



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

---

---

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería.  
Área Académica de Ingeniería  
Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial

## **“Reingeniería del sistema de aire acondicionado y aislamiento térmico de camiones de carga utilizando métodos y herramientas de Ingeniería Industrial”**

*Proyecto Terminal de carácter profesional para obtener el  
Diploma de Especialidad en Sistemas y Planeación.*

**Presenta:**

**Arní Sánchez Rivera.**

Director:

M.A.E. Luis Eduardo Arriola Meneses

Ciudad Universitaria, Mineral de la Reforma Hgo, octubre 2009

# Tabla de Contenido

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>VII</b>
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
1.1 INICIO DEL CORPORATIVO INTERNATIONAL.....	1
1.2 PRODUCCIÓN DEL MOTOR “OVER-VALVE”.....	2
1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA INTERNATIONAL EN MÉXICO.....	5
1.4 PREMIO CALIDAD 2005 .....	6
1.5 RED DE DISTRIBUIDORES EN LA REPÚBLICA MEXICANA. ....	8
<b>CAPÍTULO 2. MARCO DE CONCEPTOS Y TEORÍAS</b> .....	<b>9</b>
2.1 REINGENIERÍA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
2.1.1 <i>Procesos críticos</i> .....	9
2.1.2 <i>Fuerte liderazgo</i> .....	10
2.1.3 <i>Equipos interdisciplinarios</i> .....	10
2.1.4 <i>Tecnología de la información</i> .....	10
2.1.5 <i>Análisis de procesos</i> .....	11
2.1.6 <i>Tablero de comando</i> .....	11
2.1.7 <i>Pensamiento triangular</i> .....	11
2.1.8 <i>Aprendizaje organizacional</i> .....	12
2.2 DEFINICIÓN DE PLANEACIÓN .....	12
2.3 LA PLANEACIÓN Y SU EVOLUCIÓN. ....	14
2.4 LAS TÉCNICAS DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA Y EL PAPEL SOLUCIONADOR DE PROBLEMAS. ....	15
2.4.1. <i>Las técnicas de planeación participativa.</i> .....	15
2.4.2. <i>El papel solucionador de problemas.</i> .....	15
2.5 ANÁLISIS CAUSA Y EFECTO.....	20
2.5.1 <i>Formación de grupo de trabajo.</i> .....	22
2.5.2 <i>Planteamiento del problema</i> .....	22
2.5.3 <i>Identificación de las posibles causas.</i> .....	22
2.5.4 <i>Agrupación de las causas y categorización.</i> .....	23
2.5.5 <i>Construcción del diagrama.</i> .....	23
2.5.6 <i>Determinación de las causas con mayor impacto o mayor probabilidad.</i> .....	24
2.5.7 <i>Elaboración de propuestas de solución.</i> .....	24
2.5.8 <i>Sugerencias en aplicación de la técnica de planeación participativa</i> .....	25
2.6 ANÁLISIS KT .....	25
2.6.1 <i>Estructura análisis KT</i> .....	26
2.6.2 <i>Enunciado de la desviación</i> .....	27
2.6.3 <i>Especificación del problema</i> .....	28
2.6.4 <i>Búsqueda de distinciones.</i> .....	28
2.6.5 <i>Detección de cambios.</i> .....	28
2.6.6 <i>Generación de posibles causas.</i> .....	28
2.6.7 <i>Contrastación de los datos con las causas.</i> .....	29
2.6.8 <i>Verificación de la causa más probable.</i> .....	29
2.6.9 <i>Sugerencias en aplicación de la técnica de planeación participativa:</i> .....	30
<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIO DEL CASO</b> .....	<b>31</b>
3.1 JUSTIFICACIÓN .....	31
3.2 OBJETIVOS.....	32
3.2.1 <i>Objetivo General</i> .....	32
3.2.2 <i>Objetivos particulares</i> .....	33

