambios pequeños o mejoras marginales, la reingeniería busca saltos mayores en términos de rendimiento.

Existen tres clases de compañías, que realizan la reingeniería. Las primeras son empresas que están en un momento crítico, sus costos superan con creces a los costos de sus competidores o a la de sus mismas estimaciones, sus productos muestran índices de fracasos hasta tres veces superiores a sus competidores, el índice de reclamos de sus clientes está en constante aumento, en resumen, se necesitan mejoras de gran magnitud, estas son la

compañías que necesitan una reingeniería. En segundo lugar están las compañías en donde la administración avizora que vendrán tiempos difíciles, a pesar de que por el momento no se encuentran en dificultades y los resultados financieros son estables, sin embargo, existen futuras amenazas como nuevos competidores, una economía cambiante, nuevos requisitos de los clientes, etc. Estas compañías caen en la necesidad de rediseñar antes de caer en una situación más compleja. Finalmente, el tercer tipo de compañías son aquellas que no necesitan necesariamente una reingeniería, se encuentran en óptimas condiciones y no ven a corto plazo una gran amenaza, este tipo de compañías buscan ampliar el horizonte de sus ventajas en frente de sus competidores, buscan a través de la reingeniería aumentar sus ventajas competitivas. Evidentemente rediseñar desde una cómoda posición se torna muy difícil para las compañías, pero una compañía que mantenga una visión de futuro, dejara de lado lo que por largo tiempo le ha traído éxito, buscando las expectativas de encontrar algo mejor (Hammer & Champy, 1994).

Tecnocentro y específicamente su taller de motores no se encuentran dentro de los perfiles que entregan los autores antes mencionados, si bien se reconoce que los números que entrega el taller con respecto a sus objetivos no son los ideales, tampoco se debe caer en una situación adversa y creer que se está realizando todo mal y que además esto implique realizar cambios radicales.

El concepto de reingeniería implicaría un cambio demasiado grande a lo que se tiene como expectativas, la idea de este proyecto de título no es presentar una propuesta que implique cambios radicales en torno a los recursos económico disponibles por el taller, ni a sus involucrados, si bien se buscan mejoras, estas no serán buscadas de esta manera, si se aplicara una reingeniería, esta debiera ser desde el punto de vista de toda la organización y no solo desde un taller, ya que el taller de motores es solo uno más dentro de una extensa compañía.

4.2 Six sigma

Sus inicios se remontan a la década de los 80 en la empresa Motorola, donde Mikel Harry propuso una mejora en los procesos a través de la evaluación y el análisis de las variaciones de estos, como objetivo principal se buscaba reducir las variables críticas que alteraban los procesos y su normal desempeño, para esto se determinó un indicador de desempeño, que sería representado por σ , la cual indica la desviación estándar del proceso.

Se puede definir a Six Sigma como *“un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes.”* (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011, pág. 2)

Six sigma se traduce en seis desviaciones estándar de la media lo cual se traduce a 3,4 defectos por millón de oportunidades, entendiendo por defecto, el fallo del producto o servicio ya que no cumple con los requerimientos del cliente, y por oportunidad algún suceso que se pueda inspeccionar o medir y que puede presentar una posibilidad de un defecto. Six Sigma aplica dos metodologías, DMAIC y DMADV.

DMAIC, es una herramienta que se enfoca en la mejora de procesos ya existentes, sus siglas en orden significan definir, medir, analizar, mejorar (Improvement) y controlar, en la figura 5 se puede apreciar de forma esquemática como opera DMAIC.

DMADV, por sus siglas, definir, medir, analizar, diseñar y verificar, esta metodología es utilizada cuando las empresas quieren diseñar o rediseñar los productos o procesos, siempre buscando alcanzar un nivel six sigma. En la figura 6 se expone a nivel general los pasos del DMADV.

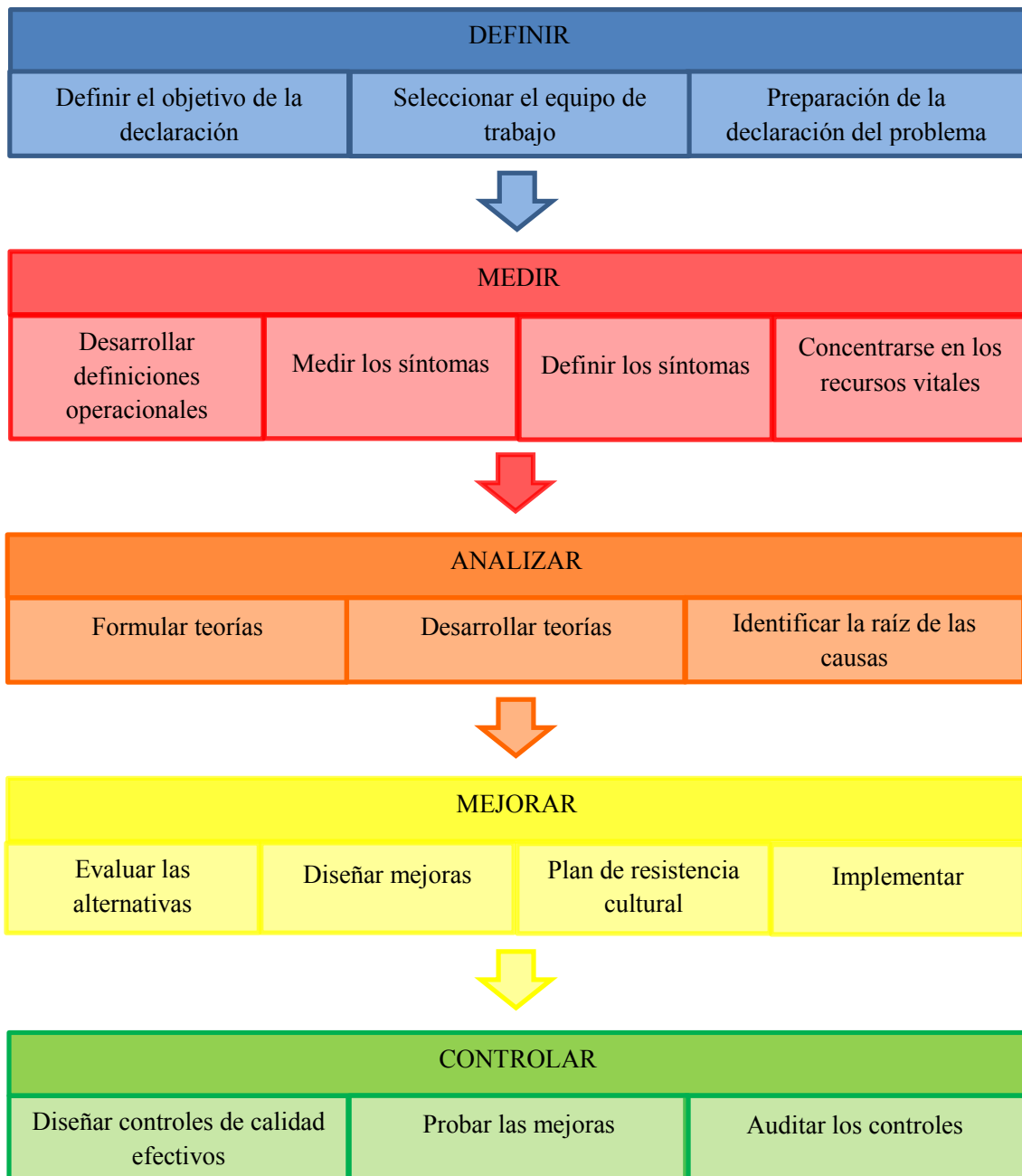


Figura 5. Esquema DMAIC

Fuente: Clases filosofías de rediseño (Ríos & Revoco, 2012)

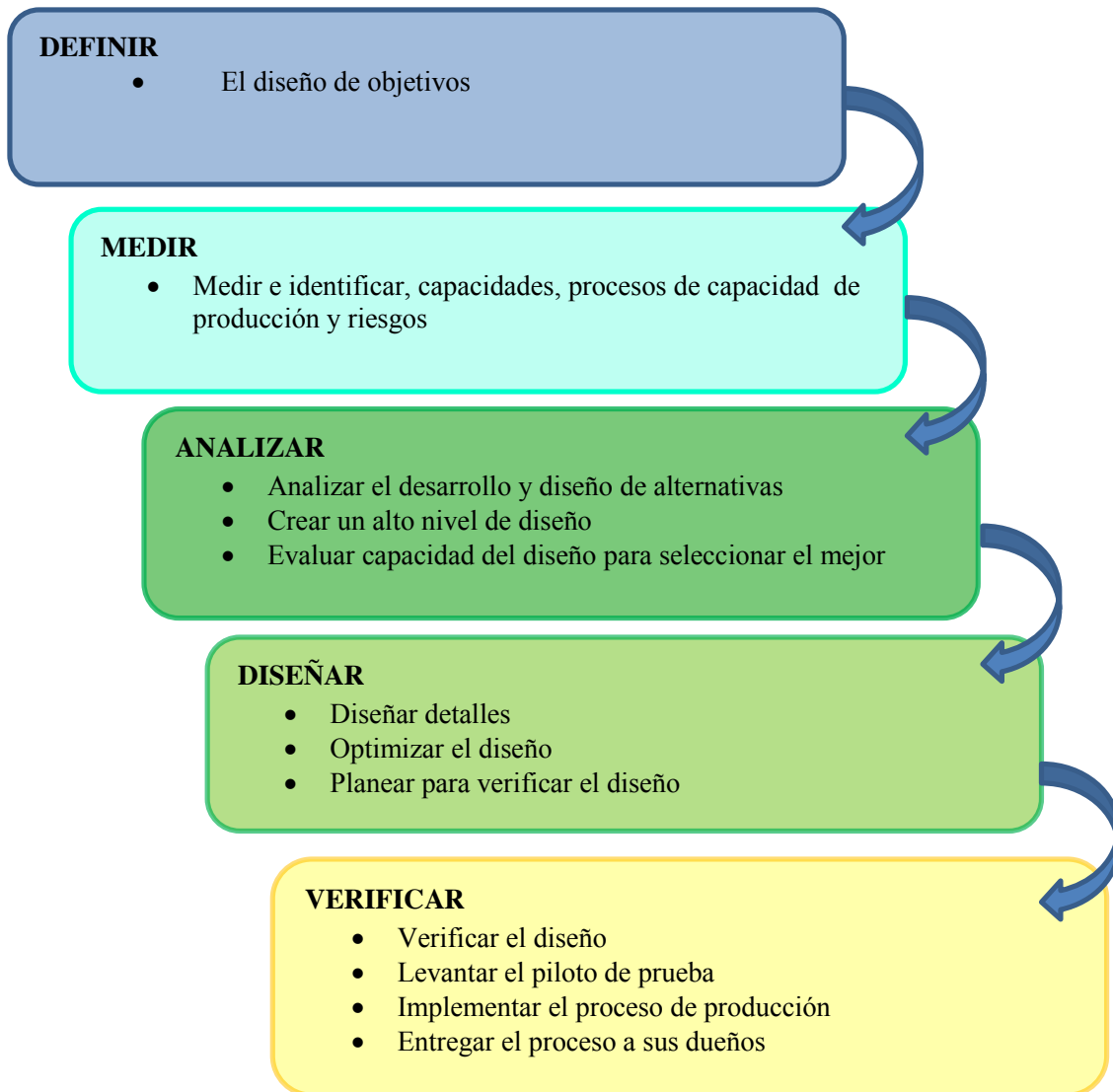


Figura 6. Esquema DMADV

Fuente: Clases filosofías de rediseño (Ríos & Revoco, 2012)

Para implementar Six Sigma es necesario designar un equipo de trabajo, en donde cada uno cumple un rol específico, Six Sigma designa a su equipo de trabajo con una nomenclatura basada en las artes marciales.

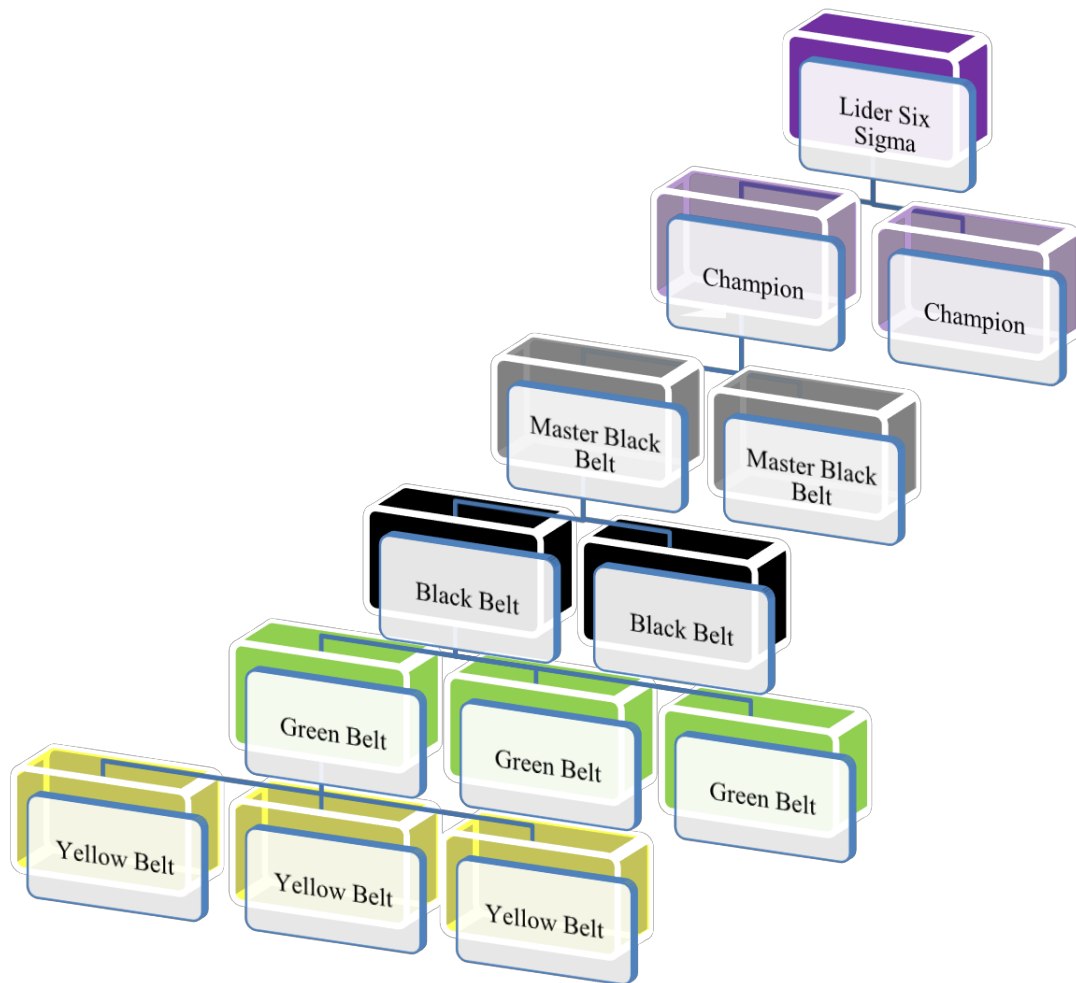


Figura 7. Estructura equipo Six Sigma

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia (Bohigues Ortiz, 2015)

La implementación Six Sigma repercute en torno a los recursos humanos y económicos, puesto que se debe mantener un equipo de trabajo con una alta formación, por lo cual la empresa que quiera comenzar con esta metodología debe estar en condiciones de realizar una inversión en capacitaciones o en personal extra, además de alinear a toda la organización en torno a esta metodología.

Six Sigma tiene un enfoque hacia la reducción de la variación, a través de mediciones y estableciendo metas para reducir los defectos en los procesos, con Six Sigma se buscan resultados enfocados en la satisfacción de clientes, participación completa de los involucrados y reducción de costos, si bien, estos objetivos no están lejanos a lo que este proyecto de título busca, también cabe decir que no es el más idóneo para las características del taller de motores, ya que el objetivo de este proyecto y de la empresa está más orientado a aumentar la productividad, y por ende, se debe buscar una metodología que este más alineado con los objetivos propuestos, otro punto a considerar es que la propuesta que se está realizando no busca plantear grandes inversiones en lo que respecta a recursos humanos y económicos.

4.3 Ingeniería de métodos

Para encontrar una metodología de trabajo que se adapte más a las necesidades del taller de motores, se deben buscar métodos orientados a la productividad, eficiencia de los procesos, mejoras continuas y que se enfoque en sacar el máximo provecho a los recursos ya existentes en la empresa.

Actualmente el taller presenta problemas en los tiempos excesivos en la entrega de motores operacionales, los técnicos estiman el tiempo y la forma de realizar cada proceso a su manera, el taller de motores no cuenta con un plan claro a seguir de los procesos de armado y desarmado, para mejorar esto, es que a través de la ingeniería de métodos se realizara un estudio acabado de la situación actual, con la ayuda del registro y examen crítico de la metodología operante en el taller de motores, se propondrá un nuevo método, más eficiente y seguro de ejecutar, eliminando labores que no correspondan, y asignando la cantidad idónea de técnicos para los procesos de armado y desarmado, una vez realizadas las mejoras en los nuevos métodos, se realizara un estudio de tiempos, con el objetivo de registrar los tiempos y ritmos de cada labor definida en los nuevos métodos propuestos, con este estudio se obtendrá el tiempo estándar de cada labor y por ende de cada proceso.

Realizar una nueva distribución del taller tiene como objetivo crear zonas de trabajo bien delimitadas, exclusivos para los procesos de armado y desarmado, además de las zonas de lavado de piezas menores y lijado de componentes, lo que lleva a la realización de un nuevo layout funcional en sinergia con los nuevos métodos, que tenga un fin orientado más a la seguridad de los técnicos, reducir los movimientos innecesario, sacar elementos ajenos al taller y a los procesos. Se propone en esta nueva distribución de planta el uso de la herramienta 5's.

A través de un diagrama Gantt, se pretende estandarizar los tiempos de cada labor de los procesos de armado y desarmado, la intención es que este diagrama Gantt quede en el taller para una fácil visualización de los técnicos que les corresponda ejecutar la labor, esto permitirá seguir el mismo estándar para ambos procesos, independientemente quien sea el técnico asignado.

Finalmente con todas las acciones que persigue el presente proyecto de título, se lograra crear una estandarización de los procesos, con el fin de garantizar que las actividades se realicen con patrones formalizados y establecidos. La consecuencia de una estandarización permite a la organización, y en este caso al taller de motores establecer claramente las entradas y salidas de cada uno de los procesos, sus especificaciones, controles, normas y procedimientos que se deben realizar. Se debe tener en claro que proceso no es lo mismo que procedimiento, este último hace referencia a la forma en que se lleva a cabo un proceso, y cuando este no se encuentra documentado, como es el caso de estudio, se deriva que un proceso no está estandarizado, problema que actualmente se suscita en el taller de motores, la ejecución de estos depende del cómo los aborden los técnicos, influenciado por su capacidad técnica, memoria, intención y hasta por un estado de ánimo, si tomamos en cuenta que el taller cuenta con 8 técnicos podemos tener hasta 8 formas distintas de abordar el desarmado y armado de motores.

Dado a que esta forma de enfrentar el problema, se adapta más a las necesidades específicas del taller de motores y de la empresa Tur Bus, es que se procederá a realizar esta metodología.

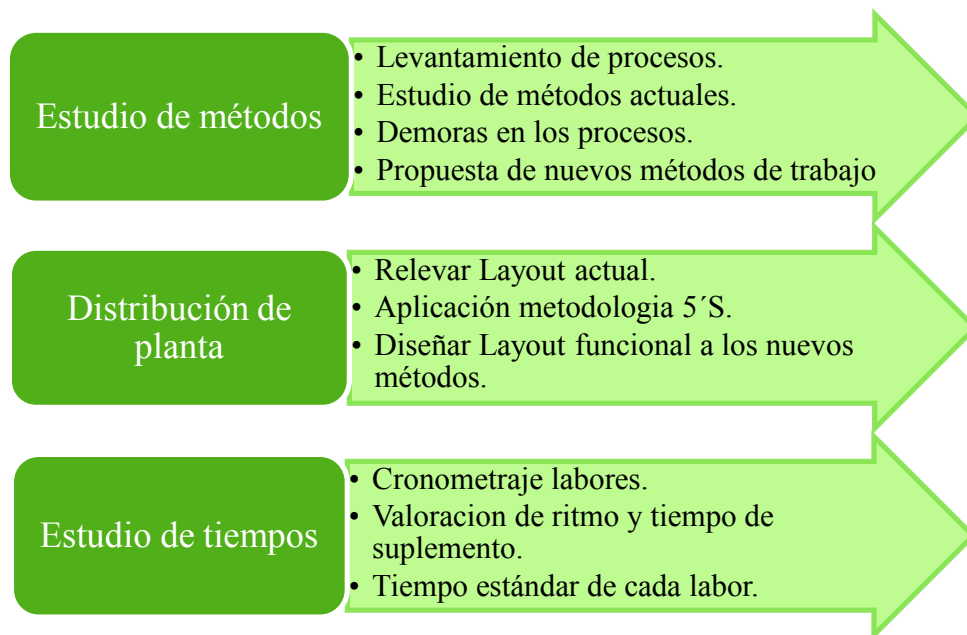


Figura 8. Resumen metodología propuesta

Fuente: Elaboración propia basada en la evidencia de la empresa

5. Marco teórico

5.1 Estudio de métodos o ingeniería de métodos

5.1.1 Definición.

Es la técnica que somete cada operación de una determinada parte del trabajo a un delicado análisis en orden a eliminar toda operación innecesaria y en orden a encontrar el método más rápido para realizar toda operación necesaria, abarca la normalización del equipo, métodos y condiciones de trabajo, entrena al operario a seguir el método normalizado, realizado todo lo precedente (y no antes), determina por medio de mediciones muy precisas, el número de horas tipo en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo (...). (Maynard, 1932)

5.1.2 Propósito del estudio de métodos.

Con la ingeniería de métodos o estudio de métodos, se pretende obtener resultados orientados a la productividad a través de la simplificación, utilizando en su gran mayoría los mismos recursos disponibles, eliminando y/o mejorando los procesos, estandarizando los tiempos de ejecución de cada una de estos, buscando conseguir que la labores de los técnicos sean más fáciles de realizar y a su vez más lucrativa, todo esto a través de un estudio sistemático y crítico de las operaciones que se realizan en el taller.

Entre los objetivos relevantes del estudio de los métodos se encuentran (García Criollo, 2006, pág. 35):

1. Mejorar los procesos y procedimientos.
2. Mejorar la disposición y el diseño del taller equipo y lugar de trabajo.
3. Economizar los esfuerzos humanos y reducir la fatiga innecesaria.
4. Economizar el uso de los materiales, máquinas y mano de obra.
5. Aumentar la seguridad.
6. Crear mejores condiciones de trabajo.
7. Hacer más fácil, rápido, sencillo y seguro el trabajo.

5.1.2.1 Productividad.

La productividad se define como “*el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados*” (García Criollo, 2006, pág. 9). En el presente caso es conseguir la mayor producción de motores operacionales en el taller Tecnocentro, sin caer en un sobre esfuerzo o incentivar a malas prácticas por parte de los técnicos, manteniendo o disminuyendo el uso de los recursos del taller, ya sean, repuestos herramientas, máquinas, HH o insumos.

La productividad depende de dos factores importantes, que se muestran a continuación (Janania Abraham, 2008, págs. 99-100)

1. Factores técnicos:

- Equipos.
- Herramientas.
- Materiales.
- Dinero.

2. Factor humano:

- Desempeño en el trabajo del empleado.

Ambos factores deben estar alineados constantemente, ya que un trabajador puede ser altamente capacitado, sin embargo su desempeño se verá afectado si los factores técnicos no cumplen las exigencias, sucederá algo similar si el caso es inverso.

5.1.2.2 Requisitos para la simplificación.

Una correcta intervención a través del estudio de métodos conlleva en una primera instancia abarcar lo general para luego lo particular, de manera tal de lograr una simplificación del trabajo que permita un aumento de la productividad en la organización.

Se entiende por simplificación del trabajo a un método sistemático para la aplicación del sentido común con el objetivo principal de analizar e identificar los problemas del trabajo,

para transformarlos en métodos más fáciles y mejores, además de obtener el hábito constante del análisis crítico.

A continuación se entregan los requisitos para una simplificación (García Criollo, 2006)

- a) Mantener una mente abierta, ya que esta solo funciona cuando se mantiene en este estado.
- b) Mantener una actitud interrogativa, la interrogación en la simplificación del trabajo es una de las más útiles herramientas.
- c) Trabajar sobre las causas, y no sobre los efectos, analizar la labor que realizan los trabajadores, estudiarlo y analizarlo para su simplificación.
- d) Trabajar sobre los hechos, y no sobre las opiniones. Mucha gente cree que los trabajos se hacen de una determinada manera debido a que siempre se ha realizado así, lo cual es una opinión y no en un hecho.
- e) Eliminar el miedo a la crítica.
- f) Vencer la resistencia al cambio, ya que es un requisito necesario para el progreso.