3.2.3 <i>Las preguntas de investigación a considerarse son las siguientes:</i> .....	33
3.3 LAS TÉCNICAS DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA EN SU EJECUCIÓN .....	34
3.3.1 <i>Aplicación análisis causa-efecto con el grupo de trabajadores planta International:</i> .....	34
3.3.2 <i>Causas mayores</i> .....	36
3.3.3 <i>Efectos mayores</i> .....	37
3.4 ANÁLISIS KT EN SU EJECUCIÓN EN LA PLANTA ARMADORA.....	40
3.4.1 <i>Definición del problema, o enunciado de la desviación.</i> .....	40
3.4.2 <i>Especificación del problema</i> .....	40
3.4.3 <i>Búsqueda de distinciones</i> .....	41
3.4.4 <i>Enunciado de desviación:</i> .....	42
3.4.5 <i>Obtención de información clave del problema para generar las causas posibles</i> .....	42
3.4.6 <i>Detección de cambios</i> .....	43
3.4.7 <i>Generación de posibles causas</i> .....	43
3.4.8 <i>Contrastación de los datos con las causas</i> .....	44
3.4.9 <i>Verificación de la causa más probable</i> .....	44
3.5 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA.....	45
3.6 ANÁLISIS DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO.....	46
3.6.1 <i>Distribución de los sensores en la cabina del camión</i> .....	47
3.6.2 <i>Las temperaturas detectadas fueron las siguientes:</i> .....	48
3.6.3 <i>Archivo fotográfico y colocación de termistores</i> .....	49
<i>Cursograma analítico del sistema aire acondicionado</i> .....	54
3.6.4 <i>Análisis de flujo de aire</i> .....	55
3.6.5 <i>Tabla especificación del manual de mantenimiento International</i> .....	56
<i>Cursograma analítico flujo de aire</i> .....	58
3.7 AISLAMIENTO EXTERIOR ZONA PISO OPERADOR .....	59
3.7.1 <i>Procedimiento de aislamiento exterior zona piso operador:</i> .....	59
<i>Cursograma analítico aislamiento exterior</i> .....	63
3.8 AISLAMIENTO INTERIOR CABINA .....	64
3.8.1 <i>Colocación de protección térmica bajo tapetes</i> .....	64
<i>Cursograma analítico aislamiento interior</i> .....	66
3.9 <i>Colocación de protección térmica en pared de fuego zona interior operador</i> .....	67
<i>Cursograma analítico aislamiento pared de fuego</i> .....	70
3.10 ARREGLO DEL SISTEMA DE ESCAPE.....	71
3.10.1 <i>Consideración para el arreglo del codo de la entrada del silenciador</i> .....	71
<i>Cursograma analítico sistema de escape</i> .....	73
<b>CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>74</b>
4.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO.....	74
4.1.1 <i>Comparación de lecturas de temperaturas registradas del camión con las especificadas en el manual de mantenimiento International</i> .....	74
4.2 AISLAMIENTO EXTERIOR ZONA PISO OPERADOR .....	76
4.3 AISLAMIENTO INTERIOR CABINA .....	77
4.3.1 <i>Colocación de protección térmica bajo tapetes</i> .....	77
4.4 COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN TÉRMICA EN PARED DE FUEGO ZONA INTERIOR OPERADOR.....	79
4.5 SISTEMA DE ESCAPE.....	81
4.6 <i>Resumen de acciones y resultados de la aplicación de las técnicas de planeación participativa</i> .....	82
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>92</b>
BIBLIOGRÁFICA.....	92
CIBERGRÁFICA.....	92

## Índice de Figuras

1. CAMIÓN INTERNATIONAL MODELO 1910.....	1
2. CAMIONES UTILIZADOS EN LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL.....	2
3. EN 1930 SE CREÓ EL MOTOR "OVERHEAD-VALVE" .....	3
4. TRACTOR B-634 .....	3
5. MOTORES DIESEL EN 1980 .....	4
6. CAMIÓN ESCOLAR INTERNATIONAL 1990 .....	5
7. PREMIO CALIDAD 2005.....	6
8. INTERNATIONAL TRAVELER 2006 .....	7
9. LOGO INTERNATIONAL NAVISTAR COMPANY .....	7
10. CENTROS DE DISTRIBUCIÓN INTERNATIONAL .....	8
11. REINGENIERÍA APLICADA .....	9
12. SISTEMA DE PLANEACIÓN.....	13
13. TÉCNICAS DE PLANEACIÓN PARTICIPATIVA A EJECUTAR. ....	19
14. DIAGRAMA DE PESCADO.....	20
15. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ANÁLISIS CAUSA-EFECTO. ....	21
16. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN ANÁLISIS DE PROBLEMAS CON LA TÉCNICA KT .....	27
17. CAUSAS Y EFECTOS .....	36
18. DIAGRAMA DE PESCADO: INSATISFACCIÓN DEL CLIENTE.....	39
19. COLOCACIÓN DEL TERMISTOR EN EL MEDALLÓN CABINA ZONA SUPERIOR DERECHA Y ASIENTO DEL COPILOTO ZONA SUPERIOR.....	49
20. TERMISTOR ZONA MEDALLÓN Y CABECERA. ....	49
21. COLOCACIÓN DEL TERMISTOR EN LA TAPA INTERIOR MOTOR LADO DERECHO (COPILOTO) .....	50
22. COLOCACIÓN DEL TERMISTOR EN LA TAPA INTERIOR MOTOR LADO IZQUIERDO (PILOTO). ....	51
23. COLOCACIÓN DEL TERMISTOR EN LA VENTILA A/A EXTERIOR DERECHA (COPILOTO). ....	51
24. COLOCACIÓN DEL TERMISTOR EN LA VENTILA A/A EXTERIOR IZQUIERDA (OPERADOR).....	52
25. TERMISTOR EN TABLERO ZONA CENTRAL SUPERIOR .....	53
26. TABLERO DEL CAMIÓN CON LAS DISTRIBUCIONES DE LAS VENTILAS 1, 2, 3, 4.....	55
27. COLOCACIÓN DEL DISPOSITIVO ANEMÓMETRO EN EL PARABRISAS DEL CAMIÓN .....	57
28. AISLAMIENTO EXTERIOR ZONA OPERADOR.....	59
29. PLACA PROTECTORA DE ALUMINIO DE ALTA DEFLEXIÓN AL CALOR .....	60
30. POSICIONAMIENTO DE SEGURIDAD DE LA CABINA EN LOS SOPORTES DE PLANTA .....	62
31. ATORNILLAR ADECUADAMENTE CON SU RESPECTIVO TORNILLO Y TUERCA LA PLACA DE ALTA DEFLEXIÓN AL CALOR.....	62
32. DISEÑO DE PROTECCIÓN TÉRMICA ZONA PISO OPERADOR.....	64
33. TORNILLOS DE SUJECCIÓN TOLVA EN LA PARTE INFERIOR ZONA PIES .....	65
34. ZONA CUADRICULADA: DISEÑO DE PROTECCIÓN TÉRMICA PARED DE FUEGO.....	67
35. PARED DE FUEGO, ZONA PEDALES SIN REMOVER TORNILLOS DE SUJECCIÓN. ....	68
36. DISEÑO DEL AISLANTE. ....	68
37. PARED DE FUEGO ZONA PEDALES .....	69
38. PARED DE FUEGO ZONA PEDALES .....	69
39. ENTRADA DEL CODO DEL SILENCIADOR POSICIONADO SIN NINGUNA DISTANCIA DEL AISLANTE TÉRMICO.....	71
40. AISLAMIENTO DEL TUBO .....	72
41. FILTRO DE AIRE ACONDICIONADO: 2, PRE FILTROS: 3 .....	75
42. INSTALACIÓN FÍSICA DEL FILTRO DEL AIRE ACONDICIONADO Y PRE FILTROS. ....	75
43. MOMENTO EN EL CUAL SE POSICIONAN LOS SOPORTES DE PLANTA PARA LEVANTAR CABINA Y ATORNILLAR AISLANTE TÉRMICO .....	76
44. INSTALACIÓN AISLANTE TÉRMICO .....	77
45. DISEÑO DE PLACA AISLANTE .....	78

46. ARREGLO: ZONA PIES OPERADOR .....	78
47. DISEÑO DE AUTOCAD DEL AISLANTE TÉRMICO EN PARED DE FUEGO .....	79
48. CONDICIONES COLCHONETA ZONA PARED DE FUEGO (ANTES).....	80
49. ARREGLO EN LA PARED DE FUEGO, COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN TÉRMICA. ....	81
50. ANTES: LA TUBERÍA DEL SISTEMA DE ESCAPE SE POSICIONABA A UNA MÍNIMA DISTANCIA .....	81
51. DESPUÉS: CORTE Y UNIÓN, SOLDADURA AUTÓGENA CODO ENTRADA SILENCIADOR.....	82
52. AISLANTE TÉRMICO UTILIZADO EN CABINA CAMIÓN 7600 .....	84

## Índice de Tablas

1. UBICACIÓN DEL USO DE LAS TÉCNICAS.....	18
2. FORMATO APLICACIÓN DE LA TÉCNICA KT.....	29
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA EN CUATRO DIMENSIONES: IDENTIDAD, UBICACIÓN, TIEMPO Y MAGNITUD .....	45
4. LECTURAS DE TEMPERATURAS EN DIFERENTES RANGOS DE TIEMPO.....	48
5 . CURSOGRAMA ANALÍTICO SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	54
6. LECTURAS DE FLUJO DE AIRE .....	56
7. TABLA DE ESPECIFICACIÓN INTERNACIONAL CAMIONES .....	56
8. CURSOGRAMA ANALÍTICO FLUJO DE AIRE .....	58
9. FICHA TÉCNICA DEL AISLAMIENTO TÉRMICO .....	61
10. CURSOGRAMA ANALÍTICO AISLAMIENTO EXTERIOR .....	63
11. CURSOGRAMA ANALÍTICO AISLAMIENTO INTERIOR CABINA .....	66
12. CURSOGRAMA ANALÍTICO AISLAMIENTO TÉRMICO INTERIOR .....	70
13. CURSOGRAMA ANALÍTICO SISTEMA DE ESCAPE .....	73
14. ACCIONES Y RESULTADOS DE LOS CAMIONES .....	83
15. TEMPERATURAS REGISTRADAS ZONA OPERADOR PIES.....	89
16. TEMPERATURA REGISTRADAS ZONA OPERADOR PIES.....	90