5.1.3 Procedimiento para el estudio de métodos.

El mismo autor García Criollo (2006) entrega un procedimiento de estudio de métodos para poder analizar los trabajos actuales en el taller de motores, el cual procede de la siguiente forma.

5.1.3.1 Seleccionar el trabajo que debe mejorarse.

Los criterios que se deben tener en cuenta para la selección del trabajo que se va a mejorar se definen como sigue.

- 1) **Desde el punto de vista humano:** se debe tener en cuenta en primera instancia aquellos trabajos que infieren en un mayor riesgo para los trabajadores, ya sea aquellos en donde se utilizan máquinas de corte o bien requieren un esfuerzo físico mayor.

- 2) **Desde el punto de vista económico:** seleccionar aquellos trabajos que representan un mayor costo económico, ya que cualquier cambio que se realicen en estos, aunque pequeño sea, repercutirá en un beneficio superior a que estos pequeños cambios se realicen en procesos de un menor costo económico. También elegir los trabajos repetitivos y de larga duración ya que sucede el mismo efecto cuando se realiza un pequeño cambio.

- 3) **Desde el punto de vista funcional del trabajo:** por último se deben seleccionar los trabajos que provocan mayor retraso en los procesos.

5.1.3.2 Registrar los detalles del trabajo.

Para lograr entender bien cualquier trabajo, es importante la observación que se realiza de este, y anotar todo registro relevante, ya que esto no solo sirve para determinar el estado actual de los trabajos, además permite realizar un análisis crítico de los hechos detalladamente. Para realizar los registros de los trabajos se realiza un levantamiento de procesos, con lo cuales se obtienen los diagramas de operaciones.

5.1.3.2.1 Concepto de proceso.

Para comprender a cabalidad los procesos que serán parte del análisis, se torna preponderante tener un claro concepto de los que es un proceso.

Se puede definir proceso como un conjunto de actividades que realiza una o más personas, que transforman ciertas entradas (input) en salidas (output) y que estas representaran una utilidad para uno o más clientes, también se puede definir como una secuencia de actividades que genera un producto, o más bien aún, como una secuencia ordenada de actividades cuyo producto tiene un valor agregado para él o los clientes o usuarios. Finalmente una definición más formal “*conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados*” (Pérez Fernández De Velasco, 2004, pág. 41).

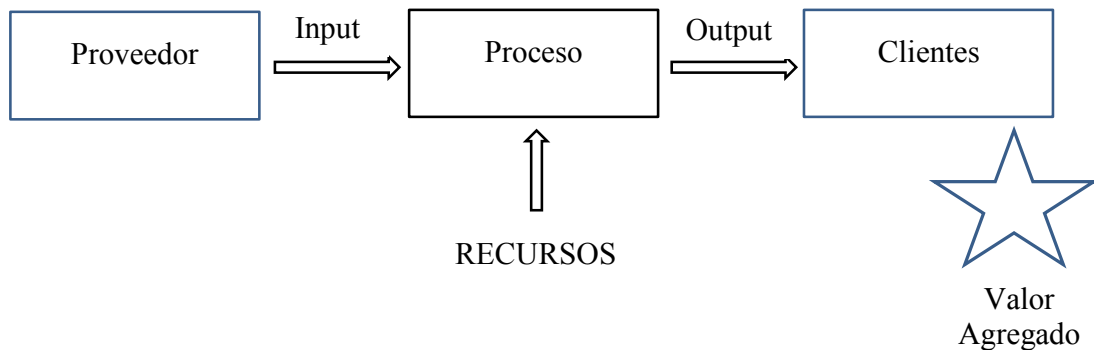


Figura 9. Componentes de un proceso

Fuente: Gestión por procesos (Agudelo Tobón & Escobar Bolívar, 2010)

5.1.3.2.2 Característica de un proceso.

Los procesos siempre están en la organización de los trabajos, el punto en que una organización se puede favorecer de estos, es cuando esta tiene la capacidad para identificarlos, y para poder realizar esto según el autor de “Gestión por procesos” (Fernández De Velasco, 2004) se debe:

1. Determinar sus límites, debe estar claramente especificado su inicio y fin, los límites de un proceso determinan la unidad adecuada para gestionarlos, es decir, sus responsables.
2. Elementos de un proceso:
 - a) Una entrada (Input), es un producto entregado por un proveedor, este puede ser interno o externo y debe cumplir características pre-establecidas, la existencia de esta entrada justifica que se realice el proceso.
 - b) El proceso, que ya se indicó que es una secuencia de actividades.
 - c) Una salida (Output), producto que debe cumplir con las exigencias previamente determinadas, esta salida está dirigida para clientes ya sean internos o externos.

3. Factores de un proceso, las personas que son responsables y miembros del equipo de proceso, deben tener habilidades, conocimientos y competencias idóneas. Otro factor de un proceso son los materiales que concretamente son las materias primas o información idónea para el uso. El último factor son los recursos físicos, ya sean instalaciones, maquinarias, software, hardware etc., todos estos recursos físicos deben estar en adecuadas condiciones para su uso.

5.1.3.2.3 Levantamiento de procesos.

La mayoría de las organizaciones cuentan con uno o más procedimientos estandarizados para realizar los distintos procesos que surgen dentro de ellas, sin embargo existen ciertas organizaciones en donde estas actividades se realizan de acuerdo a la experiencia y las costumbres de los trabajadores más experimentados, sin tener un documento, como un manual de procedimientos o algo similar que respalde este accionar.

Lo que se busca realizar en el taller de motores es traspasar y formalizar las actividades que en la actualidad se realizan de forma empírica, esto se realizara a través del levantamiento de procesos en donde se identificaran las etapas, subprocesos, procedimientos, etc., además de los distintos participantes.

5.1.3.2.4 Diagrama de procesos.

Para poder realizar un correcto análisis de los procesos y eliminar las principales deficiencias existentes en estos, se hará uso de los diagramas de procesos, como una herramienta que entregue una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que establezcan un procedimiento o proceso.

El libro “Gestión de procesos” (Bravo Carrasco, 2013) entrega una visión de lo importante que es asegurarse que la presentación grafica este actualizada, ya que este modelamiento visual es clave para la mejora de los procesos, revisar en terreno lo que posteriormente se traslada a un diagrama de procesos se obtiene un conocimiento insustituible de los procesos, algo imposible de lograr por otros medios, conversar con los técnicos y supervisores, observar cómo se lleva a cabo el trabajo, apreciar la llegada de los repuestos e

insumos y el nivel de satisfacción de los destinatarios finales, entre otras apreciaciones, conforman una visión global de lo que debe tener un equipo de trabajo en pos de una mejora en sus procesos.

5.1.3.3 Analizar los detalles del trabajo.

El análisis del trabajo en el estudio de métodos se basa en cuestionar el porqué de la existencia de herramientas, personas, lugar, y secuencia en que se ejecutan los trabajos, el efecto de cuestionarse el detalle de los trabajos permite justificar la razón de cada detalle y poder así explicar la razón de su existencia.

Primero cuestionar e investigar el lugar, las herramientas o máquinas con las que se realizan los trabajos son lo más conveniente.

Con una segunda pregunta se cuestiona el tiempo, es decir, que si la secuencia y el orden de los trabajos son los más adecuados según los requerimientos.

Con un tercer cuestionamiento se pretende saber si se justifica que la persona que está realizando el trabajo es idónea para este o lo hace de una manera correcta.

Con la justificación del lugar, la secuencia y la persona, no se pretende tener todo un análisis completo, el analista debe tener la mentalidad abierta para recibir inquietudes desde otros mandos en la organización, y que su análisis pueda ser cuestionado, ya que es muy difícil que se conozcan todas las respuestas a las preguntas sin consultar con los demás participantes (García Criollo, 2006).

5.1.3.4 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.

El autor entrega las acciones que se deben tomar en cuenta para obtener un nuevo método.

Tabla 1
Acciones para desarrollar nuevos métodos

Acciones	Descripción
Eliminar	Si no existe justificación del <i>por qué</i> y <i>para qué</i> , quiere decir que lo que se está analizando no se justifica y debe ser eliminado.
Cambiar	Las respuestas al <i>cuándo</i> , <i>dónde</i> y <i>quién</i> , indican la necesidad de cambiar el lugar, tiempo y persona, es decir buscar un lugar más idóneo, un mejor orden o una persona más capacitada.
Cambiar y reorganizar	Si existe la necesidad de cambiar ciertas formas de hacer el trabajo, esto implicaría modificar algunos detalles y reorganizarlos para mejorar el trabajo.
Simplificar	Aquellos detalles que no pueden ser eliminados, probablemente pueden ser ejecutados de una manera más sencilla.

Fuente: Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo (García Criollo, 2006)

5.1.3.5 Adiestrar a los operarios en los nuevos métodos de trabajo.

Antes de adiestrar a los operarios en la nueva forma de trabajar, se debe contar con la seguridad de que los nuevos métodos funcionaran de manera correcta según las condiciones del trabajo, realizar una revisión general de los aspectos económicos, de seguridad, calidad de la entrega final, insumos y herramientas necesarias para el nuevo método, entre otros.

Si se logra que todo el equipo involucrado en los nuevos métodos, están compenetrados entre sí en pos de una mejora, disminuirá ampliamente los posibles errores en la implementación, se debe mantener informado al equipo de posibles cambios antes de implementarlos, promover que todos puedan aportar desde su cargo hacia los nuevos métodos, en resumen, empoderar al equipo de manera tal que se sientan importantes en los nuevos métodos a implementar. Finalmente se puede poner en práctica el nuevo método de trabajo.

5.2 Distribución De La Planta

Antes de aplicar un estudio de los tiempos para los nuevos métodos de trabajo realizados, se debe presentar una distribución de la planta que esté acorde a estos.

Distribución de la planta o layout, *“es un concepto relacionado con la disposición de las máquinas, los departamentos, las estaciones de trabajo, las áreas de almacenamiento, los pasillos y los espacios comunes dentro de una instalación productiva propuesta o ya existente”* (Rodríguez Marthell, 2012, pág. 2).

5.2.1 Principios básicos de la distribución en planta (CEEI CV, 2008).

- 1. Integración:** la mano de obra directa, materiales, maquinarias, herramientas, actividades dentro del taller y todo lo que influya en los procesos productivos deben estar integrados en una distribución que funcione como una sola máquina.
- 2. Mínima distancia recorrida:** el desplazamiento de materiales y de trabajadores no agrega valor a ningún producto o proceso, de manera tal, que llegar a una optimización, implica reducir los movimientos al mínimo, como el desplazamiento a buscar las herramientas dentro del taller.
- 3. Flujo de materiales:** la disposición física de los procesos, de acuerdo al orden que se deben realizar se complementa con lo expuesto anteriormente, haciendo lo posible para eliminar lo que no genera valor y movimientos innecesarios.

4. **Volumen ocupado:** el metro cuadrado de toda instalación, taller o bodega, genera un costo, por lo cual se debe buscar optimizar de la mejor forma el espacio vertical.
5. **Recursos humanos:** siempre es prioridad la salud y seguridad del personal, por ende, la mejora de las condiciones de trabajo reduce el esfuerzo para realizar las tareas logrando una mayor producción por jornada.
6. **Flexibilidad:** en general las necesidades de la empresa no son constante durante el tiempo, se producirá una evolución continua en lo que respecta a clientes, tecnología, productos, etc. Por lo cual es importante la flexibilidad de la distribución de la planta según los requerimientos.

5.2.2 Metodología 5's.

La metodología 5's se creó en Japón, más precisamente en Toyota en la década de los 60, y su importancia radica en crear un buen ambiente de trabajo, importante punto para cualquier organización si sus objetivos se orientan hacia la calidad, bajar los costos y seguridad. Las 5's es una herramienta altamente usada en talleres, ya que implica una realización de esfuerzos relativamente simple de ser aplicado, tanto en el lugar físico del trabajo, como en el trabajador, esta herramienta persigue además, un cambio en la mentalidad de los trabajadores, orientados hacia la autodisciplina, orden y economía, ya que ellos son los principales protagonistas de que las mejoras se mantenga durante el tiempo.

Según el Manual Lean Manufacturing (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007) dentro de los beneficios que otorga una implementación de las 5's se destacan:

1. Ayuda a los técnicos a adquirir la autodisciplina, cuando se genera la autodisciplina el compromiso formal hacia las 5's siempre está presente.
2. Permite resaltar los desperdicios en el área de trabajo, el reconocer problemas es el primer paso para su eliminación.

3. Elimina elementos que están en sobrepoblación, como repuestos obsoletos y herramientas.
4. Reduce movimientos inútiles y trabajos intensos.
5. Resuelve importantes problemas de logística presentes en el área de trabajo de una manera simple.
6. Reduce accidentes al eliminar pisos sucios con grasas, aceites y otras sustancias propias de un taller.
7. Un lugar limpio y ordenado refleja una buena imagen.

Tal cual como lo dice su nombre, esta técnica contiene cinco eses, en donde las tres primeras son consideradas como una implementación física en el lugar de trabajo, en este caso en el taller, la cuarta guarda relación con la actividad que debe ser aplicada por la organización, y la última se considera aplicable a las personas de forma directa, haciendo referencia a la disciplina.

5.2.2.1 Principios de la metodología 5s.

1. **Seiri (Clasificar/Seleccionar):** consiste en identificar la naturaleza de cada elemento, diferenciar entre los elementos necesarios y los innecesarios, y descartar estos últimos, estos pueden ser herramientas innecesarias, máquinas que no son ocupadas, productos defectuosos, repuestos retirados, papeles y documentos, etc.

En la figura 10 se muestra el diagrama de como procede la primera etapa de esta metodología.

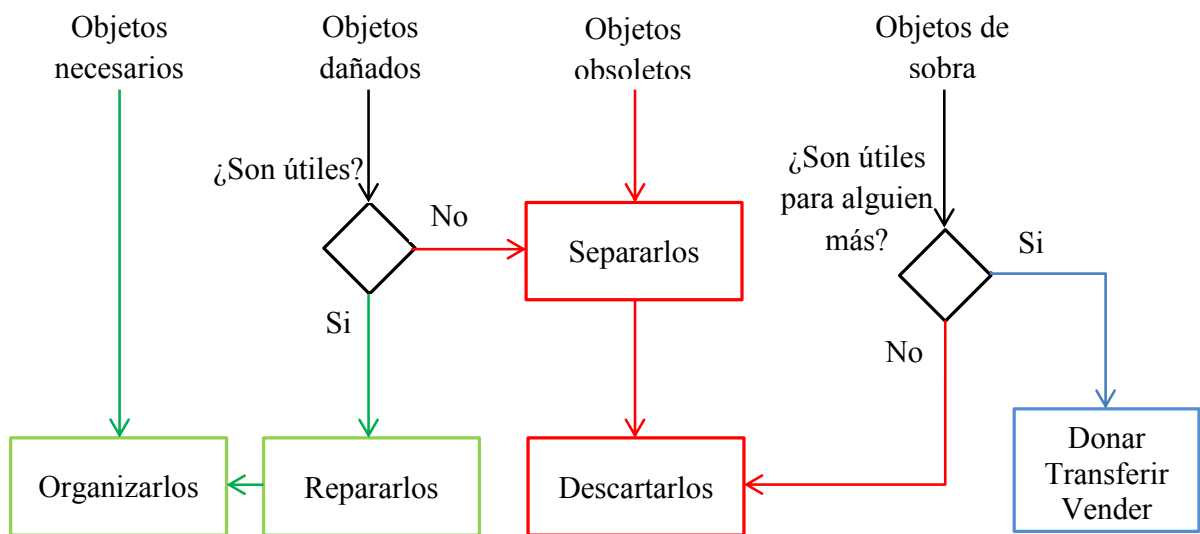


Figura 10. Diagrama selección 5's

Fuente: ingeniería industrial online (Salazar López, 2016)

Al realizar el primer principio se obtiene un espacio adicional, se elimina el exceso de herramientas y objetos obsoletos, se disminuyen movimientos innecesarios, se eliminan despilfarros, entre otros.

2. Ordenar (Seiton): consiste en tener un sitio adecuado para cada elemento que es considerado necesario, facilitar el acceso rápido a los elementos que se requieren para el trabajo, mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial, lograr una mejora en el aspecto visual, de tal manera que le permita a una persona ajena al lugar de trabajo adaptarse idóneamente.

El ordenar el lugar de trabajo, trae como consecuencia la reducción en los tiempos de búsqueda, eliminar condiciones inseguras y ocupar menos espacios etc.

Tabla 2
Grado de utilidad de los elementos

Frecuencia de uso	Disposición
Se utiliza en todo momento	Tenerlo en la mano, utilizar correas o cintas que unan el objeto a la persona
Se utiliza varias veces al día	Disponer cerca a la persona
Se utiliza todos los días, no en todo momento	Tenerlo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Se utiliza todas las semanas	Tenerlo sobre la mesa de trabajo o cerca de la máquina
Se utiliza una vez al mes	Colocar cerca del puesto de trabajo
Se usa menos de una vez al mes, posiblemente una vez cada dos o tres meses	Colocar en pañol o lugar similar, perfectamente localizado

Fuente: Ingeniería industrial online (Salazar López, 2016)

3. Limpieza (Seiso): implica mantener limpias las herramientas, máquinas, y en general todo lo que interviene con el ambiente del lugar de trabajo, se debe asumir que la limpieza debe ser autónomo y rutinario.

Al cumplir con este principio se desarrollan ambientes más gratos para el trabajo, la limpieza incrementa la vida útil de ciertos equipos y herramientas, además que visualmente mejora la percepción de las personas ajenas al área.

4. Estandarización (Seiketsu): consiste en sostener los tres principios anteriormente descritos, a través de señalización, manuales, fotografías, utilizar elementos visuales que indiquen como deben mantenerse las áreas, etc.

5. Disciplina (Shitsuke): implica construir una autodisciplina en el lugar de trabajo o taller, estableciendo una cultura de respeto por los estándares establecidos. Los altos mandos juegan un rol importante ya que ellos son los que deben dar el ejemplo.

5.3 Medición del trabajo

Es un método que opera en base a diferentes técnicas aplicadas, que busca determinar el tiempo real que invierte un trabajador calificado en realizar una tarea definida.

Los estándares de tiempo establecidos con precisión hacen posible incrementar la eficiencia del equipo y el personal operativo, mientras que los estándares mal establecidos, aunque es mejor tenerlos que no tener estándares, conducen a costos altos, inconformidades del personal y posiblemente fallas de toda la empresa. Esto puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de un negocio. (W. Niebel & Freivalds, 2009, pág. 327)

En el taller de motores, al no existir estándares predeterminados para cada proceso, conlleva que tampoco exista una medición exhaustiva de cada labor que se ejecutan en él, solo “existe” un tiempo global, en cual no se pueden determinar los tiempos improductivos, ni la o las causas que lo provoquen.

La medición del trabajo no es lo mismo que el estudio de tiempos, el primero hace referencia a la técnica utilizada para medir el tiempo que un trabajador invierte en su labor, y la segunda obedece claramente a la técnica.

El autor de “Introducción al estudio del trabajo” (Kanawaty, 1996) entrega un procedimiento para realizar una medición de los tiempos de trabajo y para determinar el tiempo estándar de cada labor.

1. Seleccionar el trabajo

Lo primero que se debe realizar es la selección del trabajo a estudiar y obviamente saber las razones del porque es elegido, en este caso de estudio la razones son comparar las ventajas del método de la propuesta en comparación con lo que actualmente se está realizando, además busca tiempos más precisos en cada una de las labores de los procesos, y no solo contar con un tiempo global.

2. Selección de trabajadores y de preparación

Para realizar un estudio de tiempos es necesario antes de realizar las mediciones en terreno explicar a los técnicos la finalidad del estudio para no generar intranquilidad en el grupo de trabajo, es importante que durante la medición tener a los técnicos trabajando a un ritmo normal, ya que esto facilita el cálculo de estándares más precisos, la presencia del observador puede provocar que él o los técnicos trabajen a un ritmo más acelerado lo cual generaría tiempos estándares más difíciles de cumplir en el día a día.

Para el desarrollo del estudio de tiempo se realiza una distinción entre el técnico representativo, que es aquel cuya competencia y desempeño corresponde al promedio del equipo de trabajo, definición que no coincide con la del técnico calificado ya que este último se define como aquel que consta con la experiencia, conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo según estándares de seguridad, cantidad y calidad. Para el desarrollo de una medición de trabajo, el técnico calificado debe ser el elegido a seguir, ya que permite realizar cálculos de tiempo estándares manteniendo un trabajador calificado sin excesiva fatiga y nivelar los tiempos de los demás del equipo.

3. Obtener y registrar información significativa

La información significativa tiene relación con obtener y registrar toda lo posible acerca de la tarea, del técnico y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo. Se debe tener completo conocimiento en donde comienza un trabajo que va a ser medido y en donde termina.

4. Comprobar el método

El autor indica que es preferible antes de buscar fijar un tiempo tipo, contar con un estudio de métodos establecido para el proceso en cuestión, de lo contrario los tiempos pueden variar ya que las operaciones no se ejecutan del mismo modo.

5. Descomponer la tarea en elementos

Elemento es la parte delimitada de una tarea definida, que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis, en una organización según el autor, pueden existir 8 tipos de elementos tales como repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños.

- Elementos repetitivos: son aquellos que reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado, se realizan con una frecuencia alta y son permanentes.
- Elementos causales: son los que no reaparecen en cada ciclo de trabajo, es decir, reaparecen en intervalos regulares e irregulares.
- Elementos constantes: hace referencia a los elementos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual.
- Elementos variables: su tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, proceso o equipo, como dimensiones, peso, etc.
- Elementos manuales: son aquellos ejecutados por las personas, sin intervención de máquinas.
- Elementos mecánicos: son realizados automáticamente por una máquina.
- Elementos dominantes: son los que dominan el tiempo, es decir, su tiempo es el que más dura y se impone ante otros elementos simultáneos.
- Elementos extraños: son aquellos que son observados y se determina que no son parte del proceso.

6. Tamaño de la muestra

Para realizar un tamaño de la muestra para ciclos mayores a dos minutos se recomienda el método tradicional a diferencia del método estadístico, ya que a medida que los tiempos son más grandes, la confiabilidad aumenta, en desmedro de tiempos más pequeños, en donde la probabilidad de error puede aumentar, para el método tradicional se recomiendan 5 observaciones.

7. Cronometraje de cada elemento

Existen dos formas de cronometrar el tiempo, el cronometraje acumulativo, que funciona de modo interrumpido durante todo el estudio, es decir se pone en marcha desde el inicio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta acabar el proceso.

Por otra parte está el cronometraje con vuelta a cero, en este procedimiento los tiempos se toman elemento a elemento.

8. Valoración de ritmo

Consiste en valorar el ritmo de trabajo según la experiencia del observador analista, sin embargo cuando el analista no cuenta con la experiencia necesaria se recomienda utilizar la tabla de norma británica.

Se entiende que un técnico calificado logrará un ritmo más alto que un técnico promedio, además, también influye el momento del día, es decir, no es lo mismo el ritmo de un técnico al comienzo de la jornada que antes de que termine la jornada o después de la hora de almuerzo, el esfuerzo que implica cada tarea también influye en el ritmo, el clima, variaciones en la concentración etc.

9. Tiempo de suplemento

Los tiempos de suplementos son compensaciones o tiempos adicionales que se le agregan al trabajo, con el objetivo de compensar las variables relacionados a los desgastes de energías propias del trabajo.

Para este paso se usa una tabla de suplementos, entregada por los autores Benjamín W. Niebel y Andris Freivalds.

Finalmente tenemos el cálculo del tiempo estándar:

$$T.E = (T.B \times \sum (Supl)) + T.B$$

Donde el tiempo básico (T.B):

$$T.B = T.O \times \left(\frac{V.R}{100}\right)$$

T.O: Tiempo observado.

V.R: Valoración de ritmo.

6. Desarrollo del proyecto

6.1 Estudio de métodos procesos de desarmado y armado

A través del estudio de métodos de trabajo se pretende entregar una mejora de los procesos, procedimientos y la disposición del taller.

6.1.1 Seleccionar el trabajo a mejorar.

Como se ha mencionado con anterioridad, el trabajo a estudiar es el proceso que comprende la entrega operacional de un motor, desde la llegada de éste, hasta su posterior despacho, analizando los procesos de desarmado y armado principalmente, además también los procesos de rectificado y entrega de repuestos.

Se analizara desde los trabajos que implican un mayor desgaste de los técnicos o impliquen un riesgo para su seguridad, pasando por los que no generan valor o no corresponden que se realicen en el taller, además aquellos trabajos que pueden ser agilizados, evitando así retrasos excesivos.