## **Dedicatorias**

Le dedico el presente proyecto a mi mamá la Enfermera **Ma. Norma Rivera Martínez** por sus valiosos e inolvidables consejos que me han ayudado a forjar el desarrollo de mi trayectoria profesional y personal, desde que yo era un niño. Al recordarte en mis pensamientos se me viene a la mente el gran esfuerzo que te caracteriza por salir adelante. ¡Gracias Mamá! por darme la vida y poder hacer de todos mis sueños una realidad, Te Quiero Mucho nunca olvidare lo que has hecho por mi, estoy muy orgulloso de Ti, siempre te apoyare.

A mi tía la **Lic. en Admón. Verónica Rivera Martínez** por ser un gran respaldo durante mi etapa de estudiante y como profesionista. El gran apoyo que me brindaste jamás se me olvidara, ya que fue en el momento preciso que yo más lo necesitaba para poder salir adelante en todos los aspectos de mi vida.

Agradecer al **Lic. José Fermín Garrido Baños** por sus valiosos consejos, ser fuente de inspiración en mi desarrollo profesional debido a su destacado desempeño y gran trayectoria en el aspecto laboral, donde se manifiesta el gran manejo de la planeación y liderazgo.

También agradecerle a **Noemí Salazar Rivera** por brindarme tu gran cariño y la compañía inolvidable de una excelente hermana. ¡Gracias!

Mi más sincero agradecimiento al **M.A.E. Luis Eduardo Arriola Meneses** mi director del proyecto terminal por su atención, tiempo, y revisión del proyecto. Así como los grandes consejos y conversaciones que me hicieron comprender lo importante que es innovar en cualquier aspecto de mi vida, ¡Gracias Maestro!

Por otra parte quisiera agradecer al Ing. **Carlos Rivera Martínez** encargado del departamento de Calidad y a los **trabajadores de International Navistar Corporation** por ser personas colaborativas y participativas en el presente proyecto.

## **Introducción**

La Tecnología en los camiones de carga pesada en su continuo progreso con la intención de obtener mayores prestaciones en el manejo del camión genera actualizaciones en procedimientos para detectar posibles fallas en los sistemas de aire acondicionado, en el aislamiento térmico de la cabina y en partes específicas del motor Diesel.

La armadora Internacional optimiza los recursos con los que se cuenta para poder detectar las fallas que los camiones llegaran a presentar por el uso normal debido a las características con las cuales el camión fue adquirido. La prioridad es que se otorgue calidad al cliente debido a que es importante garantizar que el camión no tendrá problemas al ser utilizado en el trabajo pesado motivo principal en el que fue diseñado y ensamblado.

Las armadoras carecen de un análisis detallado de qué tipo de pruebas deben someterse los camiones si llegara a tener problemas en la parte mecánica, del aire acondicionado y de los aislamientos térmicos de las cabinas.

El presente proyecto colaboró con la modificación del proceso de producción de la planta International en el camión Workstar serie 7600 modelo 2008, debido a las elevadas temperaturas que producía al estar el motor en marcha en prolongados lapsos de uso normal. Por ello fue necesario aplicar reingeniería en cada uno de las componentes y de las partes de la cabina ya que en un inicio una flotilla de veinte camiones era destinada para venderse en Ottawa Canadá, pero no fue así el destino final de la venta fue para un cliente potencial en México, Distrito Federal; provocando que los camiones tuvieran un bajo desempeño.

En el capítulo uno se describen los principios de la compañía International, los primeros vehículos diseñados desde 1902 y los grandes aportes de la tecnología en maquinas diesel para ser ensamblados a un chasis con una gran variedad de usos.

En el capítulo dos se definen y se realizan sugerencias de aplicación en las técnicas de planeación participativa, así como otros términos que se aplicaron para producir reingeniería en las cabinas de los camiones 7600.

En el capítulo tres se describen las pruebas de desempeño y procedimientos de arreglo de los camiones al efectuar un análisis KT y análisis causa- efecto dentro de la compañía, ilustrando cada una de las acciones propuestas en el presente proyecto. Las nuevas partes que darán estabilidad térmica son rediseñadas en dimensiones y especificaciones.

En el capítulo cuatro se inicia el proceso de comprobación, debido a que se hace la descripción del procedimiento para realizar las pruebas de desempeño y se comparan con las especificadas en el manual de International, también se presentan las acciones y resultados que se implementaron en este proyecto de reingeniería en el sistema de aire acondicionado, aislamiento térmico en cabinas de los camiones International serie 7600 modelo 2008.

Al final se realizan las conclusiones con las cuales se efectuaron los arreglos en las cabinas, sistema aire acondicionado y sistema de escape. Por otra parte, se registra la gran experiencia que se transmitió al realizar cada una de las acciones de arreglo en conjunto con el personal de la armadora.



# Capítulo 1. Antecedentes

## *1.1 Inicio del corporativo International.*

La compañía Mc Cormick Harvesting Machine en el año 1902 se unió a otras cuatro compañías cegadoras para crear la compañía International Harvester. Con la idea de desarrollar nuevos productos con motores de combustión interna, la nueva entidad tenía 25,000 empleados y ventas por más de 52 millones de dólares.

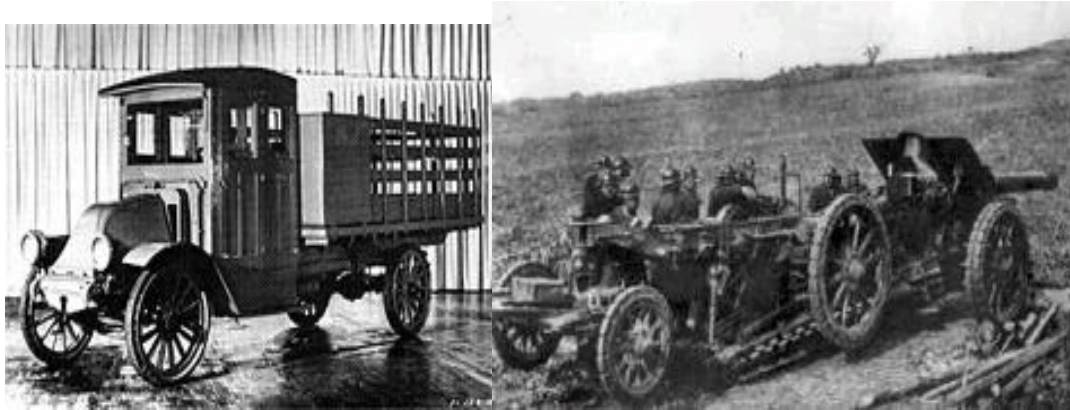
International Harvester inicia la producción del auto buggy (figura 1), en las instalaciones de McCormick en Chicago, el primer autocamión de la compañía que se fabricaba. Se podía adaptar como vehículo de pasajeros o como camioneta cuando se quitaba el asiento trasero. El "auto vagón" se introdujo, siendo el primer vehículo utilitario multiusos. (Auto-Wagon)



**Figura 1. Camión International modelo 1910**

Las ventas de camiones para la entrega de ciudad y arrastre excedieron por primera vez en la historia de la compañía la venta de los de uso agrícola. Se hacen las primeras pruebas para añadir los autobuses escolares a la línea de la compañía, varios de los productos de la compañía son adaptados para ser usados en la primera

guerra mundial (figura 2), lo cual confirma el valor del camión motorizado. Para entonces, el camión no sólo se vende para ser usado en la granja sino también para servicio urbano y general. International contaba ya con 891 distribuidores de camiones en operación.

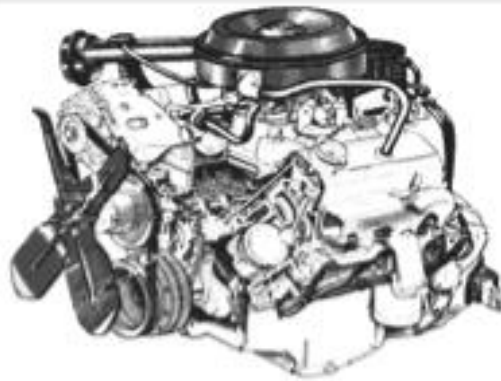


**Figura 2. Camiones utilizados en la primera guerra mundial**

La planta de Springfield, Ohio es utilizada para producir la nueva línea de camiones Modelo "S". Por \$1,500 dólares el Modelo "S" es fabricado con neumáticos con capacidad de 1.5 toneladas y una velocidad máxima de 30 mph, la cual era dos veces mayor que la de sus predecesores. En 1922 el cuerpo de un autobús escolar es ensamblado sobre un chasis de camión ya existente.