6.1.2 Registro de los detalles observados en los trabajos.

Para mejorar un trabajo debemos saber exactamente en que consiste, es por esto que es fundamental las observaciones que se realizaron en terreno, cabe destacar que en esta instancia se registró el procedimiento que realizan los técnicos en el motor, y como estos interactúan con el medio, es decir, como la actual distribución de la planta influye en los movimientos de los técnicos, en términos de seguridad, ergonomía y el desplazamiento que realizan para buscar los distintos insumos y/o herramientas.

6.1.3 Levantamiento de procesos: Estado Actual.

Para poder bajar los tiempos de entrega de motores operacionales, que se pretende en este proyecto de título, resulta preponderante una estandarización de procesos, y para esto es vital conocer el estado actual en el que opera el taller de motores, lo cual conlleva levantar

toda la información necesaria para poder caracterizar los procesos y que esto permita identificar todos los elementos y personas que intervienen.



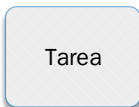
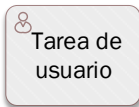
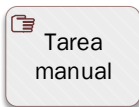







La jornada laboral en el taller comienza a las 8:00 A.M y termina 5:00 P.M con 45 minutos destinados al horario de almuerzo, además se destaca el tiempo que se les asigna a los técnicos por cambio de vestimenta, el cual está estipulado en 15 minutos.

Actualmente el taller cuenta con 8 técnicos y donde cuatro de ellos son considerados capacidad técnica superior al resto, según supervisor, además de esto considerar que el equipo cuenta con dos mujeres que realizan las mismas labores que el resto.

El seguimiento de las labores se realizó desde el momento en que el motor hace ingreso a las dependencias del taller, este motor viene tipificado como falla tipo “C” que consiste específicamente en averías causado por, problemas en alguno de los cilindros, baja presión de aceite, problema en los metales (ruido), baja compresión y finalmente golpeteo de válvulas, solo bajo estas condiciones el motor debe ser desarmado por completo (Anexo A) si bien la idea es realizar un diagrama completo de los pasos a seguir en todo el proceso de armado y desarmado, el estudio en terreno se dividió en dos partes, primero se realizó un seguimiento a las labores del desarmado de un motor modelo Euro MB-457 III , y posteriormente se realizó el seguimiento a las labores de armado.

Con el fin de no interrumpir la forma cotidiana en que se realizan los trabajos, el observador, no interfirió en ningún momento a los técnicos, ni al supervisor que les encomienda los trabajos, ya que es fundamental hacerse de la información real y no como debería realizarse un proceso en un estado ideal, solo al inicio de la jornada se les informó al equipo de trabajo que se les realizara un seguimiento con lo fines antes mencionados.

Tabla 3
Terminología diagramas de flujo de procesos

Figura	Descripción
	Evento de inicio: Indica el comienzo del proceso.
	Evento de inicio por mensaje: indica que el comienzo del proceso se inicia por un mensaje recibido.
	Tarea: corresponde a las tareas automáticas definidas por el proceso.
	Tarea de usuario: corresponden a tareas que requieren la intervención de un usuario, las cuales son apoyadas por alguna aplicación o sistema.
	Tarea manual: corresponde a las tareas que el usuario realiza de forma manual, sin utilizar ningún sistema o aplicación.
	Sub-Proceso: corresponde a un proceso dentro de otro proceso, es decir, un conjunto de tareas que se ejecutan en el contexto del proceso principal.
	Compuerta exclusiva: corresponden a las decisiones que determinan la corriente del flujo.
	Evento de fin: indica el término de un proceso.
	Transición: indica la dirección del o los flujos del proceso.
	Asociación: flujo que asocia información al proceso.
	Anotación: permite agregar información complementaria al proceso.
	Analizar: permite agregar documentos a modo de análisis.

Fuente: Elaboración propia

6.1.3.1 Proceso de desarmado.

La complicación en una primera instancia es el desorden que implicaba para el análisis, las intervenciones que realizaron los distintos técnicos en el proceso de desarmado, ya que al inicio del seguimiento este se realizó solo con un técnico asignado por el supervisor, pero con el transcurso del tiempo, este técnico solicitaba ayuda para las distintas posiciones en las que debía colocar el motor, para desmontar piezas de un mayor tamaño. Debido a esto se realizó un diagrama de proceso de flujo visto desde el punto del orden secuencial en que se realizaron las labores.

El siguiente diagrama (figura 11) tiene como fin separar todas las labores que se realizan en el proceso de desarmado, mostrar cada una de las piezas que son desmontadas y en su respectivo orden en que se realizaron, no mostrando por ahora, las mejoras que pueden ser implementadas.

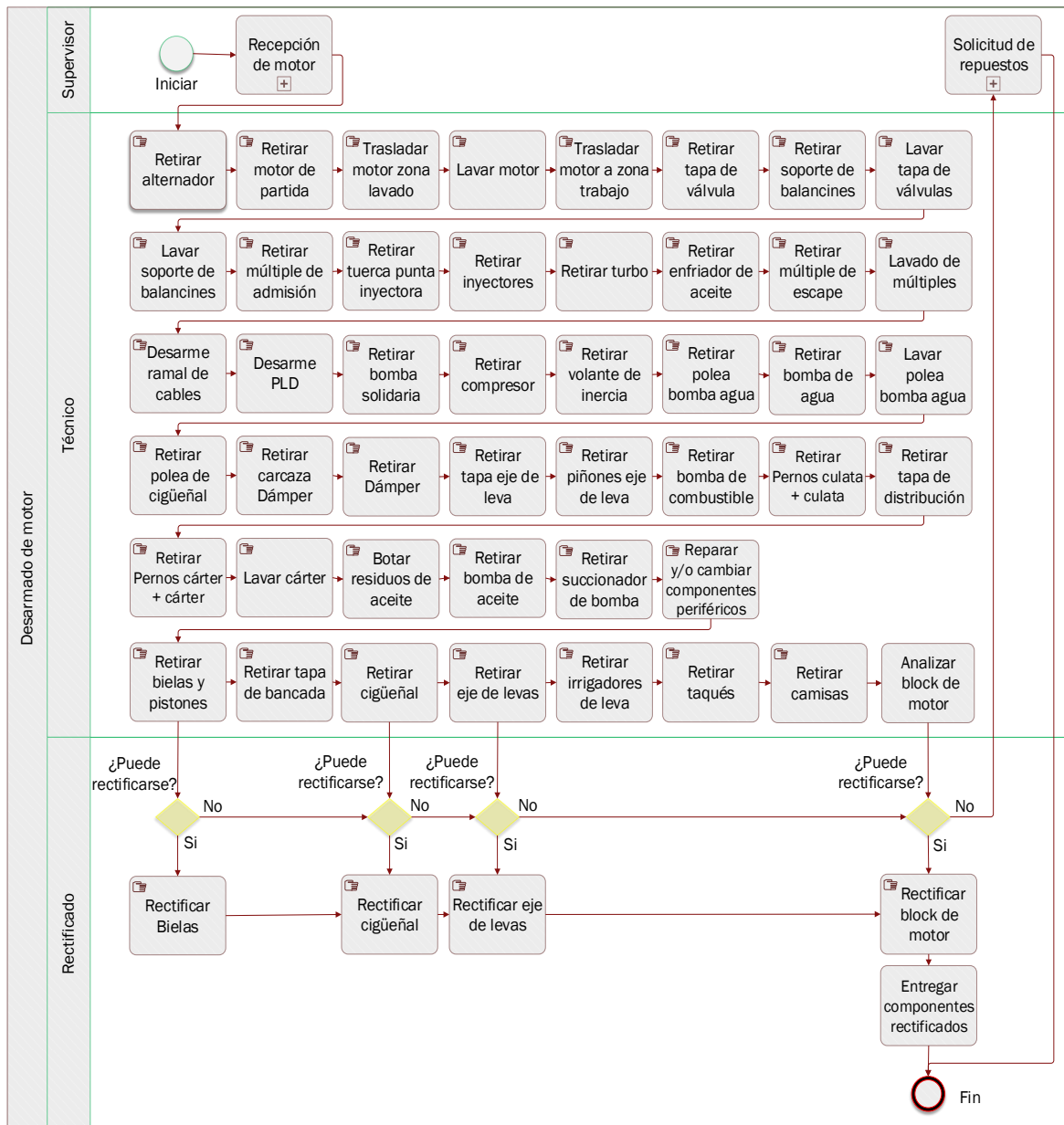


Figura 11. Diagrama proceso desarmado

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.3.2 Recepción de motor

Por conceptos que no dependen directamente del taller de motores, existen ocasiones en que el motor llega sin algunas piezas esenciales, como el cárter, tapa de válvulas, turbo, múltiples de admisión, escape, entre otros, esto se debe a que al momento de desmontar el motor en el patio de garantías, por conceptos de transporte, espacio, HH, o inclusive por temas burocráticos, no es trasladado de manera inmediata al taller de motores, lo que provoca su detención en el patio de garantías, lo cual acarrea como consecuencia directa una mala práctica, ajena al caso de estudio, esta mala práctica hace referencia a que el motor extraído que permanece en el patio de garantías es usado como una “bodega” de repuestos generales, principalmente para el área de MC, lo cual es permitido por los encargados correspondientes. Es por esta razón que los motores llegan con piezas faltantes, si esto sucede, el jefe de Tecnocentro debe dar la autorización para que el motor pueda ser ingresado o rechazado según determine.

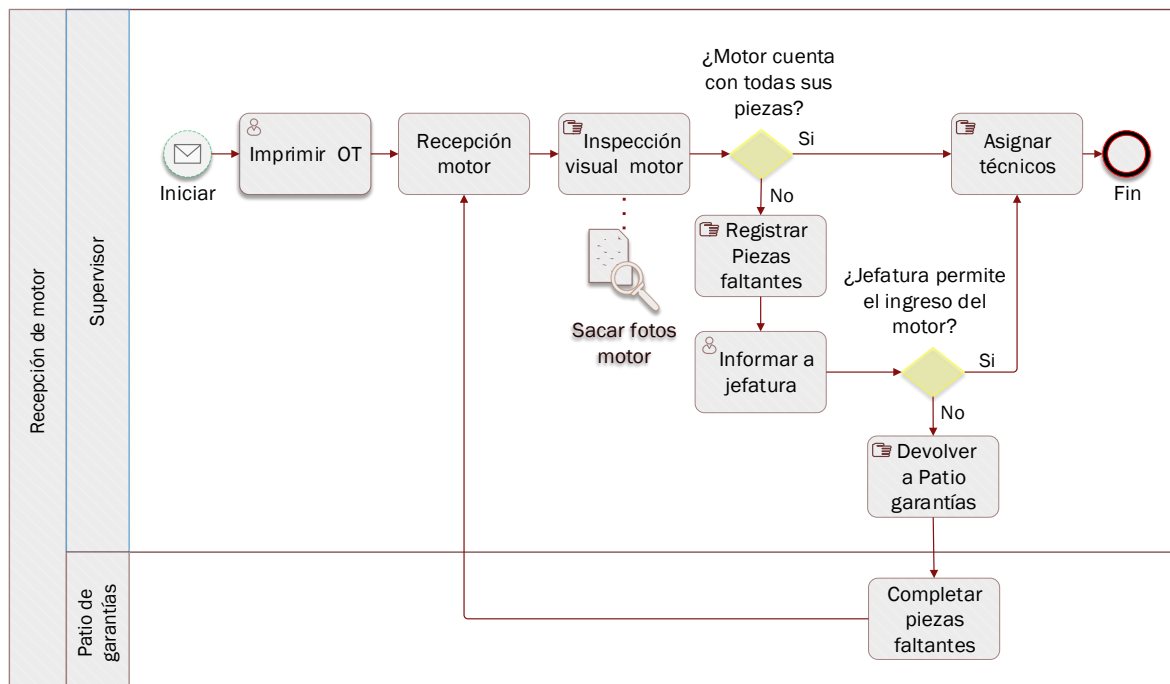


Figura 12. Diagrama subproceso recepción de motor

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.3.3 Solicitud de repuestos

El técnico es el encargado de realizar la lista de repuestos una vez terminado el proceso de desarmado, esta lista es entregada al supervisor quien es el que revisa el stock de repuestos en Pilay⁶, en caso de faltar repuestos, se realiza la solicitud a Pilay por sistema, si los repuestos solicitados corresponden a repuestos que no se pueden rectificar debido a que se encuentran en muy mal estado o en el fin de su vida útil, se procede a evaluar la compra de estos repuestos o solicitar un motor en ensamble⁷ (Anexo B).

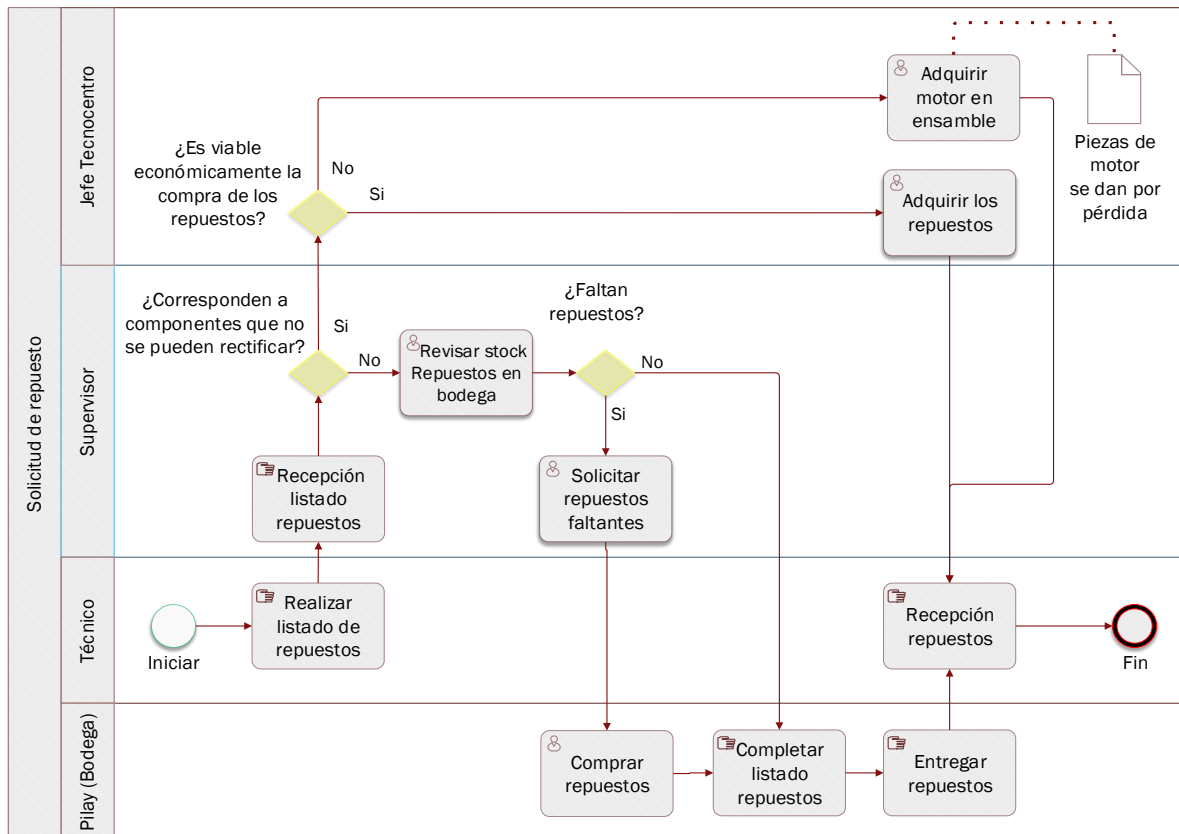


Figura 13. Diagrama subproceso solicitud de repuestos

Fuente: Elaboración propia basada el relevamiento de procesos de la empresa

⁶ Pilay, bodega de repuestos subcontratada, pero insertos en las dependencias de Tur Bus.

⁷ Ensamble, corresponde a la compra de Block de motor, eje Cigüeñal, eje levas, camisas, empaquetaduras, metales de bancada, metales de bielas y eje levas.

6.1.3.4 Proceso de armado

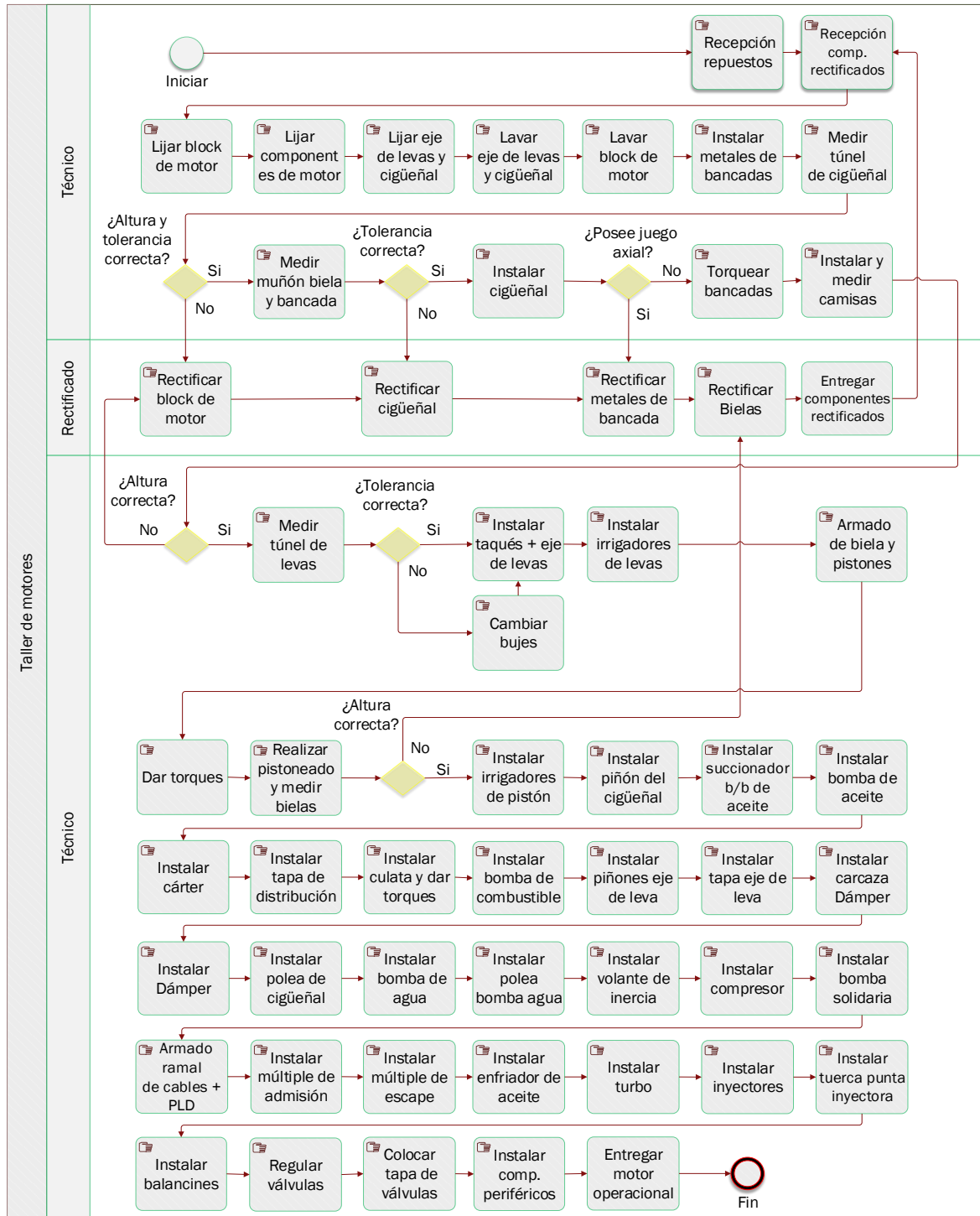


Figura 14. Diagrama de procesos armado

Fuente: Elaboración propia basada el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.4 Análisis de los detalles del trabajo.

a) Intervención de más de un técnico:

- Desorden en los trabajos.
- Se mezclan las herramientas de los técnicos.
- Distintas maneras de proceder según él o los técnico(s) de turno.
- La asignación de un nuevo técnico al inicio de la jornada, provoca un retraso, debido al desconocimiento de estado del avance anterior.
- Al no tener bien definidos los participantes desde un principio hasta el final, evita que existan responsables claros en la ejecución de cada proceso.

b) Ausencia de un procedimiento claro a seguir:

- El proceso de rectificación no se realiza en el mismo taller ni por los mismos técnicos, lo que provoca que gran parte de este tiempo se considera "muerto" ya que el técnico no sigue avanzando o se le asignan otras labores ajenas al motor en reparación.
- Cuando interviene más de un técnico, topan los tipos de procedimiento que realiza cada uno.
- No existe un tiempo determinado para la duración de cada labor o trabajo.
- No existe validación del supervisor en las mediciones de alta precisión que se realiza en el proceso de armado.
- Toma de decisiones de técnicos no son validados por supervisor. (Ejemplo, determinación de pedido de un repuesto)

c) Herramientas:

- Herramientas especiales como Micrómetros o llaves de torque se deben conseguir en otras secciones ajenas al taller de motores, lo que provoca retrasos.
- El acceso a las herramientas no es expedito, falta de un diseño de layout que proponga un retiro de herramientas más ágil.
- Ausencia de la cantidad idónea de herramientas.

d) Retraso por repuestos:

- Repuestos considerados “mayores” tales como pistones, válvulas, bielas, cigüeñal, eje de levas, culata y block, por política de la empresa no se mantienen en inventario, es decir, en el momento del diagnóstico de cada una de estas piezas se considera recién el pedido, lo cual conlleva un retraso, además de eso, también está sujeto a la aprobación del jefe de Tecnocentro, el cual evaluará el costo-beneficio de comprar estos repuestos, o dar de baja el block de motor, ya que por ejemplo, dependiendo del estado, en general no se puede rectificar más de 4 veces.

e) Retraso provocado por repuestos menores e insumos:

- A través de las observaciones que se realizaron se logró determinar que una de las causas de retrasos más comunes es la falta de repuestos menores, estos retrasos ocurren actualmente en el proceso de armado, si bien, estos repuestos se encuentran en la bodega de la empresa Pilay la sobredemanda que tiene esta bodega de parte de todos los talleres del área de mantenimiento, implica que la demora en la entrega de estos repuestos tarde hasta 3 horas, cabe mencionar que esta bodega tiene como principal demanda los talleres de MC y MP. Para evitar este problema se propone un kit de repuestos básicos para el inicio del proceso de armado de motores (Anexo C).
- Los insumos como desengrasante, siliconas automotrices, paños de limpieza entre otros, también provocaron atrasos, aunque menores en comparación a los repuestos, sin embargo no se pueden tener retrasos en términos de elementos tan básicos para un taller, se propone un kit mínimo para el comienzo de cada proceso de desarmado y armado de motores (Anexo D).

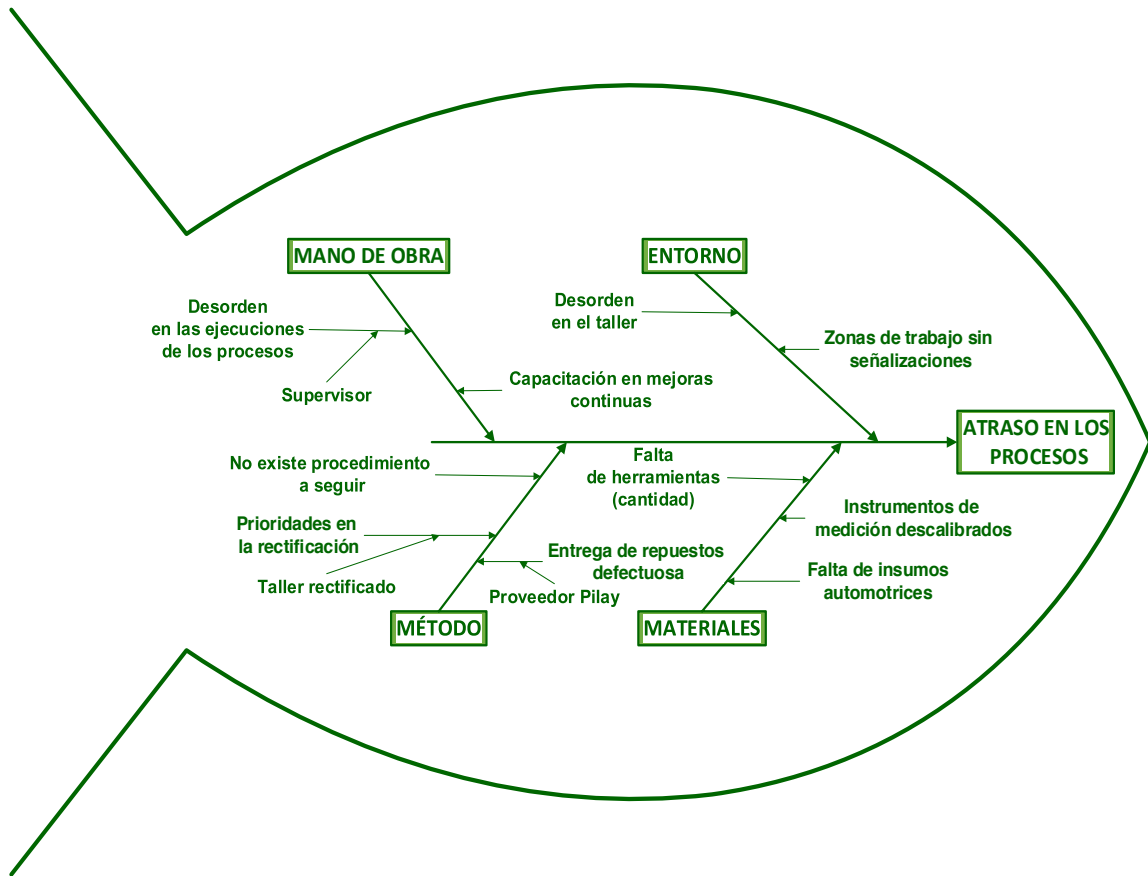








Figura 15. Diagrama causa-efecto, atraso en el inicio de los procesos
 Fuente: Elaboración propia basada el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.4.1 Análisis Diagrama de flujos de procesos.