### ***1.2 Producción del motor “over-valve”***

De 1930 a 1940 se presentan dos grandes avances tecnológicos: el motor conocido como "overhead-valve"(figura 3) los camiones articulados y semi tráiler. La compañía International Harvester presenta el modelo D-40, su primera línea de máquinas diesel, la válvula de pre combustión con cuatro cilindros, que fue construida en la instalación tractor Works en Chicago. El camión modelo C300, caracterizado por presentar el primer diseño de cabina sobre la máquina y se introduce el segundo eje trasero en los camiones, lo cual permitió tomar el liderazgo en la categoría de seis ruedas y construyendo una planta dedicada únicamente a construir motores para camiones.



**Figura 3.** En 1930 se creó el motor "overhead-valve"

A partir del año de 1950 International Harvester era una compañía de un billón de dólares con ventas de camiones de \$573,664,000 que superarían las ventas de equipo para agricultura por primera vez en la historia de la compañía. Se abre el laboratorio y centro de Ingeniería en Fort Wayne, Indiana. Se introduce la línea "R" en la que se manejaban 162 chasis en largos de 296 pulgadas de wheelbase. En 1965 la división de camiones construye una nueva planta en Springfield, Ohio. Ese año las ventas de camiones exceden el millón de dólares, superando a toda la industria del transporte, se presenta el primer tractor de la compañía el B-634 (figura 4) con la mejor tecnología en partes y componentes para poder sembrar sin dificultades.



**Figura 4.** Tractor B-634

En la década de los 70's inició la producción de la serie "S", el primer camión construido con fáciles modificaciones para diferentes usos, como revolvedoras, pipas, refrigeradores, grúas, etc. Inicia un fuerte periodo de recesión en la compañía y las tasas de interés se incrementaron hasta en un 21.5 %.

En 1980 se construyó el último camión en la planta de ensamble Fort Wayne, Indiana. La producción de los modelos convencionales Paystar y Transtar, así como los camiones pesados se cambiaron a la planta de Chatam. International Harvester reenfoca su estrategia solamente a la producción de camiones, autobuses y motores diesel (figura 5). La compañía también toma medidas agresivas para reestructurar su deuda y mejorar la hoja de balance. En unión con el exitoso plan de capitalización, el nombre de la compañía es cambiado a Navistar International Corporation.



**Figura 5. Motores Diesel en 1980**

En 1990 International adquiere la American Transportation Corporation "Am Tram"(figura 6), un manufacturero de camiones de Arkansas. International está presente en México desde 1926 como socio tecnológico en diferentes facetas, pero no es sino hasta 1996 cuando vuelve a tener presencia en México comercializando sus productos directamente. Se anuncia la construcción de la planta de ensamble en Escobedo, Nuevo León.



**Figura 6. Camión escolar International 1990**

### ***1.3 Construcción de la planta International en México***

La planta Escobedo se inauguró el 22 de abril de 1998, es la ensambladora más moderna de tracto camiones, camiones medianos y ligeros de América. Cuenta con tecnología de punta y la infraestructura necesaria para llevar a cabo un proceso de manufactura eficiente con los más altos estándares de calidad. International, cuenta con el centro de distribución de partes más grande del país, ubicado en Querétaro, México. El cual con sus sistemas inteligentes ofrece un 98% en el cumplimiento de distribución de las partes.

En 1999 se presentada la Tecnología Green Diesel reduciendo las partículas de emisión más del 90%. International, líder en diseño y fabricación de motores diesel, continúa a la vanguardia tecnológica en busca de mejores motores y aire más limpio mediante su programa Green Diesel Technology. En el año 2000 la compañía alinea sus grupos de negocios y cambia el nombre de la operación de la compañía a corporación de camiones y motores International. El cambio es ilustrado con el nuevo logo en forma de diamante.

Son presentados los primeros camiones de alto rendimiento de la Industria con el motor International DT 530 y DT 466. International logro el primer lugar en

ventas de camiones de rango mediano, serie 4000. El "California Air Resources Board" y la "U.S. EPA" certifican los motores Green Diesel Technology para su uso en camiones escolares. Se presenta en México la pick up más grande del mundo y la primera de tres que forman la Serie XT.

#### **1.4 Premio Calidad 2005**

International trae la producción de la serie 7000 a planta Escobedo, la cual abastecerá los mercados de México y América Latina. La serie 7000 está orientada a satisfacer las necesidades de la industria de la construcción. Se presenta el CF, primer camión Cab Forward ensamblado en México por International. La serie CF está formada por dos modelos, CF500 y el CF600. En agosto de 2005, la planta de Escobedo obtuvo el "Premio Nuevo León a la Calidad" (figura 7).