Tabla 4
Análisis recepción de motor






Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Supervisor	 Imprimir orden de trabajo	<p>Labor: La orden de trabajo viene dada por la TC según los detalles entregados por el taller de desmontaje, y su función es entregar un detalle específico del diagnóstico del motor.</p> <p>El supervisor es el encargado de administrar la OT, y entregárselas a los técnicos que él designa.</p>
	Recepción motor	<p>Labor: Motor llega al taller de motores desde el patio de garantías a través de un móvil propio de Tecnocentro.</p> <p>Propuesta: La recepción en el taller de motores siempre la debe realizar el supervisor, en ningún caso un técnico, ya que es la autoridad quien debe revisar el estado en el cual llega.</p>
	 Inspección visual motor	<p>Labor: La inspección visual consiste en una revisión exhaustiva del estado en que llega el motor, se da un hincapié especial si es que este viene con todas las piezas que debe traer, para una corroboración de esto, el supervisor a modo de prueba toma fotos al motor cuando es ingresado.</p>
	 Registrar Piezas faltantes	<p>Labor: En ciertas ocasiones el motor viene sin alguno de los componentes periféricos⁸, este suceso es registrado e informado a la jefatura.</p>

⁸ Periféricos, estos componentes son los que están en la periferia del motor, por ejemplo, las mangueras, abrazaderas, conectores, entre otros.








Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Supervisor	 Informar a jefatura	<p>Labor: Jefe de Tecnocentro determina si se acepta el ingreso del motor o se rechaza.</p>
	 Devolver a patio de garantías	<p>Labor: Si el motor viene con algunas piezas faltantes, y si el jefe de Tecnocentro considera necesario, este debe ser devuelto al patio de garantías con el fin de obtener las piezas faltantes.</p>
	 Asignar técnicos	<p>Labor: La asignación de trabajos dentro del taller de motores se realiza de forma diaria.</p> <p>Propuesta: Debido que los procesos tanto de armado como desarmado no se completan en una jornada de trabajo, se propone una asignación de trabajos por procesos, es decir, los mismos técnicos que comienzan el armado o desarmado sean los mismos que terminan dichos procesos, evitando desordenes, perdidas de piezas etc.</p>










Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa










Tabla 5
Análisis proceso desarmado









Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Retirar alternador	<p>Propuesta: Labores que se deben realizar antes de llegar al taller de motores, puesto que ambas piezas son considerados rotables⁹ y deben ir directo al taller eléctrico, el retiro de ambas piezas se deben realizar en el taller patio de garantías, ya que es ahí en donde trabaja el técnico especialista eléctrico, ambas labores no generan valor a los procesos en estudio.</p>
	 Retirar motor de partida	
	 Trasladar motor a zona de lavado	<p>Labor: El motor es puesto en un pallet y posteriormente trasladado en una grúa horquilla hacia el lugar de lavado.</p> <p>Propuesta: A Través de una distribución nueva del taller (Layout) se pretende acercar este proceso a la zona de lavado de motor, evitando que el recorrido de la grúa transite a través del taller, disminuyendo los riesgos.</p>
	 Lavar motor	<p>Labor: Se realiza un lavado superficial al motor, sin usar ningún detergente o producto especial.</p>
 Trasladar motor a zona trabajo	<p>Labor: El traslado se realiza desde la zona de lavado hasta el lugar de trabajo previamente asignado, también se realiza en grúa horquilla.</p>	








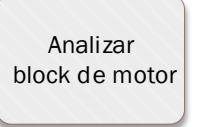
⁹ Rotables, Componentes que son retirados de las máquinas y pueden ir rotando en otras, según requerimientos de la UUNN.

Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Retirar tapa de válvula  Retirar soporte de balancines	<p>Labor: Motor se encuentra en el mesón central del lugar de trabajo, ejecución de las labores tiene una secuencia lógica.</p>
	 Lavar tapa de válvulas  Lavar soporte de balancines	<p>Labor: El procedimiento que se realiza es sacar las piezas y se lavan de inmediato, al no existir una zona de lavado de piezas menores, esta actividad las realiza cada técnico en su zona de trabajo asignada.</p> <p>Propuesta: En una primera instancia, la empresa contrataría una persona encargada de todo el lavado de piezas de los distintos talleres, sin embargo se propone estandarizar una zona exclusiva de lavado y que esta labor se haga una vez terminado todo el proceso de armado.</p>
	 Retirar múltiple de admisión  Retirar tuerca punta inyectora  Retirar inyectores	<p>Labor: Secuencia lógica de las labores, pero no necesariamente las debe realizar un solo técnico.</p>

Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Retirar turbo	<p>Labor: Secuencia lógica de las labores, con el estudio de métodos se pretenderá que estas labores puedan ser paralelizadas.</p>
	 Retirar enfriador de aceite	
	 Retirar múltiple de escape	
	 Lavado de múltiples	<p>Propuesta: Se propone una vez terminado el proceso de desarmado, proceder al lavado de múltiples, con el fin de agilizar el proceso en sí.</p>
	 Desarme ramal de cables	<p>Labor: Orden lógico de desarmado, el PLD es un ramal de cables, y su función es monitorear electrónicamente el motor (Sobre todo sus emisiones), este no es desconectado por un especialista eléctrico pues se debe desarmar otras piezas para llegar a él.</p>
	 Desarme PLD	
 Retirar bomba solidaria	<p>Labor: Secuencia lógica, pero puede ser cambiada en pos a una mejora en movimientos de técnico(s).</p>	
 Retirar compresor		
 Retirar volante de inercia		






Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Retirar polea de bomba de agua	<p>Propuesta: Secuencia lógica que debe ser realizado por un mismo técnico.</p>
	 Retirar bomba de agua	
	 Lavar polea de bomba de agua	<p>Propuesta: Se propone que las piezas se laven al final del proceso de desarmado.</p>
	 Retirar polea de cigüeñal	<p>Propuesta: Labores que se deben realizar en esta secuencia y que la debe realizar un solo técnico, por conceptos de movimientos y posición de trabajo en el motor.</p>
	 Retirar carcasa Dámper	
	 Retirar Dámper	
 Retirar tapa eje de leva	<p>Propuesta: Labores que se propone que lo realice solo un técnico, a modo de eficiencia en los movimientos.</p>	
 Retirar piñones eje de leva		
 Retirar bomba de combustible	<p>Propuesta: Se propone que solo un técnico la ejecute, ya que no demanda mayor dificultad.</p>	

Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Retirar pernos de culata + culata	Propuesta: Para evitar movimientos del motor con tecla eléctrica, se propone que esta labor se realice con dos técnicos.
	 Retirar tapa de distribución	Propuesta: Labor que debe ser realizado solo por un técnico.
	 Retirar pernos de cárter + cárter	Propuesta: Debido a que se debe cambiar de posición el motor (con tecla eléctrica), esta labor se debe realizar por más de un técnico, se proponen dos.
	 Lavar cárter	Propuesta: Pieza que debe ser lavada al final del proceso, para evitar detenciones.
	 Botar residuos de aceite	Labor: El motor debe llegar sin grandes residuos de aceite (el motor llega sin refrigerante ni aceite), sin embargo siempre quedaran residuos mínimos que limpiar, estos residuos no implican un depósito para residuos líquidos, solo para residuos sólidos.
	 Retirar bomba de aceite  Retirar succionador de bomba	Propuesta: Debido a la cercanía de ambas piezas y para evitar movimientos extras, se propone que ambas labores las realice un solo técnico.
	 Reparar y/o cambiar componentes periféricos	Propuesta: Los componentes periféricos son aquellos como mangueras, abrazaderas, termostato etc., se recomienda anotar uno a uno estos elementos en caso de que deban ser cambiados y pedirlos al final del proceso, para evitar detenciones a cada momento.

Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico proceso desarmado	 Soltar bielas y pistones	<p>Labor: Secuencia que se debe respetar, puesto que no existe otra forma de realizarse.</p> <p>Propuesta: Labores que se deben realizar con dos técnicos, puesto que se debe mover el block de motor según lo requerido, este movimiento se realiza de forma manual. Más de dos técnicos provocan movimientos en los cuales los técnicos se verían enfrentados.</p>
	 Retirar tapa de bancada	
	 Retirar cigüeñal	
	 Retirar eje de levas	
	 Retirar irrigadores de leva	
	 Retirar taquís	
	 Retirar camisas	
	 Analizar block de motor	<p>Propuesta: En esta etapa se realizan inspecciones visuales y mediciones, esto con el fin de diagnosticar el block de motor, estas medidas determinaran si es posible seguir utilizándolo o bien si se debe cambiar. Se propone que supervisor valide esta etapa.</p> <p>Finalmente el diagrama de flujo de procesos de la nueva propuesta queda expuesto en el Anexo E.</p>








Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

Tabla 6
Análisis proceso rectificado

Cargo	Labor	Explicación labor y/o Propuesta
Técnico taller rectificado	<div data-bbox="451 527 634 657">  Rectificar Bielas </div> <div data-bbox="451 678 634 808">  Rectificar cigüeñal </div> <div data-bbox="451 829 634 959">  Rectificar eje de levas </div> <div data-bbox="451 980 634 1110">  Rectificar block de motor </div>	<p>Labor: Debido al orden en que son desmontadas las piezas, implica que en ese mismo orden llegan al taller de rectificado. Realizar el hincapié que según el resultado de las mediciones, las piezas van al rectificado, de lo contrario se deben cambiar íntegramente.</p> <p>El rectificado de piezas no depende del taller de motores, esto implica que una vez retiradas las piezas desde el motor no necesariamente el taller comienza con su rectificado inmediato, ya que el taller de rectificado es usado por toda la empresa.</p> <p>Propuesta: En el momento en que se están rectificando las piezas del motor, los técnicos hacen uso de ese tiempo para realizar el lavado y lijado de piezas que se habían retirado con anterioridad, ocupando este tiempo muerto.</p>
	<div data-bbox="451 1367 634 1497">  Entregar componentes rectificadas </div>	<p>Labor: Se entregan los componentes rectificadas al taller de motores para que sean instalados y torqueados, luego de esto, se vuelven a medir, si la medida es correcta se procede a la instalación definitiva, si no es así, se verifica si la pieza puede seguir siendo rectificadas, si no, se debe cambiar la pieza íntegramente.</p>








Fuente: Elaboración propia basada en la investigación







Tabla 7
Subproceso de solicitud de repuestos







Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de desarmado	 Realizar listado de repuestos	Labor: Él o los técnicos del proceso desarmado ante cualquier contingencia durante el proceso, realizan una lista de petición al supervisor de los repuestos que se necesitaran, lo cual serán solicitados al final del proceso de desarmado.
Supervisor	 Recepción listado de repuestos	Labor: Supervisor recibe el listado final con los repuestos requeridos por los técnicos.
	 Revisar stock repuestos en bodega	Labor: Supervisor es el encargado de revisar por sistema si la bodega posee stock de los repuestos requeridos, si es así los debe solicitar a la bodega y esta los entrega a los técnicos directamente.
	 Solicitar repuestos faltantes	Labor: Si los repuestos no están en la bodega de repuestos Pilay, esta debe encargarse de solicitarlos a sus correspondientes proveedores.
Jefe Tecnocentro	 Adquirir los repuestos  Adquirir motor en ensamble	Labor: Jefe de Tecnocentro revisa la viabilidad económica de adquirir los repuestos faltantes, si se determina que no es viable se procede a dar de baja los repuestos y posteriormente, se solicita un motor en ensamble.
Pilay bodega repuestos	 Entregar repuestos	Labor: Los encargados de la bodega son los responsables de entregar el repuesto personalmente en el taller de motores.








Fuente: Elaboración propia basada en la investigación











Tabla 8
Análisis proceso de armado










Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	<div data-bbox="448 415 646 548">  Recepción de repuestos </div> <div data-bbox="448 562 646 695">  Recepción componentes rectificadas </div>	<p>Propuesta: Técnicos deben verificar y validar la llegada de repuestos y componentes rectificadas, además, para evitar retrasos por pedido de repuestos, se propone la entrega al inicio del proceso de un kit de repuestos, el cual contenga los repuestos que siempre se deben utilizar en el armado de motor.</p>
	<div data-bbox="448 764 646 896">  Lijar block de motor </div> <div data-bbox="448 911 646 1043">  Lijar componentes de motor </div> <div data-bbox="448 1058 646 1190">  Lijar eje de levas y cigüeñal </div>	<p>Labor: Después del rectificado, el block y las piezas quedan con impurezas propias del proceso, por ende se realiza un lijado para librarlas de estas.</p> <p>Propuesta: Se propone una zona exclusiva para el lijado de piezas, evitando así el desorden que provoca tener una zona de lijado en los lugares de trabajo de cada técnico, además de evitar la contaminación a los demás técnicos debido a las partículas en suspensión que genera el proceso.</p>
	<div data-bbox="448 1415 646 1547">  Lavar eje de levas y cigüeñal </div> <div data-bbox="448 1562 646 1694">  Lavar block de motor </div>	<p>Labor: Proceso que se inicia una vez terminado el lijado, se utiliza un líquido desengrasante para el block de motor, además de agua a presión a través de una hidrolavadora, el block de motor es trasladado hacia la zona de lavado (Anexo F), lugar común para todo Tecnocentro, mientras que el Levas y Cigüeñal en zonas que no están claramente delimitadas.</p> <p>Propuesta: Se propone una zona de lavado exclusiva para piezas como eje de levas y cigüeñal, evitando desorden en cada uno de los puestos de trabajo. El lavado de block se debe realizar con dos técnicos, debido al movimiento que se produce.</p>




Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	 Instalar metales de bancadas	<p>Propuesta: Labor que debido a su complejidad se propone que se realice con dos técnicos.</p>
	 Medir túnel de cigüeñal  Medir muñón de biela y bancada	<p>Labor: Mediciones de alta precisión, los técnicos cuentan con un documento estandarizado para realizar este proceso.</p> <p>Propuesta: Este paso es importante, puesto que puede implicar un cambio de componentes o nuevamente una rectificación, se propone que dos técnicos ejecuten las labores.</p>
	 Instalar cigüeñal	<p>Labor: La instalación del eje Cigüeñal implica realizar medidas de un posible juego axial, si tiene este juego se debe mandar a rectificar si es posible, si no, se debe cambiar.</p> <p>Propuesta: Debido a la complejidad de la labor se propone que se realice con dos técnicos.</p>
	 Torquear bancadas	<p>Labor: El torque que se les dan a las bancada vienen dados por manual, la forma de realizarse es de manera cruzada, se utiliza una llave de torque especial.</p> <p>Propuesta: Se propone que el uso de esta herramienta especial sea exclusivo del taller de motores, ya que actualmente existe solo una para todo Tecnocentro. Se proponen dos técnicos.</p>
	 Instalar y medir camisas	<p>Labor: Este proceso se realiza con instrumentos de medición, comparador de caratulas, si la altura no es correcta se procede a rectificar nuevamente el block.</p> <p>Propuesta: Supervisor debe validar las mediciones, se debe realizar con dos técnicos.</p>

Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	 Medir túnel de levas	<p>Propuesta: Medición que se realiza con un documento estandarizado, se recomienda que se cumpla con las tres mediciones como mínimo por cada sección, quedando registrado en el documento. Labor debe ser ejecutado por dos técnicos.</p>
	 Instalar taqués + eje de levas  Instalar irrigadores de levas	<p>Propuesta: Debido a tamaño de las piezas y por la poca movilidad que implica la instalación, es un proceso que se debe realizar con más de un técnico, para el caso de estudio se proponen dos.</p>
	 Armado de biela y pistones  Dar torques	<p>Propuesta: El torque que se les da al armado de bielas se hace más eficiente con dos técnicos, debido a que uno realiza el uso de la herramienta y el otro acomoda las bielas.</p>
	 Realizar pistoneado y medir bielas	<p>Labor: El pistoneado consiste en instalar los pistones dentro de los cilindros junto con sus anillos.</p> <p>Propuesta: Se propone dos técnicos en esta etapa, ya que es necesario que uno trabaje por la parte superior del block y otro por la parte inferior, más de dos técnicos provocaría un estorbo en los movimientos.</p>

Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	 Instalar irrigadores de pistón	Propuesta: Por la exactitud que requiere el trabajo se propone por lo menos dos técnicos.
	 Instalar piñón del cigüeñal	Propuesta: Labor que puede ser realizada por un solo técnico.
	 Instalar succionador de bomba de aceite	Propuesta: Se propone un solo técnico para esta labor.
	 Instalar bomba de aceite	Propuesta: Debido que en este punto del proceso es necesario mover el motor con el tecle, se propone dos técnicos para realizar la instalación de bomba de aceite y cárter.
	 Instalar cárter	
	 Instalar tapa de distribución	Labor: En esta etapa el motor vuelve a estar en el mesón central de trabajo, después de ser levantado con el tecle. Propuesta: Esta labor no requiere de más de un técnico.
	 Instalar culata y dar torque	Labor: En esta etapa se utiliza una llave de torque, el apriete (torque) de la culata viene dado según manual de cada motor. Propuesta: Debido a la forma de ejercer esta labor, se requieren dos técnicos, ya que uno se encarga de realizar el apriete y el otro ayuda a verificar los giros de los pernos de culata.

Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	<div data-bbox="440 317 643 443">  <p>Instalar bomba de combustible</p> </div> <div data-bbox="440 453 643 579">  <p>Instalar piñones eje de leva</p> </div> <div data-bbox="440 590 643 716">  <p>Instalar tapa eje de leva</p> </div>	<p>Propuesta: Debido a la posición en donde se realizan estos trabajos, con respecto al motor, y además por el tipo de trabajo, estas labores no requiere de más de un técnico, por ende, se propone que estas labores se realicen de forma paralela.</p>
	<div data-bbox="440 764 643 890">  <p>Instalar carcaza Dámper</p> </div> <div data-bbox="440 900 643 1026">  <p>Instalar Dámper</p> </div>	<p>Propuesta: Se propone que un solo técnico realice estas labores en el mismo orden, evitando así movimientos innecesarios.</p>
	<div data-bbox="440 1094 643 1220">  <p>Instalar polea de cigüeñal</p> </div> <div data-bbox="440 1230 643 1356">  <p>Instralar bomba de agua</p> </div> <div data-bbox="440 1367 643 1493">  <p>Instalar polea de bomba de agua</p> </div> <div data-bbox="440 1503 643 1629">  <p>Instalar volante de inercia</p> </div> <div data-bbox="440 1640 643 1766">  <p>Instalar compresor</p> </div>	<p>Labor: Secuencia de labores que no requieren de algún apoyo especial, ya sea de herramientas de precisión o apoyo de otro técnico.</p> <p>Propuesta: El propósito del estudio de métodos es lograr que estas labores se puedan realizar de manera simultánea, y bajar el tiempo total del proceso.</p>

Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
<p>Técnico proceso de armado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="444 321 641 449"> Instalar bomba solidaria <li data-bbox="444 470 641 598"> Armado de ramal de cables + PLD <li data-bbox="444 619 641 747"> Instalar múltiple de admisión <li data-bbox="444 768 641 896"> Instalar múltiple de escape <li data-bbox="444 917 641 1045"> Instalar enfriador de aceite <li data-bbox="444 1066 641 1194"> Instalar turbo <li data-bbox="444 1215 641 1344"> Instalar inyectores <li data-bbox="444 1365 641 1493"> Instalar tuerca punta inyectora <li data-bbox="444 1514 641 1642"> Instalar balancines 	<p>Propuesta: A través del estudio de métodos se pretende realizar estas labores de manera simultánea sin dejar de lado la secuencia lógica del proceso.</p>

Cargo	Labor	Explicación labor y/o propuesta
Técnico proceso de armado	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="448 373 638 499"> Regular válvulas <li data-bbox="448 520 638 646"> Colocar tapa de válvulas <li data-bbox="448 667 638 793"> Instalar componentes periféricos 	<p>Labor: Secuencia de labores que no puede ser realizada de otra forma (las dos primeras), la regulación de válvulas se realiza con un instrumento de medición llamado Feller, que sirve para medir la distancia entre la válvula y balancín, esta distancia viene dictada según manual de motor.</p> <p>Propuesta: Para la regulación de válvulas, la instalación de la tapa de válvulas y la instalación de componentes periféricos se propone dos técnicos, debido a la disminución del tiempo invertido en estas labores que se generaría.</p>

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.5 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo.

A través de la observación que se realizó en terreno se puede concluir lo siguiente:

- Los procesos no lo puede realizar un solo técnico, puesto que en labores como el traslado del motor , el retiro de pernos de culata, el movimiento que se debe realizar con el teclé eléctrico para sacar el cárter, el retiro de bielas, bancadas, pistones camisas, pistoneado, entre otras labores es necesario el apoyo de por lo menos un segundo técnico.
- Para el desarrollo del nuevo método de trabajo se propone dos técnicos para cada proceso, no necesariamente la misma pareja para ambos, puesto que se debe considerar el tiempo muerto que devenga del proceso de rectificado, como ya se dijo antes, en más de una labor es necesario constar por lo menos con dos técnicos, no se proponen tres puesto provocaría topes entre sí, desperdicio de HH.
- Lo que más provoca movimientos innecesarios de los técnicos es la búsqueda de las herramientas, puesto que no están en un lugar común, además agregar el desorden propio del lugar de trabajo.
- Se debe evitar los movimientos de posición del motor lo más posible, ya que este cambio de posición se realiza a través de un teclé eléctrico que es único para todo el taller de motores, además, cada técnico que interviene en el proceso realiza movimientos distinto para el motor, de acuerdo a su experiencia.

Según lo analizado a través del estudio de métodos, se propone la siguiente estructura a seguir para los procesos de desarmado y armado, considerando dos técnicos.

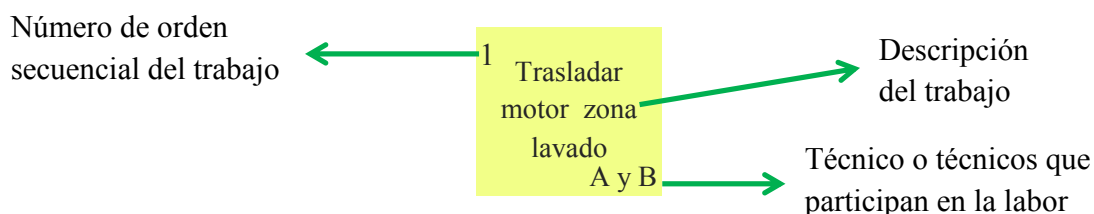


Figura 16. Nomenclatura labores simultáneas

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.5.1 Método proceso de desarmado

La mayor parte de las labores realizadas en el proceso de desarmado se pueden realizar de forma simultánea sin la necesidad de mayores detenciones por parte de los técnicos.



Figura 17. Trabajos simultáneos proceso desarmado

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.5.2 Método proceso de armado

A diferencia de la propuesta de métodos del proceso de desarmado, en el cual muchas de sus labores se realizan de manera más expeditas, en el proceso de armado, debido a la precisión que se requiere en gran parte de él, es que sus labores se tornan menos expeditas y requieren de una mayor concentración, es por esto que gran parte de sus labores se proponen que se realicen entre dos técnicos, tal cual como se puede apreciar en la figura 18.