**Figura 7. Premio Calidad 2005**

International lanza en el mercado mexicano el Traveler (figura 8), primer autobús foráneo y ligero de la marca, ideal para trayectos cortos, está ensamblado sobre un chasis International, y se ofrece al mercado únicamente con carrocerías Beccar. En el 2006 se presentó el primer motor MaxxForce de 4.8 para los autobuses 4700 SCD. En septiembre 2006, la planta Escobedo celebró en grande sus primeros ocho años con la producción de la unidad 150,000. Se reestructuran las compañías y el diamante del logotipo International (figura 9) se complementa con la frase: **Navistar Company**, debido a la expansión tan importante que se obtuvo, la corporación en los últimos años, amplió sus operaciones en diferentes países y



continentes como Rusia, Sudamérica, Sudáfrica, India y aliándose para tener la mejor oferta de productos es que ahora Navistar agrupa a las siguientes empresas: International, IC, Workhorse, Mahindra, MaxxForce, MWM, Navistar Parts, Navistar Defense y Navistar Financial.



Figura 8. International Traveler 2006

En agosto de 2008, camiones y motores International de México, presenta diversos cambios de nombres y tecnologías dentro de su gama de productos: Sus motores MaxxForce, para todos sus autobuses y algunos de sus modelos de carga. El cambio de nombre y tecnología en sus camiones. Esto no fue sólo un cambio de nombre o nomenclatura, sino que tiene un fondo, es una renovación tecnológica, una nueva generación, la modernización de sus camiones, autobuses y motores, el apoyo al medio ambiente y una garantía de calidad en productos con distinción.



Figura 9. Logo International Navistar Company

**1.5 Red de distribuidores en la República Mexicana.**

Los centros de distribución en la actualidad de International Navistar Company en México se rigen con la certificación Diamond Standards es una garantía para los clientes. Esta es la certificación que promueve la calidad y excelencia operativa de todos los distribuidores de International (figura 10), mediante la adopción uniforme de criterios y prácticas a nivel mundial.



**Figura 10. Centros de distribución International.**



## Capítulo 2. Marco de Conceptos y Teorías

### 2.1 Reingeniería

La reingeniería es la revisión fundamental y el cambio radical del diseño de procesos, para mejorar drásticamente el rendimiento en términos de costo, calidad, servicio y rapidez. La reingeniería de procesos es una especie de reinención (figura 11), más que un mejoramiento gradual. [Hammer, 1994]

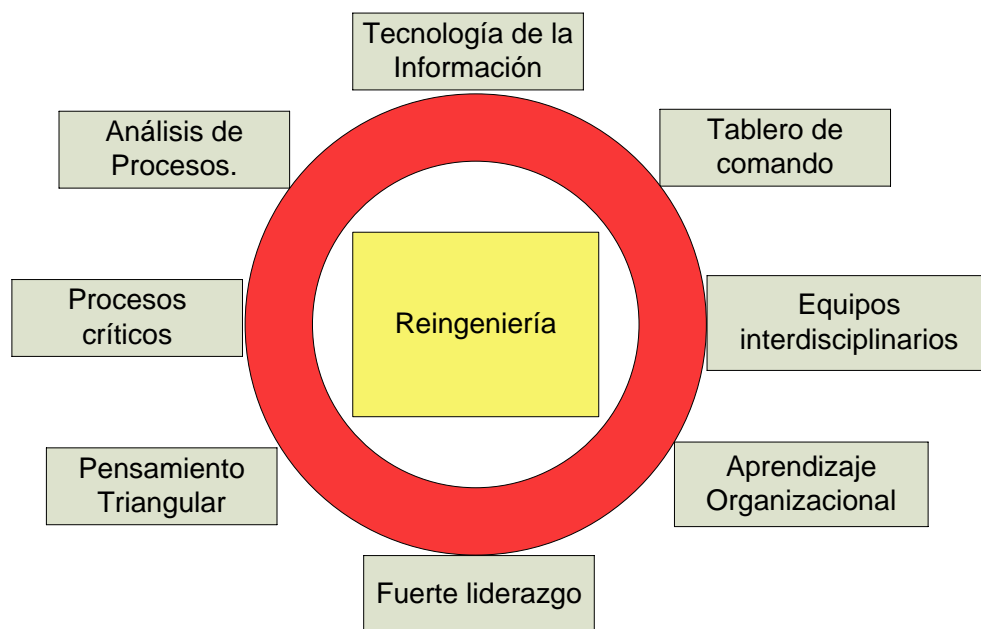


Figura 11. Reingeniería aplicada

#### 2.1.1 Procesos críticos.

El enfoque debe estar puesto en aquellos procesos que dadas las características que le son propias y la industria a la cual pertenece, le permitan lograr una ventaja competitiva en relación a sus competidores. Considerando el tiempo, recursos humanos y financieros que el proyecto de reingeniería requiere, ésta debe centrar su atención en los procesos fundamentales. [Rickards, 1999]