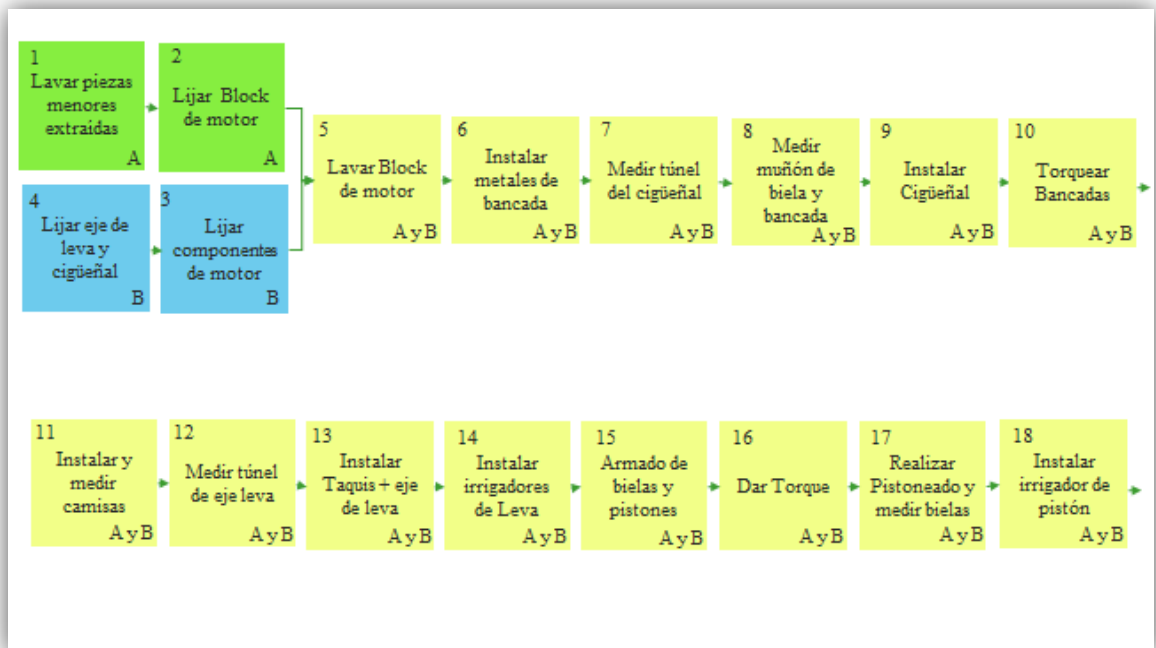




Figura 18. Trabajos simultáneos proceso de armado

Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

6.1.6 Desarrollo distribución de planta.

Antes de comenzar con la medición de los tiempos bajo los estándares propuestos, se debe tener una sinergia con el lugar de trabajo, para realizar una propuesta de redistribución del taller de motores lo primero que se realiza relevar el estado actual.

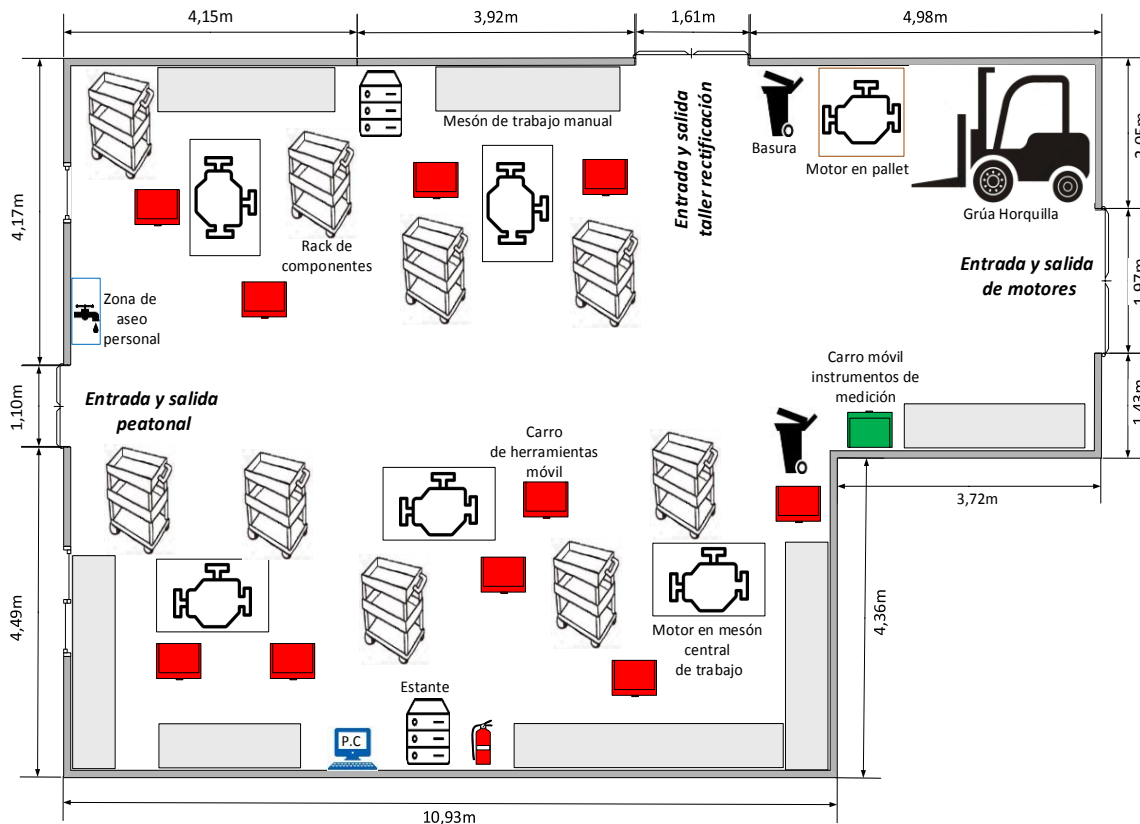






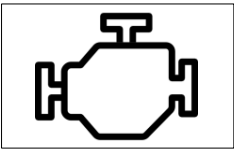
Figura 19. Layout inicial de taller de motores

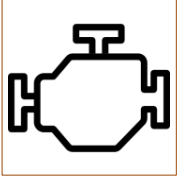





Fuente: Elaboración propia basada en el relevamiento de procesos de la empresa

La distribución de planta en un estado inicial, como se aprecia en la figura 19, carece de delimitaciones de las zonas de trabajo y de tránsito peatonal, además de poseer objetos innecesarios para el desarrollo de las actividades, es por esta razón que se propone una aplicación de la herramienta 5's.

Tabla 9

Descripción Layout estado inicial taller de motores

Elemento	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> Mesón de trabajo manual, el ancho de estos mesones es el mismo para todos, el largo varía. Se ocupa como apoyo para cierta parte de los procesos, como el armado de pistones, además de guardar componentes usados y/o repuestos en su segundo y tercer nivel.
	<ul style="list-style-type: none"> Carro de herramientas móvil, como se deduce por nombre, este carro permite el traslado de las distintas herramientas de cada técnico por todo el taller, el taller posee 10, sin embargo solo cuenta con 8 técnicos.
	<ul style="list-style-type: none"> Rack de componentes, la función que ejerce es la de guardar todo tipo de componentes sacado de los distintos motores, existe un rack por cada técnico, y uno que posee todo tipo de componentes de distintos motores ya obsoletos.
	<ul style="list-style-type: none"> Carro móvil de instrumentos de medición, contiene instrumentos de alta precisión que deben tener un cuidado más prolijo por concepto de calibración, entre ellos, comparador de caratulas, pie de metro digital y micrómetro de interiores entre otros.
	<ul style="list-style-type: none"> Motor en mesón central de trabajo, el motor es colocado aquí para proceder con los procesos de desarmado o armado, el mesón mide cerca de 40 cm de alto y permite un desarrollo óptimo para las labores, el motor es colocado aquí por su facilidad de manejo con el tecla electrónico.

Elemento	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Motor en pallet, Se asigna una zona delimitada para el motor en pallet, esto implica que es un motor que será reparado o bien está en espera del camión para ser despachado operacional, se deja en claro que en este taller por temas de espacio, no puede albergar más de un motor en espera, en el caso de que hubiesen más motores próximos a entrar, estos se mantienen el patio de garantías (montaje y desmontaje).
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grúa horquilla utilizada para retirar el motor desde el camión de traslado y también de reponerlo en este mismo, este camión es el que traslada el motor desde el taller de desmontaje y montaje (patio de garantías) y el taller de motores.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zona de aseo personal, dedicada para los técnicos, y cuenta solo con un lavamanos y desengrasante especial para estas.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Computador utilizado por el supervisor, con el fin de administrar OT, solicitudes de repuestos, correos electrónicos entre otras funciones.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estantes en donde se guardan distintos documentos como las OT y otros tipos de documentos, la mayoría de ellos obsoletos y/o deteriorados.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Basurero común, para todo el taller de motores.

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2 Propuesta de Layout para el taller de motores.

El diseño de layout que se presenta como propuesta para el taller de motores está basado en los nuevos métodos de desarmado y armado, presentes en este proyecto.

Para esta nueva distribución del taller de motores se proponen las siguientes modificaciones.

- **Zonas de trabajo:** estas zonas serán dispuestas y demarcadas con el fin de agilizar y dar una mayor seguridad en los procesos, para esto se proponen, dos zonas de desarmados que serán dispuestas cerca del taller de rectificación, debido a que una vez terminado el proceso de desarmado el block de motor y sus componentes deben ser trasladado hacia este taller, además se dispondrán cerca de la entrada y salida de motores evitando así el desplazamiento de la grúa horquilla a través del taller, ya que cuando llegan los motores al taller son descargados por esta.

Se proponen además de tres zonas de armado, una más que el proceso de desarmado ya que el rectificado de piezas retrasa el proceso de armado, dejando estancado el motor por un tiempo que no es directamente dependiente del taller de motores.

Para lograr estas zonas se requiere de reorganizar los elementos con los que cuenta el taller de motores, si bien, la grúa horquilla es necesaria para los procesos, esta le pertenece a todo Tecnocentro, y por estándares de seguridad de la empresa, es manipulada por conductores designados y con licencia profesional, además de poseer su estacionamiento al exterior del taller de motores, es por esto, que ningún técnico tiene la potestad de conducir esta grúa, por lo cual para este presente proyecto de título, se comprenderá que este elemento estará comprendido en el layout de propuesta.

Además de estas zonas, se demarcará claramente una zona asignada para el supervisor, ya que en esta zona él mantendrá contacto directo con sus superiores a través de correos electrónicos y realizara las reuniones de apertura¹⁰ de cada día.

¹⁰ Apertura, reuniones que se realizan con fines de seguridad y productividad al inicio de cada jornada.

- **Mesón de trabajo manual:** las dimensiones de los mesones de trabajo son excesivas, la mayor parte de su espacio se ocupa con elementos obsoletos y dañados, como repuestos de motores que ya fueron dados de baja, además la basura como cajas de repuestos e insumos automotrices sin uso. Se propone eliminar mesones que no sean necesarios, y solo dejar uno por zona de trabajo de 200 cm de largo y 60 cm de ancho, estos mesones poseen tres niveles, la propuesta es que a través de la aplicación de la metodología 5's estos mesones queden libre de elementos y prácticas que no aporten valor a los procesos, y con esto dejar el primer nivel (parte superior cuenta con tornillo mecánico) solo para labores relacionados al procesos de armado y desarmado, y el resto de los niveles dejarlos para el almacenamiento provisorio de los repuestos que serán ocupados en el motor.
- **Panel de herramientas:** revelar el estado de ocupación real de cada herramientas, organizando a través del 5's la cantidad de herramientas indispensables para los procesos, estas se pondrán en un panel genérico por sobre el mesón de trabajo, que sea de fácil acceso para la pareja de técnicos.
- **Mesón de trabajo central:** se dispondrá de un mesón de trabajo central por zona, la disposición de estos serán perpendicular al mesón de trabajo manual y panel de herramientas, ya que en esta posición el motor se hace más fácil y seguro la conexión con el teclé eléctrico, sin embargo por conceptos de espacio, solo en una zona se trabajara con el motor en una posición distinta.
Las medidas del mesón son, 40 cm de alto, 150 cm de largo y 100 cm de ancho, siendo idóneo para las dimensiones del modelo de motor más requerido (Anexo G).
- **Rack de componentes:** para el desarrollo de los nuevos métodos y estándares propuestos, se requiere de un solo rack de componentes por zona, eliminado los que puedan sobrar, esto obedece a los desórdenes que provocaba que cada técnico contara con un rack propio, ya que en un mismo rack puede haber piezas de hasta tres motores distintos, con los nuevos métodos cada pareja se les asignara un rack por proceso,

evitando así que en un mismo rack se mezclen componentes de otros motores, si bien, una de las razones por la cual los rack poseían componentes de más de un motor era la sobredemanda de motores que pueden llegar a tener el taller, el fin de este proyecto es estandarizar los procesos y ello significa, que el taller por conceptos cantidad de técnicos no puede tener más de 4 motores en desarrollo, a pesar de que se proponen cinco zonas de trabajo, se determina una sobrante en caso de algún estancamiento provocado por cualquier eventualidad anexa a taller de motores, como por ejemplo, la nula respuesta o retraso del taller de rectificado.

- **Carro de herramientas móviles:** se propone solo un carro por técnico, los cuales deben quedar al final de su uso en el lugar asignado en el nuevo layout, para mantener estándares de orden y limpieza.
- **Lijado y lavado de componentes:** para evitar detenciones en el proceso de desarmado y el desorden que provoca tener un espacio para el lijado y lavado en cada zona de trabajo, es que se propone una zona exclusiva para estos procesos, manteniendo así las zonas de trabajo libre de contaminación ya sea por virutas del lijado o residuos normales de los líquidos utilizados en el lavado de componente menores. Dejar en claro que el proceso de lijado y lavado del block de motor, es realizado por los mismos técnicos, pero en un lugar asignado por Tecnocentro fuera del taller de motores pero en las mismas dependencias de Tecnocentro.

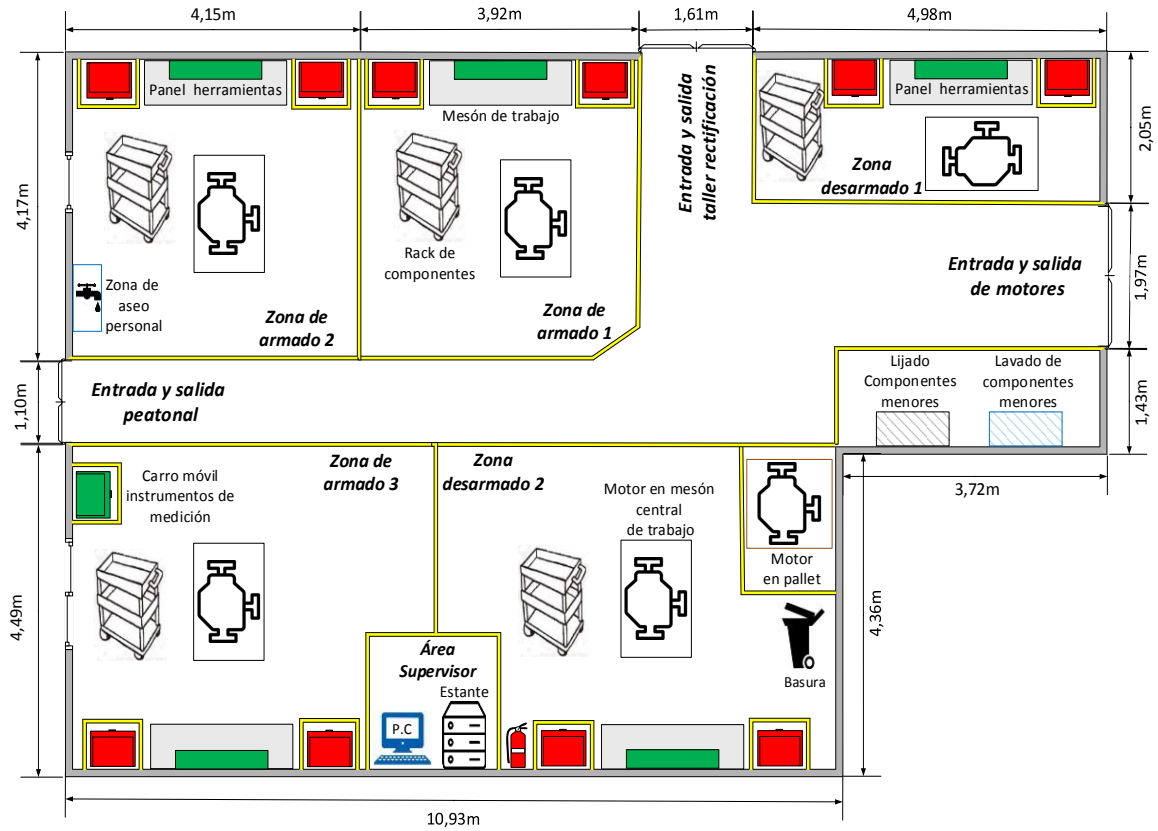


Figura 20. Propuesta nueva distribución de planta
Fuente: Elaboración propia

6.1.7 Aplicación de metodología 5's.

Con esta metodología se busca obtener una organización del lugar de trabajo idónea para los requerimientos del taller de motores, eliminar desperdicios como piezas de motor que van quedando con el transcurso de los procesos, lo que sucede debido a que los componentes que son cambiados se van guardando, lo cual provoca una pérdida de espacio para todo Tecnocentro, además se busca instaurar una disciplina en los técnicos que ayude a un mejoramiento continuo en su lugar de trabajo y por ende en los procesos intervenidos.

Para la aplicación de esta metodología se comenzó realizando una charla a los técnicos y supervisor respecto de toda la implicancia que debía tener esta aplicación en sus labores a futuro, a modo de que se sientan parte fundamental en estos cambios, la tarea fue capacitarlos a través de una presentación (Anexo H).

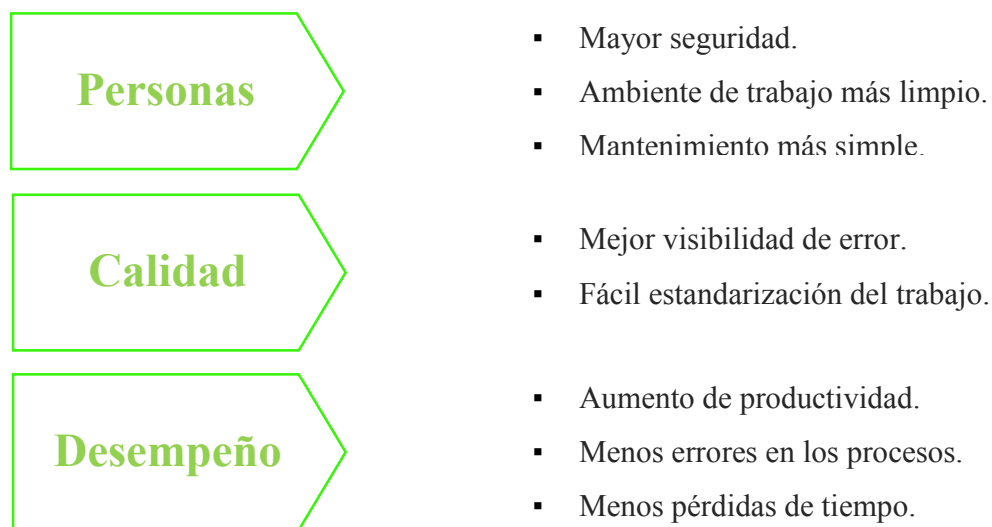


Figura 21. Impacto de metodología 5's

Fuente: Taller práctico 5's (Proyecto Renacer Lean Tur Bus , 2016)

6.1.7.1 Etapas de la metodología 5's en taller de motores.

En el desarrollo de este proyecto de título se realizó más hincapié en tener zonas de trabajo para poder realizar los procesos de desarmado y armado bajo los métodos propuestos y obtener una medición de los tiempos de estos, la aplicación de las 5's se realizó en todo el taller de motores, a modo de conseguir orden, limpieza y una visualización idónea del taller.

1) Selección (Seiri)

Esta etapa tiene como objetivo separar entre lo necesario y lo innecesario conservando las herramientas y elementos de uso diario, almacenar aquello que se usara más adelante, etiquetar o en su defecto eliminar lo que nunca se utiliza, artículos que no aportan a los procesos, o aquellos artículos que están en forma reiterada. Para realizar esta etapa se utilizó un documento de apoyo para los técnicos, quienes fueron los que completaron los ítems.

Objetos necesarios

- Herramientas indispensables para el procesos de armado y desarmado.
- Instrumentos de medición como pie de metro, micrómetro de interior y exterior, comparador de caratulas etc.
- Mesón central de trabajo, la propuesta es que sea solo uno por zona de trabajo.
- Carro de herramientas móvil, uno solo por técnico.
- Rack de componentes, uno por zona de trabajo.
- Mesón de trabajo manual.
- Estante para el guardado de documentos.
- PC para el recibo de OT, pedidos de repuestos, e-mail, entre otros.

Objetos dañados

- Herramientas dañadas por el uso habitual.
- Instrumentos de medición descalibrados.
- Mesón central de trabajo inestable.
- Carro de herramientas móvil sin ruedas.
- Rack de componentes dañados.



Objetos obsoletos

- Manuales desactualizados.
- Piezas de motores usadas, sin posibilidades de ser utilizadas como repuestos.
- Insumos obsoletos como grasa, aceite y desengrasante.
- Documentos varios y OT'S.



Objetos de sobra

- Herramientas sin usos, propios de otros procesos.
- Mesones de trabajo manual sobrantes y excesivamente largos.
- Rack de componentes.
- Carro de herramientas móvil.
- Piezas automotrices.
- Cajas de repuestos.
- Estante.
- Grúa horquilla, su lugar asignado no está en el taller de motores.
- Basurero.

Figura 22. 1's Selección
Fuente: Elaboración propia

Si los objetos dañados no pueden ser reparados o los objetos de sobra no son útiles para nadie más en Tecnocentro, se recomienda que se descarten, al igual que los objetos obsoletos, de lo contrario los objetos de sobra si pueden ser útiles para alguien más dentro de la organización se pueden transferir o donar, de no ser así se recomienda que se vendan, ejemplo de esto son las piezas automotrices que se lograron separar.

El proceso ejecutado en el taller de motores generó gran movimiento de elementos que fueron retirados del taller (Anexo I).

2) Ordenar (Seiton)

El objetivo es asignar un lugar para cada cosa y asegurarse de que cada cosa este en su lugar, en específico para el desarrollo de este proyecto, es asegurarse que las herramientas genéricas para los procesos de armado y desarmado sean de fácil acceso para ambos técnicos, para esto sea realiza un panel de herramientas considerando las más usados de acuerdo a ambos procesos y por supuesto validado por los técnicos y supervisor, dentro de estas herramientas estarán, un juego de llaves punta-corona desde la medida 6 hasta 36 mm, chicharra corta $\frac{1}{2}$ " y larga $\frac{3}{4}$ " con extensión mediana y corta, juego de llave Corona-Corona y Curva-Curva desde 8 hasta 14 mm, barrote largo corredizo $\frac{3}{4}$ " y barrote de fuerza $\frac{1}{2}$ " , alicate cortante, de punta y universal, caimán cadena, dos alicate seguro Segeer interior curvo, 2 juegos de llave Allen, juego de dados punta hexagonal $\frac{1}{2}$ " fraccional, juego de dados poligonal largo $\frac{3}{4}$ " medidas desde 10 hasta 24 mm (incluyendo medidas 17 y 19 para culatas), juego de dados hexagonales $\frac{1}{2}$ ", destornilladores punta paleta y cruz (Anexo J).

La existencia de un solo mesón central de trabajo por zona, asegurando un espacio idóneo para el tránsito de los técnicos.

Para lograr el desarrollo correcto del layout que se propone en este proyecto de título es que en esta etapa se ordena un rack de componentes por zona de trabajo, los mesones de trabajo serán cortados a las medidas de la propuesta realizada y se ordenaran debajo del panel de herramientas.

Los carros de herramientas móviles serán asignado uno por cada técnico, y se ordenaran a un costado de cada mesón de trabajo manual, esto carros contienen herramientas propias de cada técnicos, entre ellas se destacan pistola neumática, dado de 10 mm poligonal largo, alicate seguro Segeer exterior curvo, reductor de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ ", reductor de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ ", calibrador de Feller e imanes telescópicos, además de las herramientas, el carro móvil contendrá los EPP de cada técnico y los trajes desechables.

El carro móvil de herramientas de medición se dispondrá de los micrómetros de interior y exterior, pie de metro digital, comparador de caratulas y un verificador de diámetros

agujeros para interiores. Será ordenado en una zona fija, pero por concepto de ser móvil se podrá desplazar por todo el taller.

Tabla 10

Kit de Herramientas para procesos de desarmado y armado

Descripción	Cantidad
Pistola neumática 1/2" y 3/4"	1
Juego de dados 3/4" poligonal Largo (incluyendo 17 y 19 mm)	1
Dado de 10 mm poligonal largo	2
Juego de dado Allen (incluido dado 6 mm largo)	2
Juego de dado hexagonal 1/2"	1
Juego de llave Punta - Corona, (incluir 30-32-36 mm)	1
Juego de llave Corona-Corona y Curva-Curva desde 8 a 14 mm	1
Caja Down 1/4" (Dado 4-14)	1
Juego de dados punta hexagonal 1/2" fraccional	1
Dados 3/4" (24 y 27 mm)	1
Caimán cadena	1
Destornilladores paleta-cruz	1 de c/u
Alicate seguro Segeer interior curvo	2
Alicate seguro Segeer exterior curvo	2
Micrómetro de interior	2 de c/u
Micrómetro de exterior	2 de c/u
Pie de metro digital	1
Comparador de caratulas	1
Barras extensiones mediana y larga	1 de c/u
Reductor de 3/4" a 1/2"	2
Reductor de 1/2" a 3/4"	2
Calibrador de Feller	2
Juego llave Allen (5-16 mm)	2 juegos
Imanes telescópicos	2
Alicate universal- punta-pinza-cortante	1 de c/u
Lijadora orbital	1
Llave torque 3/4" con bloqueo del torque , certificado de calibración ISO 9000	1
Llave Torque 1/2" de 30 a 150 lbs/pie, con bloqueo de torque y certificado de calibración ISO 9000	1
Verificador de diámetro agujeros para interiores	1

Fuente: Elaboración propia

3) Limpieza (Seiso)

Su objetivo es la de mantener limpias las zonas de trabajo y herramientas que se ocupan en los procesos, esto se debe mantener de forma rutinaria y lograr la autonomía de cada técnico en sus zonas de trabajo asignadas, es decir, la limpieza debe lograr convertirse en un hábito personal del técnico para con la zona de trabajo.

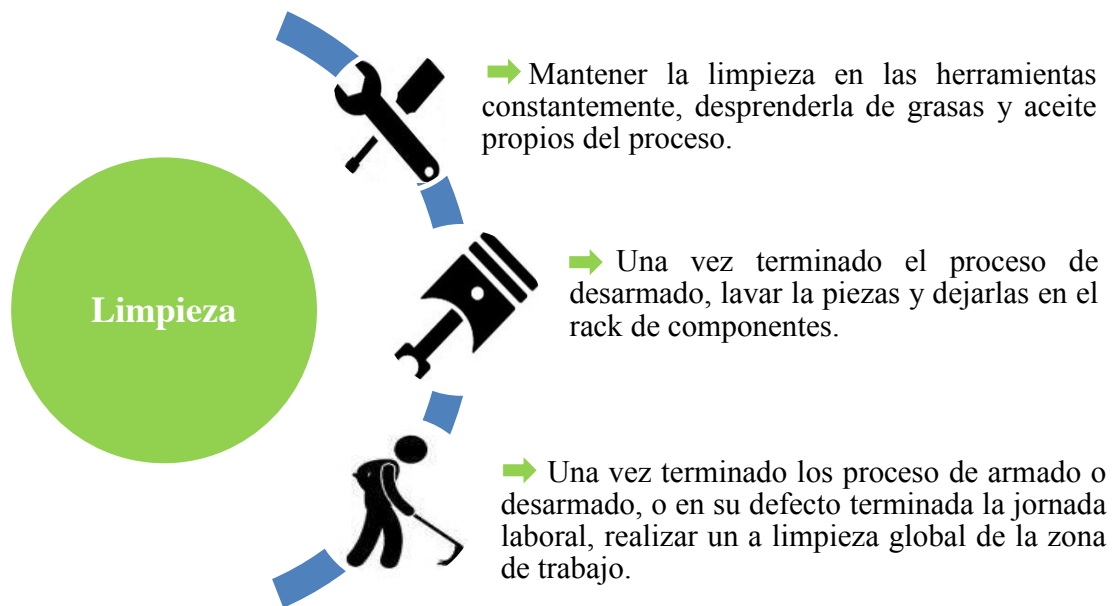


Figura 23. Desarrollo 3's en taller de motores

Fuente: Elaboración propia

4) Estandarización (Seiketsu)

Asignar trabajos y responsabilidades a los técnicos, provocando el empoderamiento de esta metodología, los técnicos son alentados a participar activamente de las normas, por ejemplo, realizando ellos mismos la creación del panel de herramientas que permite visualizar y obtener de manera más rápida y eficiente las herramientas más requeridas en los procesos. Ellos serán los encargados de las zonas de trabajos que se les asignaran, teniendo la responsabilidad de mantener el orden y aseo de estas, entregándolas de la misma forma en que la recibieron una vez terminado el proceso de armado y desarmado, es decir, cada cosa en su lugar, las herramienta, el rack de componentes, el carro de herramientas móvil, la disposición del mesón central de trabajo, etc.

Para cambiar la cultura organizacional la estandarización brinda un apoyo importante al desarrollo correcto de las primeras 3s, para que estas no presenten retrocesos en el futuro, y permite crear un hábito en los técnicos del taller. La estandarización permite convertir todo las etapas anteriores en un comportamiento normal y estandarizado a través de medidas visuales que permiten mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y organizado, provocando que cualquier miembro del taller se acostumbre a estos estándares y trabaje al alero de ellos.

Tabla 11
Estandarización en el taller de motores

Descripción	Objetivo
Demarcación zonas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite un control visual para detectar el estado o lugar de un componente del taller con un solo vistazo ▪ Terminada la jornada laboral o alguno de los procesos, el carro de herramientas móvil deben ser dirigidos al su lugar designado. ▪ Permite que cada pareja una vez terminado el proceso o jornada laboral sea responsable de entregar su espacio limpio y ordenado. ▪ Permite un tránsito seguro por las zonas peatonales (Anexo K).
Letreros de zonas de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A través del nombre de la zona se puede identificar su fin, esta información visual se hace difícil de ignorar.
Zonas exclusivas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zonas exclusivas de lavado y lijado con el fin de ordenar los procesos de armado y desarmado evitando ensuciar las zonas asignadas a estos proceso con grasa, sedimentos, virutas, partículas en suspensión u otros (Anexo L).
Panel de herramientas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entrega una visualización rápida y oportuna de las herramientas altamente demandas en los procesos de armado y desarmado, además de ser un indicador claro en caso de que falte alguna herramienta al inicio de un proceso.

Fuente: Elaboración propia

5) Disciplina (Shitsuke)

La disciplina busca convertir en un hábito permanente lo establecido en las anteriores etapas, solo con el hábito se asegura el cumplimiento a través del tiempo de los estándares establecidos. La disciplina depende de la voluntad de los técnicos, ya que no se puede medir ni ver, se sabrá solo con el pasar del tiempo si es que se ha logrado mantener una disciplina idónea en el taller de motores.

Tabla 12
La 5's y sus responsabilidades

Zonas	Responsabilidades
Zona desarmado	<ul style="list-style-type: none">▪ Técnicos responsables de dejar los componentes retirados del motor en rack de componentes.▪ Entregar la zona de trabajo ordenado y limpio al final de la jornada laboral o el proceso de desarmado.
Zona armado	<ul style="list-style-type: none">▪ Técnicos responsables de mantener los repuestos en el mesón de trabajo manual.▪ Responsables de mantener los componentes retirados en el rack.▪ Los envoltorios de los nuevos repuestos se deben dejar en lugar asignado para la basura.▪ Todos los elementos deben ser guardados al final de la jornada laboral o el proceso de armado según indica el Layout.▪ Entregar la zona de trabajo ordenado y limpio al final de la jornada laboral o el proceso de armado.
Zona de lijado	<ul style="list-style-type: none">▪ Técnicos responsables de realizar el proceso en la zona determinada.▪ Una vez terminado el lijado, entregar zona limpia y ordenada.
Zona de lavado	<ul style="list-style-type: none">▪ Esta zona es de exclusivo uso para lavado de piezas menores, evitando el desorden y suciedad en cada zona de trabajo.▪ El uso de desengrasante, gasolina y otros líquidos de uso para el lavado de piezas, deben ser exclusivo para esta zona y es de responsabilidad de los técnicos mantener el orden y limpieza.

Fuente: Elaboración propia

Debido a que crear una nueva rutina toma tiempo, y teniendo en cuenta que para el presente proyecto de título no se va a poder demostrar si con el transcurso del tiempo los estándares establecidos por 5's siguieron vigentes, es que se propondrá insertar ítems relacionados con las mejoras propuestas en el taller de motores, estos se incorporaran en las “confirmaciones de procesos”¹¹ (Figura 24) que se realizan semanal y aleatoriamente por parte del equipo Lean de mantenimiento.

Beneficios de aplicar Shitsuke (Disciplina) en taller de motores

- Permite educar a los técnicos en principios 5's y mejoras continuas a futuro.
- Se crea una cultura de respeto por los recursos del taller y por ende de la empresa.
- La disciplina ayuda a crear hábitos.
- Motivación en el trabajo, al empoderar a los técnicos en las mejoras.
- La disciplina permitirá un lugar de trabajo que motive más a los técnicos en la producción diaria.
- Trabajo en equipo, ya que solo así se pueden mantener los estándares.
- Con lugares más óptimos para trabajar, la moral de los técnicos crecerá.
- En el futuro se podrá evaluar la evolución de las mejoras.

¹¹ Confirmaciones de procesos, documento estandarizado por el cual se realiza una auditoría y se obtiene un porcentaje de adherencia a las mejoras implementadas.

Confirmación de proceso			
<i>Proceso</i>	<i>Observador</i>	<i>Fecha</i>	<i>Hora</i>
Ejecución Taller Motores		__/__/__	:
Rol y herramientas supervisor			
01	<input type="checkbox"/>	Programación diaria esta visible	
02	<input type="checkbox"/>	Gráfico de cumplimiento esta actualizado	
03	<input type="checkbox"/>	Estatus de tiempo de ejecución está registrado	
04	<input type="checkbox"/>	Supervisor se encuentra cercano a la zona de trabajo	
05	<input type="checkbox"/>	Supervisor mantiene orden y limpieza en la zona de reunión	
06	<input type="checkbox"/>	Supervisor respeta la planificación diaria entregada por planificador	
Ejecución Taller			
<i>Tomar datos de una ejecución al azar en zona de armado o desarmado</i>			
07	<input type="checkbox"/>	Zona de trabajo tiene demarcada posición de herramientas.	
08	<input type="checkbox"/>	Herramientas de trabajo se encuentran en su posición	
09	<input type="checkbox"/>	Estante tiene ubicado repuestos correctamente señalados	
10	<input type="checkbox"/>	Kit de trabajo están en lugar correspondiente	
11	<input type="checkbox"/>	Piso del taller se encuentra demarcado y se respetan estas demarcaciones	
12	<input type="checkbox"/>	Técnicos respetan las zonas de trabajo designadas	
13	<input type="checkbox"/>	Hay presencia de basura o elementos que no corresponden en taller	
14	<input type="checkbox"/>	Técnico está utilizando sus EPP básicos (guantes, zapatos de seguridad, antiparras)	
Resultado auditoría			
<i>Puntos conformes</i>	<i>Total</i>	<i>Cálculo</i>	
	14	<i>Puntos conformes / 14</i>	
Indicaciones al finalizar			
<ul style="list-style-type: none"> - Comunique a supervisor y técnicos al menos 3 puntos positivos identificados en checklist - Los puntos donde registró oportunidad de mejora, asegúrese de entregar feedback al supervisor para corregir - Finalmente entregue documento a equipo Lean 			
Observaciones			

Figura 24. Confirmación de procesos para taller de motores
Fuente: Elaboración propia

6.2 Medición del tiempo de trabajo

Con el fin de obtener estándares de tiempos para cada labor de cada proceso y lograr ocupar de mejor forma las HH disponibles en el taller de motores y por supuesto las herramientas y equipamiento en general, es que se realiza una medición de los tiempos de trabajo, claro está que es necesario antes de estandarizar los tiempos de trabajo se hace fundamental tener los nuevos métodos de trabajo ya establecidos.

6.2.1 Etapas para la medición del tiempo de trabajo (Plan piloto).

6.2.1.1 Seleccionar el trabajo.

- Para la medición del trabajo se debe tener claramente establecido lo que se va a medir, en el caso de este proyecto de título, se ha dejado más que claro que el trabajo objeto de estudio son los procesos de desarmado y armado.
- La medición del tiempo en los procesos se realizó en un plan piloto, en donde solo se intervino una zona por proceso, de las diseñadas en el layout de propuesta.

6.2.1.2 Seleccionar trabajadores.

- Se realiza una charla a los técnicos explicando la razón de la medición del tiempos en los procesos, a pesar de que ya estaban interiorizados con la propuesta gracias a la aplicación del 5's.
- En el caso de estudio se recomienda elegir a los técnicos más calificados, ya que estos entregan resultados más reales en lo que respecta a los cálculos del tiempo estándar, debido a que realizará el trabajo sin caer en extremos de velocidad y lentitud. La elección de estos técnicos se realizó conforme las indicaciones del supervisor del taller.
- El trabajador calificado no es aquel que realiza el trabajo más rápido, si no aquel que brinda cualidades que van desde la agilidad mental, concentración, destreza física, buena vista y por supuesto un conocimiento especial adquirido.
- Las parejas no serán alteradas conforme comiencen un proceso.

6.2.1.3 Obtener y registrar información significativa.

- Durante el plan piloto se registra la información que pueda salir de lo presupuestado.
- El plan piloto se realizó durante el mes de mayo, el clima y condiciones de trabajo no impactaron significativamente el desarrollo normal de los procesos.

6.2.1.4 Comprobar el método.

- Se hace evidente que antes de comenzar la medición de los tiempos de trabajo con el objetivo de estandarizar los tiempos, es que se debe tener los nuevos métodos, ya que los tiempos de estos nuevos métodos son los que se compararan con el antiguo proceder del taller de motores.
- Se comprueba que los nuevos métodos establecidos son idóneos en su ejecución, ya que con dos técnicos, no es necesario la intervención de un tercero y su secuencia obedece a la lógica del motor.
- Los métodos propuestos se ejecutaran en dos zonas asignadas, tal cual se muestran en las figuras 25 y 26.

6.2.1.5 Descomponer las tareas en elementos.

- Al descomponer los trabajos en elementos se puede concluir que gran parte de ellos corresponden a elementos manuales, ya que la interacción que realizan los técnicos en cada etapa de los procesos es sin la necesidad de utilizar alguna máquina como soporte.
- El proceso de rectificado se considera como un elemento dominante, ya que abarca gran tiempo dentro de la tarea de dejar un motor operacional, remarcar que el rectificado es un proceso el cual no está dentro de las mejoras en que se orienta este proyecto de título.
- Elementos extraños, como ya se ha mencionado con anterioridad existen labores que pueden ser excluidas en el proceso de desarmado, el motor debe llegar al taller sin alternador y motor de arranque.

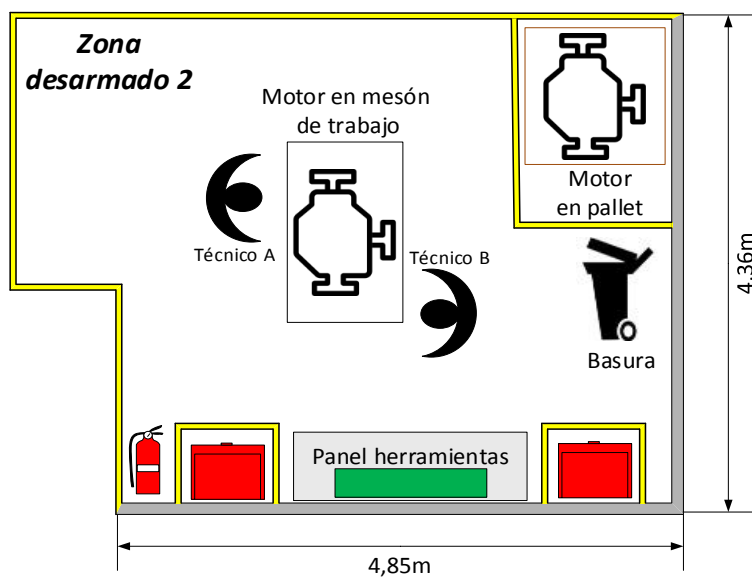


Figura 25. Zona asignada, plan piloto desarmado
Fuente: Elaboración propia

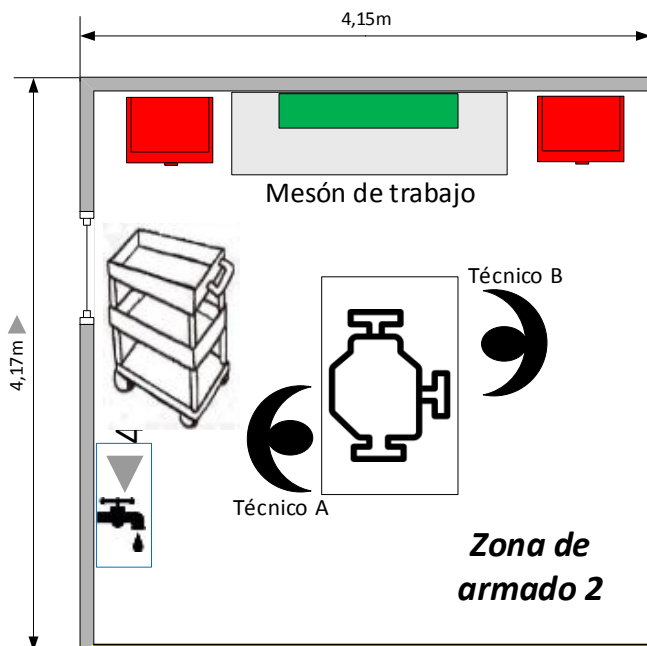


Figura 26. Zona asignada, plan piloto armado
Fuente: Elaboración propia

6.2.1.6 Tamaño de la muestra.

- Debido a que los ciclos de ambos procesos son de un tiempo considerablemente mayores a dos minutos, es que se opta por una medición con método tradicional, lo que conlleva a resultados más confiables. Para esta medición se realizarán 5 muestras.
- Las muestras se repartirán en tres completas bajo los métodos propuestos de forma idónea, es decir, que Tecnocentro trabajo en pos de estos, además se realizaron dos observaciones más en donde se midieron los tiempos para cada labor. Se debe precisar que solo las primeras tres observaciones se realizaron bajo un plan piloto.

6.2.1.7 Cronometraje.

- El cronometraje se realiza con vuelta a cero, lo que significa que se tomara el tiempo a cada una de las labores descritas en el diagrama de flujo de procesos, por separado, volviendo el cronometro a cero una vez tomado el tiempo de cada labor o elemento.
- Con el cronometraje con vuelta a cero se podrá determinar los posibles tiempos muertos, si es que existiesen, generados por los técnicos, sobre todo realizando una comparación con los métodos anteriores a la propuesta.
- En la tabla 16 y 17 se da a conocer los resultados de las mediciones de los trabajos con los nuevos métodos propuestos en el plan piloto que se realizó, además se saca un tiempo observado (TO) que no es más que el promedio de las cinco observaciones, este TO será utilizado para las siguientes etapas en la obtención del tiempo estándar de cada labor y cada proceso (todos los tiempos en minutos).

6.2.1.8 Valoración de ritmo.

- En la valoración de ritmo de los técnicos influye el momento de la jornada laboral, es obvio que al inicio de la jornada el ritmo de trabajo será mejor que después del almuerzo, ya que se entiende que existe cierto relajamiento biológico provocado por la ingesta de alimentos, además el ritmo cambia en la proximidad del término de la jornada.

- Otra de las razones por las cuales se eligieron técnicos mejores calificados, es porque en ellos la variación de ritmo se comporta de manera más estable.
- Para lograr una veracidad en la estandarización de tiempos que se persigue, es que se debe comparar el real desempeño de los técnicos con la idea de velocidad normal que se tiene al implantar los nuevos métodos.
- Existen factores que influyen en el ritmo del trabajo que son ajenas a los técnicos, estos pueden ser, los cambios de clima, si bien en el desarrollo del plan piloto no hubo cambios bruscos del clima, si se deja en claro que el taller de motores no posee un hermetismo que permita mantener una temperatura idónea para el desarrollo de los procesos, ya sea en temperaturas muy bajas o altas, lo cual afecta en el ritmo de trabajo. Además, si bien no se vio durante las observaciones, pueden suscitar variaciones en las condiciones de ejecución, por ejemplo la ausencia de alguna herramienta que implique un doble esfuerzo físico.
- La valoración de ritmo de los técnicos es asignada por el analista, en este caso de estudio, se hará uso de una tabla genérica recomendada, la tabla británica de valoración de ritmo.

Tabla 13
Tabla Británica

Escala de valoración	Descripción del desempeño
0	Actividad nula.
50	Muy lento, movimientos torpes, inseguros, el operario no demuestra interés en el trabajo.
75	Constante, resuelto, sin prisa, como operario desmotivado, pero bien dirigido y vigilado, parece lento, pero no pierde el tiempo mientras lo observan.
100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como el obrero calificado medio, logra gran tranquilidad en el nivel de calidad y precisión fijado.
125	Muy rápido, el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del obrero calificado medio.
150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos, actuación de “virtuosos” solo alcanzado por unos pocos trabajadores sobresalientes.

Fuente: Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo (W. Niebel & Freivalds, 2009)

- Con apoyo en la tabla británica se le asignó a cada labor realizada por los técnicos una valoración según lo observado, ver tabla 16 y 17.
- Con la valoración de ritmo (VR) se puede obtener el tiempo básico (TB) con la siguiente fórmula.

$$T.B = T.O \times \left(\frac{V.R}{100}\right)$$

T.B: Tiempo básico.

T.O: Tiempo observado.

V.R: Valoración de ritmo.

6.2.1.9 Tiempo de suplemento.

- A pesar de lograr conseguir los mejores métodos en la reparación de los motores, evitando movimientos innecesarios de parte de los técnicos, o evitando mover el motor con el teclé más de lo debido, a pesar de todo esto, la fatiga, los descansos y las necesidades personales de los técnicos son parte inherente en cualquier nuevo método que se implementen.
- Los tiempos de suplemento otorgan una compensación al trabajo, debido a estas detenciones inevitables y propias de cualquier labor.
- El factor propio del trabajo es punto importante a considerar, ya que ambos procesos, desarmado y armado no son trabajos que impliquen poca fatiga, teniendo en consideración las dimensiones de un motor tipo, con esto se infiere que los tiempos de suplemento para este tipo de trabajo, en donde todo el tiempo se permanece de pie por ejemplo, serán mayormente considerados.
- Para el cálculo final del tiempo estándar de cada labor se debe incluir el efecto de los tiempos de suplemento, y para esto se determina el uso de la siguiente tabla, basada en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga.

Tabla 14
Suplementos constantes

A. Suplementos constantes	(%)
1. Suplemento personal.....	5
2. Suplemento por fatiga básica	4

Fuente: Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo (W. Niebel & Freivalds, 2009)

Tabla 15

Suplementos variables

B. Suplementos variables	(%)
1. Suplemento por estar de pie.....	2
2. Suplemento por posición anormal	
a) Un poco incomoda.....	0
b) Incomodo (Agachado).....	2
c) Muy incómodo (Tendido, estirado).....	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (Levantar, jalar o empujar) Peso en Kg	
2,2.....	0
4,5.....	1
6,8.....	2
9,0.....	3
13,6.....	5
15,8.....	7
18,1.....	9
22,6.....	13
27,8.....	17
31,7.....	22
4. Mala iluminación	
a) Un poco debajo de la recomendada.....	0
b) Bastante menor que la recomendada.....	2
c) Muy inadecuada.....	5
5. Condiciones atmosféricas (Calor y humedad) variable	0-100
6. Atención requerida	
a) Trabajo bastante fino.....	0
b) Trabajo fino o preciso.....	2
c) Trabajo muy fino o muy preciso.....	5
7. Nivel de ruido	
a) Continuo.....	0
b) Intermitente-fuerte.....	2
c) Intermitente-muy fuerte.....	5
8. Estrés mental	
a) Proceso bastante complejo.....	1
b) Atención compleja o amplia.....	4
c) Muy compleja.....	8
9. Monotonía	
a) Nivel bajo.....	0
b) Nivel medio.....	1
c) Nivel alto.....	4
10. Tedio	
a) Algo tedioso.....	0
b) Tedioso.....	2
c) Muy tedioso.....	5

Fuente: Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo (2009)

- Con esta tabla y por la naturaleza de los procesos que se realizan en el taller, es que todas las labores descritas tendrán una valoración como mínima de 11% equivalente al 0,11 esta cifra corresponde a la suma del suplemento personal y por fatiga básica que juntos suman 0,9 a eso se le agrega un suplemento variable que en este caso, está en todo momento en los procesos, este es el factor de estar de pie, es decir a los 0,9 le sumamos 0,2, que nos da el 0,11 que tendrá como mínimo cualquier labor.

6.2.1.10 Tiempo estándar.

- Finalmente se obtiene el tiempo estándar (T.E) para cada labor a través de la siguiente fórmula.

$$T.E = (T.Bx \sum (Supl)) + T.B$$

T.B: Tiempo básico.

T.O: Tiempo observado.

V.R: Valoración de ritmo.

Tabla 16
Tiempos plan piloto, proceso desarmado (En minutos)

N° Actividad	Descripción del trabajo	VR/100	N° De Observaciones					T.O	T.B	Supl.	T.E
			1	2	3	4	5				
1	Trasladar motor a zona de lavado	0,75	15,5	17	16	17	18	16,7	12,5	0,13	14
2	Lavar motor	1	26	25	26	27	26	26,0	26,0	0,13	29
3	Trasladar motor a zona de trabajo	1	14,5	13,5	14	15	14	14,2	14,2	0,11	16
4	Retirar tapa de válvula	1	6	5	5	6	6,5	5,7	5,7	0,11	6
5	Retirar soporte de balancines	1	7	6,5	7,5	7	7	7,0	7,0	0,11	8
6	Retirar múltiple de admisión	1	12	12,5	11,5	12	11	11,8	11,8	0,11	13
7	Retirar tuerca punta inyectora	1	19	20	19,5	20	19	19,5	20	0,11	22
8	Retirar inyectores	1	9	8	7,5	8	8,5	8,2	8,2	0,11	9
9	Retirar turbo	1	11	12,5	14	13	12	12,5	12,5	0,11	14
10	Retirar enfriador de aceite	1	9,5	9,5	10	11	10	10,0	10	0,11	11
11	Retirar múltiple de escape	1,25	9	8	9,5	8	9,5	8,8	11,0	0,11	12
12	Desarme de ramal de cables	1	18	16	17	16	18	17,0	17	0,13	19
13	Desarme PLD	1	15	14,5	13,5	15	13,5	14,3	14,3	0,13	16
14	Retirar bomba solidaria	1	14	14	14,5	15	15	14,5	14,5	0,11	16
15	Retirar compresor	1	16	15	15,5	17	15	15,7	15,7	0,13	18
16	Retirar volante de inercia	1	15	15,5	14,5	15	14	14,8	14,8	0,14	17
17	Retirar polea de bomba de agua	1	4	5,5	4	4	5	4,5	4,5	0,13	5
18	Retirar bomba de agua	1	5	5	4	4,5	5	4,7	4,7	0,11	5
19	Retirar polea cigüeñal	1	7	8	9	8	8	8,0	8	0,11	9
20	Retirar Dámper	1	4,5	4	4,5	5	6	4,8	4,8	0,11	5
21	Retirar carcasa Dámper	1	9	11	9,5	10	9,5	9,8	9,8	0,11	11
22	Retirar tapa eje de leva	1	4,5	5,5	5	6	5	5,2	5,2	0,11	6
23	Retirar piñones eje de leva	1	8	7	7	8,5	8	7,7	7,7	0,11	9
24	Retirar bomba de combustible	1	9	9	9	8	9	8,8	8,8	0,11	10
25	Retirar pernos de culata + culata	0,75	23	24	24	29	30	26,0	19,5	0,15	22
26	Retirar tapa de	1	21	22	22	26	24	23,0	23	0,11	26

N° Actividad	Descripción del trabajo	VR/100	N° De Observaciones					T.O	T.B	Supl.	T.E
			1	2	3	4	5				
	distribución										
27	Retirar pernos de cárter + cárter	1	23	24	24	26	28	25,0	25	0,13	28
28	Botar residuos de aceite	1	4	3	3	3,5	3	3,3	3,3	0,11	4
29	Retirar bomba de aceite	1	9,5	10	9,5	11	11	10,2	10,2	0,11	11
30	Retirar succionador de bomba	1	4,5	4	3,5	5	4	4,2	4,2	0,11	5
31	Reparar y/o cambiar comp. perif	0,75	34	34	35	40	38,5	36,3	27	0,11	30
32	Soltar bielas y retirar pistones	1	22	21	22,5	29	27	24,3	24,3	0,13	27
33	Retirar tapa de bancada	1	21	20	19	20	20	20,0	20	0,12	22
34	Retirar cigüeñal	1	12	13	11	11	13	12,0	12	0,13	14
35	Retirar eje de levas	1	15	16	14	15	14	14,8	14,8	0,13	17
36	Retirar irrigadores de leva	1	7	7	8	8	9	7,8	7,8	0,13	9
37	Retirar taqués	0,75	9	9	10	12	10	10,0	7,5	0,13	8
38	Retirar camisas	0,75	33,5	34	29	33	34	32,7	24,5	0,14	28
39	Analizar block de motor	0,75	37	35	37	37,5	37	36,7	27,5	0,13	31

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17
Tiempos plan piloto, proceso armado (En minutos)

N° Actividad	Descripción del trabajo	V.R/100	N° De Observaciones					T.O	T.B	Supl	T.E
			1	2	3	4	5				
1	Lavar piezas menores extraídas	1	40	38	41	43	41,5	40,7	40,7	0,13	46
2	Lijar block de motor	1	50	48	52,5	46	50	49,3	49,3	0,15	57
3	Lijar componentes de motor	1	55	61	60	58	59,5	58,7	58,7	0,13	66
4	Lijar eje de levas y cigüeñal	1	23	23	20,5	24	24,5	23,0	23,0	0,13	26
5	Lavar block de motor	1,25	86	85	79,5	90	88	85,7	107	0,15	123
6	Instalar metales de bancadas	1	9	8	9	9	10	9,0	9	0,13	10
7	Medir túnel de cigüeñal	1	34	36	30	40	35	35,0	35	0,2	42
8	Medir muñón de biela y bancada	0,75	25	23	20	22,5	23	22,7	17,0	0,2	20
9	Instalar cigüeñal	1	20	17,5	23	21	20	20,3	20,3	0,15	23
10	Torquear bancadas	1	22	20	25	21,5	23	22,3	22,3	0,15	26
11	Instalar y medir camisas	0,75	38,5	37	35	37	36	36,7	27,5	0,2	33
12	Medir túnel de levas	0,75	26	27	27	27	26,5	26,7	20,0	0,2	24
13	Instalar taqués + eje de levas	1	20	18	25	21	21	21,0	21	0,11	23
14	Instalar irrigadores de levas	1	17	16	15	17	15	16,0	16	0,11	18
15	Armado de biela y pistones	1	40	38	37	38	38,5	38,3	38,3	0,11	43
16	Dar torques	1	29	28	28	29	31	29,0	29	0,13	33
17	Realizar pistoneado y medir bielas	0,75	54	52	48	51,5	51	51,3	38	0,13	43
18	Instalar irrigadores de pistón	1	20	21	19	24,5	22	21,3	21,3	0,11	24
19	Instalar piñón del cigüeñal	1	6	7	6,5	9	8	7,3	7,3	0,11	8
20	Inst succionador de b/b de aceite	1	6	6,5	7	8	9	7,3	7,3	0,11	8
21	Instalar bomba de aceite	1	10	11	10	12	12	11,0	11	0,11	12
22	Instalar cárter	1	14	14	13	14	15	14,0	14	0,13	16
23	Instalar tapa de distribución	1	5	4,5	4	6	7	5,3	5,3	0,11	6
24	Instalar culatas y dar torques	1	18	16	14,5	18	17	16,7	16,7	0,15	19
25	Instalar bomba de combustible	1	7	8	7,5	7	8	7,5	7,5	0,11	8

N° Actividad	Descripción del trabajo	V.R/100	N° De Observaciones					T.O	T.B	Supl	T.E
			1	2	3	4	5				
26	Instalar piñones eje de leva	1	10	8	7,5	9	8	8,5	8,5	0,11	9
27	Instalar tapa eje de leva	1	13	10,5	10	12	11	11,3	11,3	0,11	13
28	Instalar carcaza Dámper	1	8	9	7	8	7	7,8	7,8	0,11	9
29	Instalar Dámper	1	8	9	10	8	9	8,8	8,8	0,11	10
30	Instalar polea de cigüeñal	1	7	8	6	6	8	7,0	7	0,11	8
31	Instalar bomba de agua	1	5	5,5	5	6	7	5,7	5,7	0,11	6
32	Instalar polea de bomba de agua	1	5	5	5	6	5	5,2	5,2	0,11	6
33	Instalar volante de inercia	0,75	14	15	16	15	15	15,0	11,3	0,13	13
34	Instalar compresor	1	15	14	15	15	16	15,0	15	0,11	17
35	Instalar bomba solidaria	1	15	15	17	21	20	14,8	14,8	0,11	16
36	Armado de ramal de cables + PLD	0,75	17	18	17	21	22	19,0	14,3	0,13	16
37	Instalar múltiple de admisión	1,25	10	9	10	10	11	10,0	13	0,11	14
38	Instalar múltiple de escape	1,25	8	7,5	7	9	7	7,7	9,6	0,11	11
39	Instalar enfriador de aceite	1	10	11	11,5	12	13	11,5	11,5	0,11	13
40	Instalar turbo	1	9	9	8	9	10	9,0	9	0,11	10
41	Instalar inyectores	0,75	14	11,5	9	13	11	11,7	8,8	0,13	10
42	Instalar tuerca punta inyectora	0,75	20	18	17,5	19	18	18,5	13,9	0,13	16
43	Instalar balancines	0,75	9	8,5	8	11	12	9,7	7,3	0,11	8
44	Regular válvulas	1	22,5	21	20	21	22	21,3	21,3	0,13	24
45	Colocar tapa de válvulas	1	6	5,5	5	6	5	5,5	5,5	0,11	6
46	Instalar componentes periféricos	1	28	25,5	27	27	26	26,7	26,7	0,11	30

Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo a los tiempos estándares obtenidos, el siguiente paso es asignarlos a los métodos ya establecidos, estos quedaran estandarizados en las zonas de trabajo en forma de diagramas Gantt (Anexo M).

6.2.1.11 Tiempos finales.

A través de los nuevos métodos propuestos en el presente proyecto de título, y con la ayuda de los planes pilotos ejecutados en el taller de motores, se establecen finalmente los tiempos estándares para cada proceso. Convenir que para el tiempo global que se demora un motor en estar operacional, a estos tiempos totales de cada proceso se les debe agregar el tiempo de rectificado.

El taller de rectificación cuenta solo con un torno¹² operativo, una rectificadora de cilindros, y una bruñidora¹³, como máquinas-herramientas a destacar, por lo cual el uso del torno es por piezas.

Tabla 18
Desglose de tiempos, proceso desarmado

Descripción	Tiempo
Técnico A	434 minutos → 7 horas y 13 minutos
Técnico B	446 minutos → 7 horas y 25 minutos
Tiempo total desarmado	7 horas y 25 minutos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19
Desglose de tiempos, proceso armado

Descripción	Tiempo
Técnico A	804 minutos → 13 horas y 23 minutos
Técnico B	809 minutos → 13 horas y 28 minutos
Tiempo total desarmado	13 horas y 28 minutos

Fuente: Elaboración propia

¹² Torno, Máquina-herramienta que sirve para torneear, es decir, quitar parte de una pieza (Eje cigüeñal y Levas entre otros).

¹³ Bruñidora, Herramienta utilizada para pulir cilindros o camisas, previamente rectificadas.

6.3 Resultados plan piloto

Luego de realizar los pilotos en el taller de motores los resultados mostraron que tiempo utilizado en los procesos realizados bajo los nuevos métodos, están dentro de los objetivos propuestos, como se puede apreciar en la figura 27.

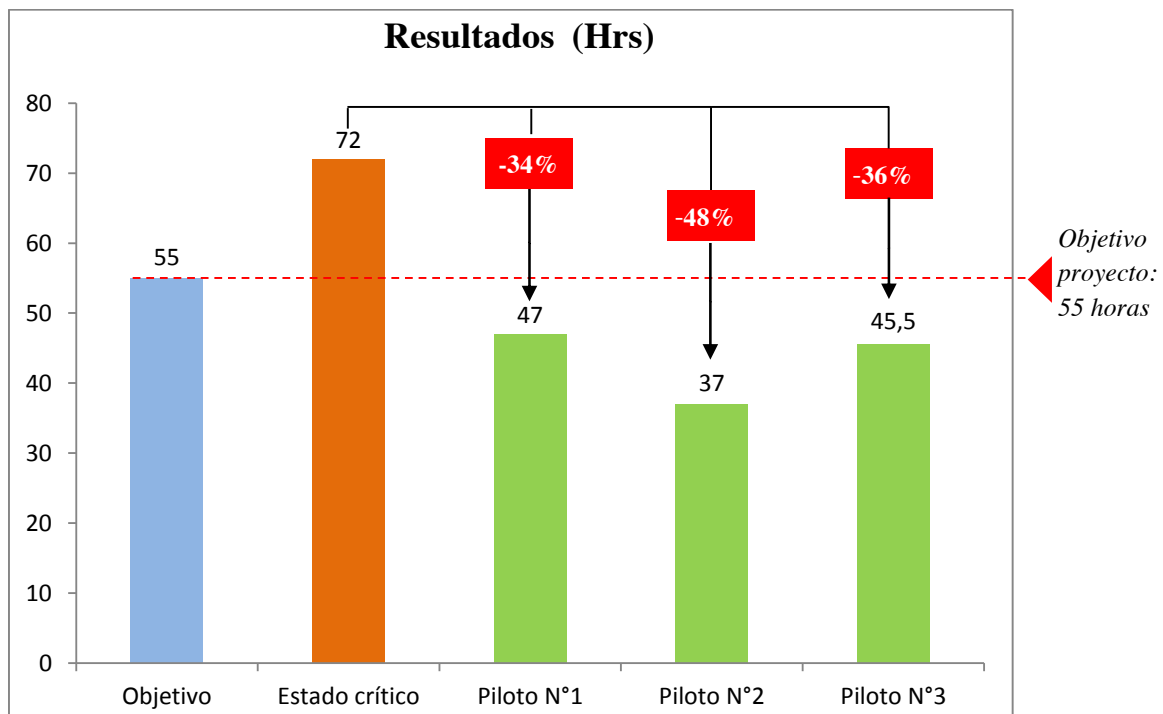


Figura 27. Gráfico resultados plan piloto

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar gráficamente que los tres planes pilotos que se realizaron cumplieron con los objetivos trazados con respecto a la disminución de tiempos.

6.3.1 Desglose de plan piloto.

- **Plan piloto N°1:** En el primer plan piloto el desarrollo del proceso de desarmado se desarrolló sin alejarse de los métodos propuestos, el taller de rectificado procedió a la rectificación de los componentes de manera inmediata, y las piezas fueron devueltas al taller de motores sin ningún retraso evidente, la respuesta del taller de rectificado estuvo cerca de las 16 horas, sin embargo en el proceso de armado ocurrieron detalles ya que al medir el túnel del cigüeñal, este no estaba dentro de los parámetros que se exige, lo que implicó una rectificación del block nuevamente, además al realizar el pistoneado y medir su altura con respecto al block, esta, se encontraba fuera de las medidas correspondientes (Anexo N), y se tuvo que volver a rectificar las bielas, lo cual produjo un atraso que provoco el tiempo total de 47 horas en el primer plan piloto.
- **Plan piloto N°2:** El segundo plan piloto fue el idóneo, es donde resultó todo según lo esperado, es decir, el proceso de desarmado se mantuvo fiel al tiempo observado en el primero, el rectificado se mantuvo alrededor de las 16 horas y finalmente, en el proceso de armado no aconteció ningún evento que implicara mandar alguna pieza del motor a rectificado nuevamente, lo cual implico un proceso lineal que abarcó las 37 horas expuestas en la figura 27.
- **Plan piloto N°3:** Por último el tercer plan piloto acontecieron sucesos similares al primero, con esto se hace referencia a que en el proceso de armado hubieron medidas que no estaban dentro de lo esperado, por lo cual se tuvieron que rectificar nuevamente las bielas.

6.3.2 Beneficios para el taller de motores.

- ✓ Al estandarizar los procesos de desarmado y armado de motores, el taller obtiene un comportamiento estable en los técnicos al desarrollar sus labores.
- ✓ Un proceso que mantenga las mismas condiciones producirá los mismos resultados, es decir, el tiempo de demora en la obtención de un motor operacional será constante, si se mantienen las condiciones expuestas.
- ✓ Una consecuencia de la estandarización es la obtención del desarrollo más fácil y seguro de los procesos en el taller de motores.
- ✓ Reducción de tiempos de ejecución de labores con la participación de dos técnicos durante ambos procesos.
- ✓ Para el tiempo de cada labor en los procesos se propone un diagrama Gantt que quede en el taller de manera que sea posible su visualización a la hora de ejecutar el desarmado y armado de motores.
- ✓ Determinación clara de las HH que se necesitan para los procesos de armado y desarmado, en las condiciones propuestas.
- ✓ Desarrollo de un layout funcional, acorde a los métodos propuestos.
- ✓ Entrega de repuestos menores e insumos al inicio del proceso de armado, evitando demoras en la entrega de estos.
- ✓ Mejora la medición del desempeño de los técnicos.
- ✓ La estandarización evita la improvisación al realizar los procesos, minimiza la variación en estos.
- ✓ Propuesta de organización y limpieza del taller, a través del 5's.
- ✓ Con los nuevos métodos se logra reducir y estandarizar el movimiento del motor con el tecle eléctrico, en el proceso de desarmado solo se usa el tecle en el momento de poner el motor en el mesón central de trabajo y cuando se saca el cárter, posteriormente en el proceso de armado se utiliza el tecle eléctrico al instalar el cárter y para retirar el motor del mesón central de trabajo, una vez que ya está listo para ser entregado.
- ✓ Existen avances en el motor en reparación cuando este tiene sus piezas en el proceso de rectificación.

- ✓ El proceso de obtener un motor operacional ya no se entenderá como un proceso lineal, sino como tres procesos, desarmado y armado, los cuales corresponden directamente al taller de motores y el proceso de rectificado, que su celeridad depende de la prioridad que le den en Tecnocentro.
- ✓ Los procesos son realizados de manera secuencial y paralela por dos técnicos, quienes abordan el motor por su parte superior, lateral e inferior sin toparse entre sí (Anexo O).

7. Conclusiones

Una vez definida la problemática generada en el taller de motores se procedió a realizar un seguimiento a las labores realizadas en este, se comenzó con observaciones sin el interés de intervenir en la toma de decisiones de los técnicos ni mucho menos en la forma de proceder de estos, al final de estas observaciones se obtuvo una mirada de las posibles prácticas y procedimientos a mejorar, principalmente llevado a la forma de ejecutar cada proceso, ya que esta se realizaba de acuerdo a como cada técnico estimaba conveniente, lo que arrojaba como consecuencia y sin exagerar, ocho formas de comenzar un mismo proceso, además de esto, se destacan las distintas intervenciones que realizaban otros técnicos dentro de la misma operación, estas intervenciones se realizaban con el objetivo de ayudar al técnico designado, dejar en claro que estas intervenciones no necesariamente eran por petición del supervisor, sino que mayoritariamente, por petición exclusiva del mismo técnico asignado al proceso.

Todo esto ha conllevado que el taller de motores no posea un claro mapeo de sus procesos ni de sus HH, además de provocar retrasos en el inicio en los procesos debido al desorden que provoca no tener un estándar de procesos al cual adherirse.

Los picos de atraso en la entrega de motores no se pueden contrarrestar con argumentos que justifique al taller por los malos resultados, puesto que se desconoce el tiempo específico que los técnicos emplean tanto en el proceso de armado y desarmado.

Los componentes retirados desde los motores generan un desorden, ya que cada técnico guarda estos en sus respectivos rack de componentes, lo cual implica que al no existir claramente un estándar que provoque que cada técnico que comience un proceso deba terminarlo él mismo, a estos componentes se les va perdiendo su ubicación física en el taller, y al momento de que otro técnico comience a trabajar con el motor del cual fueron retirados, exista un retraso generado por su búsqueda.

Sin embargo, con el estudio de métodos de trabajo que se realizó en el mencionado taller se lograron mejoras significativas en los procesos de armado y desarmado, comenzando por crear métodos orientados a la eficiencia de movimientos de los técnicos y de la cantidad de personal llamado a intervenir en cada uno de estos, además con estos nuevos métodos se logra conseguir una secuencia repetitiva que oriente a los técnicos a desarrollar los procesos cada vez de manera más fluida, por último, con la estandarización de los nuevos métodos de trabajo se logra comprender que los procesos de armado y desarmado son independientes, a pesar de que sean del mismo motor, con este principio se logra dar a entender a los técnicos que no necesariamente si una pareja realiza el proceso de desarmado, esta misma deba realizar el proceso de armado.

Con la nueva distribución de planta se logran estándares de seguridad en el tránsito dentro del taller, se delimitaron zonas de trabajos exclusivas para procesos de armado, desarmado, lijado y lavado de piezas menores, se ubicaron todos los elementos del taller en una disposición acorde a los métodos propuestos, mejorando la fluidez del trabajo. A través de la aplicación 5's se obtuvo una liberación de elementos que ya estaban obsoletos, se lograron acercar las herramientas más utilizadas a los técnicos, permitió y permite resaltar los desperdicios evidentes en el taller, invita a los participantes a generar una autodisciplina constante que ayuda a mantener un área de trabajo limpia y ordenada que otorga una motivación positiva hacia el trabajo con altos estándares.

Una vez realizado los nuevos métodos de trabajo, y habiendo realizado una distribución de planta acorde a los métodos propuestos, la siguiente etapa fijada fue la medición del trabajo, esto con el objetivo de lograr estandarizar los tiempos estándar de cada labor y el tiempo estándar total de cada proceso, para conseguir esto fue imprescindible considerar el tipo de trabajador calificado, y considerar la valoración de ritmo del trabajo, además de los tiempos de suplementos, con todo lo mencionado se abarca el cansancio normal que implica el trabajo, ya que se entiende que son procesos que implican un desgaste físico, debido a la fuerza que se ejerce en determinadas labores, además también se requiere de una concentración mental considerable, sobre todo en las etapas de mediciones de las distintas piezas que requieren una posible rectificación.

Se determina que el proceso de rectificación es el que puede entregar mayores detenciones en el desarrollo normal de los procesos, puesto que este taller no depende directamente del taller de motores, su disposición está dada por la prioridad que le otorga Tecnocentro a los distintos trabajos que suscitan en sus dependencias, sin embargo, en el estado ideal que operó en los planes pilotos, se puede concluir que una rectificación normal de las piezas extraídas del motor, colocando estas piezas como prioridad, puede bordear las 16 horas, tiempo que está dentro de los márgenes tolerables y que no impiden el cumplimiento de tiempos que se tenía como objetivo en el plano global de obtener un motor operacional (55 horas).

Con los nuevos métodos, la distribución de planta y los tiempos estándares para cada proceso, se logra poseer un conocimiento claro de cuantas HH se necesitan para cada proceso, lo cual le permite a Tecnocentro y al taller de motores poder planificar sus trabajos con mayor precisión, además de lograr responsables claros en cada uno de los procesos, evitando la intervención de más de dos técnicos por cada uno, se consigue un trabajo secuencial y en gran parte paralelizada, evitando en lo más posible las tiempos muertos en el transcurso de estos, se evitan movimientos extras del teclé eléctrico, y sobre todo se consigue una fluidez en los procesos que apoyado en todas las mejoras trae como consecuencia una reducción en los tiempos de entrega de un motor operacional.

Es muy importante para el taller de motores y para Tecnocentro mantener los estándares que se propusieron, ya que con ellos se logran respuestas certeras y oportunas ante cualquier demanda de motores que puedan suceder en ciertas temporadas.

Por último, este presente proyecto de título, logra los objetivos propuestos desde un comienzo, demostrando paso a paso las distintas etapas que se desarrollaron para lograr los resultados entregados.

8. Bibliografía

- Agudelo Tobón, L. F., & Escobar Bolívar, J. (2010). *Gestión por procesos*. Medellín: Kimpres Ltda.
- Bohigues Ortiz, A. (2015). *Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de calidad y productividad en pymes industriales*. Valencia: Universidad Politécnica De Valencia.
- Bravo Carrasco, J. (2013). *Gestión de procesos*. Santiago: Evolución S.A.
- CEEI CV. (2008). *Distribución en Planta*. Valencia: Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana.
- Fernández De Velasco, P. (2004). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC.
- García Criollo, R. (2006). *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill.
- Gonzalez Navarrete, C. (2016). *Libro de estándares Lean Tur Bus*. Santiago, Chile.
- Hammer, M., & Champy, J. (1994). *Reingeniería*. Bogotá: Norma S.A.
- Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2011). *Seis Sigma Métodos estadísticos y sus aplicaciones*.
- Janania Abraham, C. (2008). *Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos*. México: Limusa S.A de CV GRUPO NORIEGA EDITORES.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- López Aguilar, J. J. (2003). *VirtualPro procesos industriales*. Obtenido de <https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/ingenieria-de-metodos>
- Maynard, H. (1932). *Ingeniería de métodos*.
- Muther, R. (1970). *Distribución en Planta*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Pérez Fernández De Velasco, J. A. (2004). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC Editorial.
- Proyecto Renacer Lean Tur Bus . (2016). *Taller práctico 5's*. Santiago, Chile.

Ríos, S., & Reveco, C. (Julio de 2012). *U-Cursos*. Obtenido de <https://www.u-cursos.cl>

Rodríguez Marthell, M. G. (2012). *Distribución de Planta*. Torreón.

Salazar López, B. (2016). *IngenieriaIndustrialOnline*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. México: Limusa.

W. Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos estándares y diseño de trabajo*. México: McGraw Hill.

9. Anexo

Anexo A Tipificación de las fallas

TIPOS DE FALLAS EN TALLER TUR BUS

Falla tipo A :	Fallas tipo B:	Fallas tipo C:
<ul style="list-style-type: none">• Cambio de inyectores.• Bomba solidaria• Trabajos de potencia (Cambio línea de combustible, sensores, bombeta)• Regulación de válvulas.	<ul style="list-style-type: none">• Son fallas tipo A que por concepto de priorización de trabajo y capacidades técnicas se derivan a mantenimiento correctivo.	<ul style="list-style-type: none">• Problemas en cilindro.• Baja presión de aceite.• Problema en los metales.• Problema en eje de leva (Golpe en las válvulas, regulador bajo).• Baja compresión.

turbus.

Anexo C
Kit de repuestos inicio proceso de armado

MARCA	MERCEDES BENZ		
MODELO	OM 457 LA III/21		
SOLICITUD DE REPUESTOS PILOTO TALLER MOTORES			
DESIGNACIÓN	CTD	Nº DE PARTE	PILAY
KIT DE EMPAQUE SUPERIOR EURO	1	A 457 016 12 20	47955
KIT DE EMPAQUE INFERIOR EURO	1	A 457 010 11 05	48602
EMPAQUE COLECTOR ADMISION	6	A 457 141 00 80	47929
EMPAQUE COLECTOR ESCAPE	6	A 541 142 03 80	47972
SET DE ANILLOS MOTOR STD.	6	A 460 030 01 24	50748
JUEGO METAL BANCADA STD	1	A 460 030 00 40	48584
RODAMIENTO BOMBA COMBUSTIBLE	1	A 000 981 22 06	53071
BOMBA DE COMBUSTIBLE	1	A 457 091 04 01	47330
EMPAQUE BOMBA DE COMBUSTIBLE	1	A 457 091 01 80	53072
BOMBA DE AGUA	1	A 457 015 00 80	51267
BOMBA DE ACEITE	1	A 457 180 04 01	50692
JUNTAS TAPA DE VALVULAS	6	A 457 016 01 21	48005
PERNO DE CULATA	24	A 457 990 02 01	49200
VARILLAS ALZA VALVULAS	12	A 457 054 02 05	47087
GUÍAS DE CULATA	12	N 000000 001674	52437
JUNTA SUCCIONADOR ACEITE	1	N 917003 036003	48020
PERNO HUECO IRRIGADOR DE PISTON	6	A 460 990 00 63	51262
EMPAQUE RADIADOR DE ACEITE	2	N 917003 026003	47968
RODAMIENTO VOLANTE	1	A 004 981 21 25	53572
RETEN DE CIGÜEÑAL TRASERO	1	A 025 997 50 47	49541
RETEN DE CIGÜEÑAL DELANTERO	1	A 025 997 39 47	52510
TERMOSTATO	1	A 005 203 26 75	50758
PERNOS BOMBA SOLIDARIAS	12	A 541 990 03 01	49169
GOLILLA COBRE 26 mm	4	N 007603 026109	51266

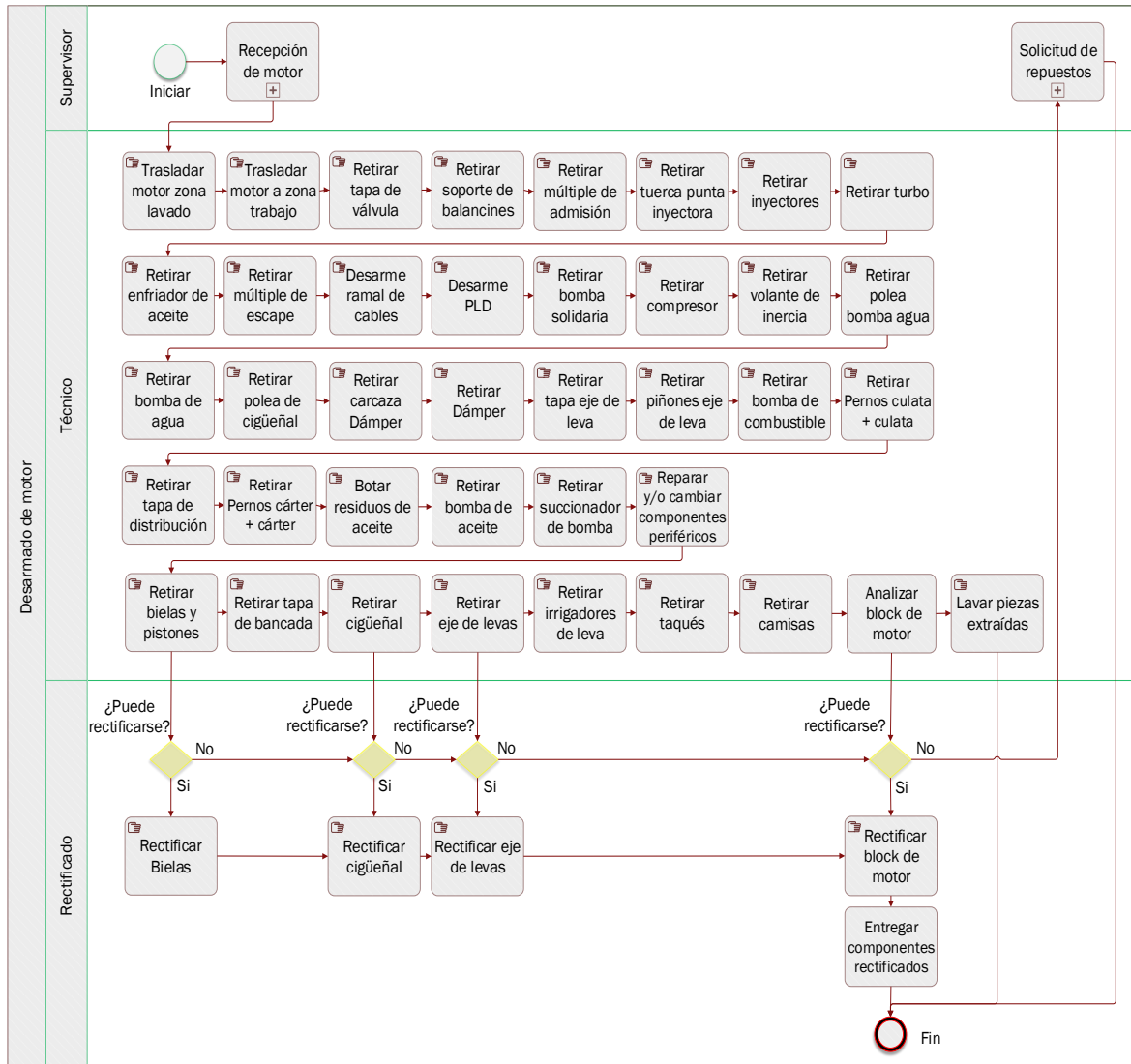
RACOR 12 MM	6	N 915036 008101	48946
GOLLILLAS ALUMINIO 16 mm	30	N 007603 016103	48337
GOLLILLAS ALUMINIO 14 mm	30	N 007603 014106	48336
GOLLILLAS ALUMINIO 12 mm	30	N 007603 012112	48335
GOLLILLAS DOBLES DE RETORNO	12	A 352 078 00 80	48356
PERNOS ESCAPE LARGOS	12	A 457 990 13 01	49210
ACOPLE TUBERIA RETORNO TURBO	1	N 915036 022200	49217
O`RING LUBRICACIÓN DE COMPRESOR	1	A 606 997 16 45	48971
O`RING BRIDA DE COMPRESOR	2	A 457 997 09 45	54222
VALVULA RETENCION COMBUSTIBLE	1	A 457 070 02 46	50157
TUERCA BALANCIN	12	A 442 990 00 51	50081
PERNO REGULADOR	12	A 541 055 06 20	56390
GOLLILLA DE BALANCIN	12	A 001 990 82 40	48354
NIPLE RETORNO COMPRESOR	2	A 007 997 41 72	55498
NIPLE ENTRADA COMPRESOR	2	N 915 023012000	55499
FLEXIBLE RETORNO ACEITE	1	A 541 180 14 22	48232
PERNOS HUECOS 14 mm	10	N 915036 010200	50754
PERNOS DE CARTER	32	N 910105 008014	49183
TAPÓN DE CARTER	1	A 403 997 02 30	49893
FILTRO DE ACEITE	1	A 000 180 11 09	34824
FILTRO DE PETROLEO	1	A 541 090 01 51	42842
GOLLILLA BASE DE INYECTOR	6	A 906 017 08 60	41457
GOLLILLAS DOBLES DE RETORNO	12	A 352 078 00 80	15946
MANGUERA LLENADO DE ACEITE	1	A 457 180 23 20	54114

Anexo D
Kit de insumos mínimos inicio de procesos

SOLICITUD INSUMOS TALLER MOTORES PILOTO	
DESIGNACIÓN	CTD
SILICONA ROJA DE ALTA TEMPERATURA	1
SILICONA GREY LOCTITE	2
HUAIPE MECANICO	1 PACK
DESENGRASANTE AUTOMOTRIZ	3 LTS
LIJA DE FIERRO GRANO 100	4
ACEITE MOTOR	1 LT
PAR GUANTES PLASTICOS	2
GRASA AUTOMOTRIZ	1
BROCHA 2"	2

Anexo E

Propuesta de diagrama flujo de procesos, desarmado



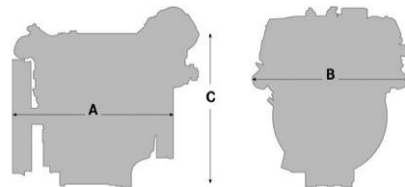
Anexo F
Zona exclusiva de lavado para todo Tecnocentro



Anexo G
Dimensiones Motor Euro III y Euro V



Dry weight	
EURO III:	885 kg
EURO V:	895 kg
Dimensions	
A = length	1050 mm
B = width	990 mm
C = height	962 mm



Anexo H
Capacitación, inducción al 5'S Tur Bus

turbus.

Proyecto Renacer Lean Turbus

Taller práctico 5S

OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE



Al finalizar esta sesión, usted podrá:

- Explicar el propósito de la herramienta 5S
 - Describir los pasos necesarios para implementar 5S
 - Comprender de qué manera ayuda 5S a impulsar el desempeño como parte de un sistema de producción Lean
-

turbus.

¿CÓMO SE REALIZA UNA IMPLEMENTACIÓN 5S?

5 Pasos 	Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
	Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)
Objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar los items que no son necesarios para las operaciones actuales de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Ordenar los items necesarios de modo de poder hallarlos y usarlos con facilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar el lugar de trabajo y los equipos en su totalidad 	<ul style="list-style-type: none"> Definir e implementar medidas para mantener las condiciones del lugar de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear 5S y verificar su cumplimiento en todo momento
Ejemplos desperdicios 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos o materiales antiguos Herramientas obsoletas Mesas, gabinetes sin uso 	<ul style="list-style-type: none"> Mala disposición Herramientas centralizadas no ubicadas en su lugar de uso 	<ul style="list-style-type: none"> Suciedad y grasa sobre equipos y superficies de trabajo Basura en el piso 	<ul style="list-style-type: none"> Punto de reposición Tarjetas Kanban 	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de procesos Checklist

turbus.

INTRODUCCIÓN A LA HERRAMIENTA “5S”



¿Qué es 5S?

Es un **abordaje estructurado** para lograr la organización de lugar de trabajo y la optimización de procesos por medio de una **cultura de disciplina y orden**

- ✓ *Su implementación es relativamente simple*
- ✓ *Permite mejorar la administración de los espacios*

turbus.

¿CÓMO SE REALIZA UNA IMPLEMENTACIÓN 5S?

5 Pasos 	Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
	Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)
Objetivos 	<ul style="list-style-type: none"> Eliminar los items que no son necesarios para las operaciones actuales de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Ordenar los items necesarios de modo de poder hallarlos y usarlos con facilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Limpiar el lugar de trabajo y los equipos en su totalidad 	<ul style="list-style-type: none"> Definir e implementar medidas para mantener las condiciones del lugar de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorear 5S y verificar su cumplimiento en todo momento
Ejemplos desperdicios 	<ul style="list-style-type: none"> Equipos o materiales antiguos Herramientas obsoletas Mesas, gabinetes sin uso 	<ul style="list-style-type: none"> Mala disposición Herramientas centralizadas no ubicadas en su lugar de uso 	<ul style="list-style-type: none"> Suciedad y grasa sobre equipos y superficies de trabajo Basura en el piso 	<ul style="list-style-type: none"> Punto de reposición Tarjetas Kanban 	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de procesos Checklist

turbus.

ACTIVIDAD – DURANTE LA REVISIÓN DE CADA PASO MEDIREMOS EL TIEMPO DE BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS

Tiempo de búsqueda



Discusión grupal



turbus.

PRIMER PASO - SELECCIÓN

Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

Objetivos



- Separar entre lo necesario y lo innecesario en base a urgencia, cantidad y frecuencia de uso

Cada elemento que se retire y se tiene duda acerca de botar o no, colocar un post-it y dejar en zona roja

Consejos



- **Conservar los ítems**
 - De uso diario
 - De soporte de la producción
- **Almacenar fuera de la línea**
 - Ítems que se necesitarán más adelante
 - Cantidades en exceso
- **Etiquetar y eliminar**
 - Ítems nunca utilizados
 - Artículos no necesarios para la producción
 - Duplicados



turbus.

ACTIVIDAD – DURANTE LA REVISIÓN DE CADA PASO MEDIREMOS EL TIEMPO DE BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS

Discusión grupal

Respondamos las siguientes preguntas:



¿Qué mejoras podemos hacer a nuestra bodega?

turbus.

SEGUNDO PASO - ORGANIZACIÓN

Identificar y eliminar desperdicio		Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos		
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

Objetivos



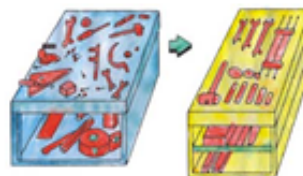
- Asignar un lugar para cada cosa y asegurarse de que cada cosa esté en su lugar

Designar y demarcar las ubicaciones de herramientas, materiales, etc. con elementos de gestión visual

Consejos



- Involucrar a los responsables del proceso y a los operarios en las actividades de organización
- Determinar e implementar la disposición óptima del área de trabajo
- Usar cinta para pisos y otros elementos de gestión visual para marcar/ etiquetar ubicaciones de máquinas, estantes, materiales, pasillos, etc.
- Demarcar lugares de circulación y ubicación de pallets



turbus.

ACTIVIDAD – DURANTE LA REVISIÓN DE CADA PASO MEDIREMOS EL TIEMPO DE BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS

Discusión grupal

Respondamos las siguientes preguntas:



¿Cuánto nos demoramos?

turbus.

TERCER PASO - LIMPIEZA

Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

Objetivos



- Decidir qué debe ser objeto de limpieza y cuándo

Consejos



- Involucrar a los responsables del proceso y a los operarios en las actividades de organización
- Preparar una lista de ítems a limpiar en profundidad –incluidas pintura y reemplazo de piezas dañadas
- Decidir quiénes serán responsables por cada elemento de los checklists
- Comenzar por el techo y trabajar hasta llegar al piso

Limpiar el área de trabajo para que todos los materiales y herramientas estén ordenados y libres de suciedad



turbus.

ACTIVIDAD – DURANTE LA REVISIÓN DE CADA PASO MEDIREMOS EL TIEMPO DE BÚSQUEDA DE HERRAMIENTAS

Discusión grupal

Respondamos las siguientes preguntas:



¿Qué mejoras podemos hacer a nuestra bodega?

turbus.

CUARTO PASO - ESTANDARIZACIÓN

Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

Objetivos



- Definir estándares/ reglas para organizar y mantener todos los componentes del lugar de trabajo

Hacer evidentes las "cantidades mínimas" e "identificación de zonas"

Consejos



- Determinar e implementar el método paso a paso más seguro, eficiente y económico para alcanzar el nivel más alto de organización del lugar de trabajo
- Usar gestión visual –líneas, señales– para reforzar los estándares
- Revisar y refinar periódicamente los estándares



turbus.

ACTIVIDAD – SELECCIONE LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA EL TRABAJO A

Trabajo A:



Parts Room:

 Rodillos	 Desarmadores	 Pinzas cortadoras	 Sierras
 Brochas	 Martillos	 Hachas	 Candados
 Espátulas Pintura	 Llaves	 Pinzas	 Eléctricos
Herramientas manuales			

turbus.

QUINTO PASO - ESTANDARIZACIÓN

Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

Objetivos



- Lograr el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles desarrollados

Consejos



- Dividir la planta en zonas, asignando responsabilidades por 5S en cada una
- Designar supervisores/ jefes para auditar regularmente (en lo posible todos los meses)
- Usar gestión visual para informar datos periódicamente
- Involucrar a todos los niveles de la organización

"La disciplina no es visible y no puede medirse. Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta evidencia su presencia"



turbus.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

Implementación de 5S

Identificar y eliminar desperdicio			Mantener y mejorar continuamente el lugar de trabajo/ equipos	
Selección (Seiri)	Organización (Seiton)	Limpieza (Seiso)	Estandarización (Seiketsu)	Disciplina (Shitsuke)

- Sólo los ítems necesarios para la el trabajo diario deben estar presentes
- Los útiles mas usados deben estar cerca del trabajador, los con menor frecuencia más alejados o guardados
- Todos los insumos están en buenas condiciones de operación
- Los puestos de trabajo están libres de suciedad y residuos.
- Los trabajadores deben respetar los estándares visuales donde van demarcados los útiles
- Los puestos de trabajo son inspeccionados regularmente por supervisores, compañeros y Jefes

turbus.

Anexo I
Selección de elementos, primera S



Anexo J
Panel de herramientas propuesto para procesos de desarmado y armado



Anexo K
Demarcaciones líneas de seguridad, estandarización 5's

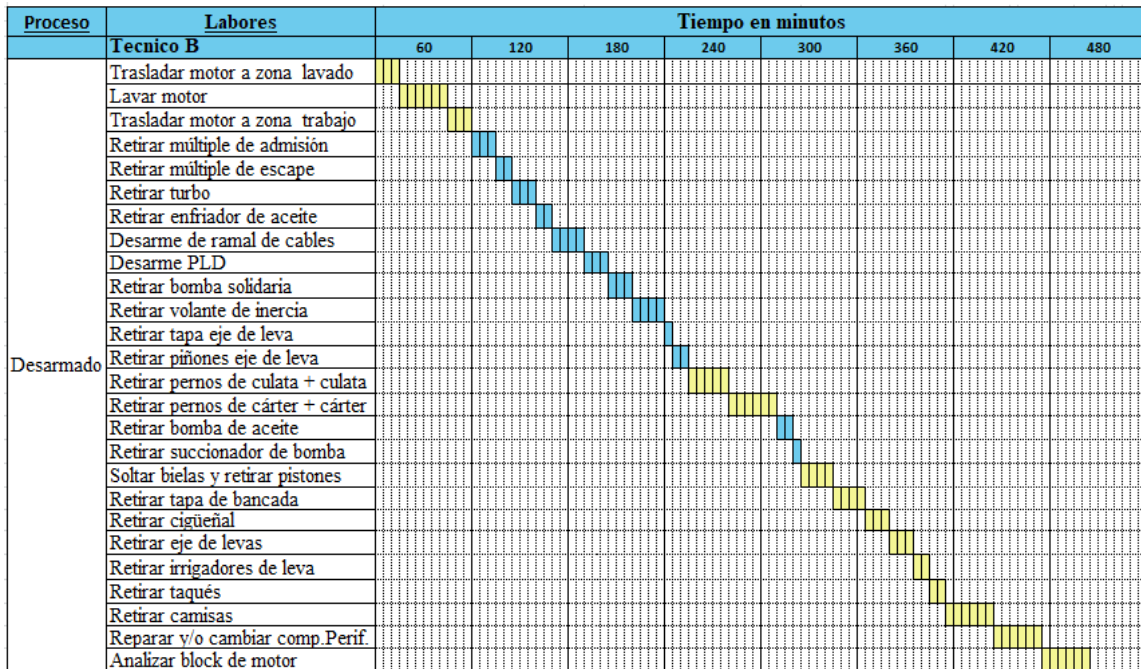
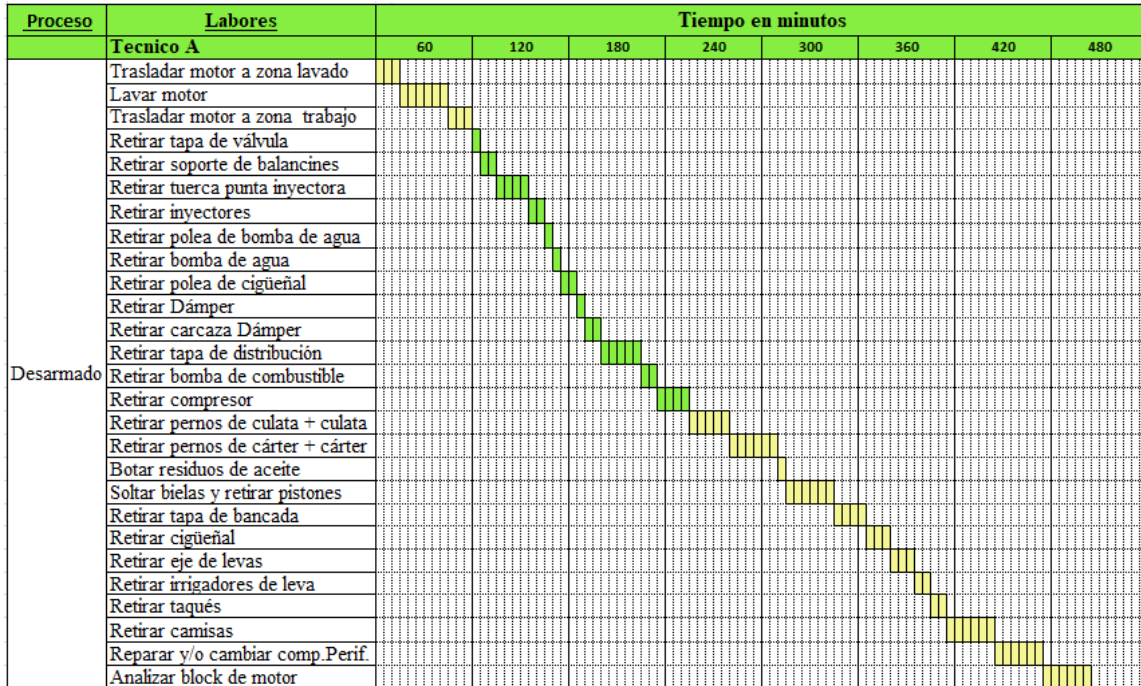


Anexo L
Zonas exclusivas para el lavado y lijado de componentes



Anexo M

Diagramas Gantt para procesos desarmado y armado, taller de motores



PROCESO	Labores	Tiempo en minutos																															
		60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840																		
Amado	Lijar eje de levas y cigüeñal																																
	Lavar componentes de motor																																
	Lavar bloc de motor																																
	Instalar metates de bancadas																																
	Medir tunel de cigüeñal																																
	Medir muñon de biela y bancada																																
	Instalar cigüeñal																																
	1 torquesa bancadas																																
	Instalar y medir camisas																																
	Medir tunel de levas																																
	Instalar taquis + eje de levas																																
	Instalar irrigadores de levas																																
	Amado de biela y pistones																																
	Dar torques																																
	Realizar pistoneado y medir bielas																																
	Instalar irrigadores de piston																																
	Instet succionador de b/b de aceite																																
Instalar bomba de aceite																																	
Instalar cárter																																	
Instalar bomba de combustible																																	
Instalar culatas y dar torques																																	
Instalar tapa eje de leva																																	
Instalar bomba de agua																																	
Instalar polea de bomba de agua																																	
Instalar volante de inercia																																	
Instalar bomba solidaria																																	
Amado de ramal de cables + PID																																	
Instalar enfriador de aceite																																	
Instalar inyector																																	
Instalar tuerca punta inyectora																																	
Regular válvulas																																	
Colocar tapa de válvulas																																	
Instalar componentes periféricos																																	

Anexo N
Mediciones de túnel de cigüeñal y altura de pistón



Anexo O
Procesos ejecutados por la parte superior, lateral e inferior del motor