### **2.1.2 Fuerte liderazgo**

El facilitador para llevar a cabo aspectos prácticos de reingeniería debe contar con una gran enjundia, decisión, superando para ello el escepticismo, la resistencia al cambio y los muros entre las áreas funcionales de la organización. Los altos directivos deben concientizar a todo el personal acerca de la necesidad urgente de efectuar cambios profundos y radicales en la forma de generar los productos, servicios, como en la manera de gestionar las actividades de apoyo. La reingeniería debe dar lugar además a un nuevo tipo de liderazgo comprometido éste con la participación, la inspiración, la capacitación y la creatividad aplicada. [Hammer, 1994]

### **2.1.3 Equipos interdisciplinarios**

El proyecto de reingeniería es llevado a cabo por el personal de las distintas áreas participantes del proceso. La reingeniería otorga mejores resultados en lugares de trabajo con alta participación, donde los equipos auto dirigidos y el otorgamiento de poder son más la regla que la excepción. Las iniciativas de arriba – abajo destinadas a fijar objetivos de rendimientos, se combinan con las de abajo – arriba destinadas a determinar la forma de conseguir tales objetivos. [Hammer, 1994]

### **2.1.4 Tecnología de la información**

La tecnología de la información es uno de los principales motores de la reingeniería de procesos, pero ello no debe significar la inversión de altas sumas monetarias porque sí, y menos aún aplicar la tecnología informática sin previamente simplificar y remodelar los procesos, de lo contrario sólo se estará informatizando procesos no efectivos, o aún peor se implementará software que no cumplen con los objetivos estratégicos de la empresa. Es por ello fundamental en primera instancia fijar o determinar claramente cuales son los objetivos de la entidad. El equipo de

reingeniería debe considerar a fondo quiénes, cuándo y dónde necesitan la información. [Rickards, 1999]

### **2.1.5 Análisis de procesos**

El equipo de reingeniería debe conocer en profundidad los procesos existentes en cuanto a: ¿Qué factores afectan el proceso de producción actual? Los conocimientos permitirán al equipo saber que nuevas configuraciones o rediseños de procesos obtendrán un mayor valor agregado y rendimiento. Este conocimiento de los procesos es para saber donde se está parado, donde se quiere llegar, a los efectos de implementar cambios radicales y creativos para superar ésta diferencia. [Rickards, 1999]

### **2.1.6 Tablero de comando**

La utilización de esta herramienta es de gran utilidad para la reingeniería de diversas formas, en primer lugar, para determinar los procesos a rediseñar, en segundo lugar, se monitorean los avances en el proceso de reingeniería y en tercer lugar para medir los resultados de los procesos rediseñados, descubriendo al mismo tiempo nuevos procesos a recrear. Este tablero de comando tiene que ver en gran medida con la tecnología de la información, pero no es necesario incurrir en elevadas inversiones para poder contar con una herramienta de este tipo que sea útil y eficiente. [Hammer, 1994]

### **2.1.7 Pensamiento triangular**

Con ello definimos el pensamiento propio de la reingeniería el cual combina tres puntos o aspectos fundamentales que son: la búsqueda de un incremento absoluto (positivo o negativo) y en gran escala en cuanto a calidad, costos, productividad, tiempos de respuestas, entre otros. El otro punto fundamental es el conocimiento aplicado, y el tercer factor en consideración es la creatividad. El mero conocimiento no permite lograr el desafío de obtener un cambio radical en los procesos de

producción y sus resultados, la creatividad sin un objetivo claro e importante, no estará ni motivada ni tendrá un norte claro y preciso. El sólo hecho de querer lograr importantes objetivos no ha de generar ningún resultado si ello no se apoya en el conocimiento y la creatividad. El líder debe sumar a la organización a aquellos individuos que poseen estas cualidades o bien debe capacitar y entrenar a sus empleados y obreros, cómo así mismo para encarar los grandes cambios estratégicos que la organización reclama. [Rickards, 1999]

### **2.1.8 Aprendizaje organizacional**

Vinculado directamente al tema antes expuesto encontramos la necesidad imperiosa de la organización y su personal desde directivos a obreros de perfeccionarse en la gestión tanto de sus conocimientos como del cambio.

Dentro de un marco delimitado por la inteligencia colectiva y un fuerte espíritu de equipo guiado por la misión y visión organizacional, los proyectos de reingeniería tendrán una capacidad de logros superior a los que se puedan generar en organizaciones que no cuenten con un marco o entorno adecuado para el cambio radical. [Hammer, 1994]

### **2.2 Definición de planeación**

Planeación se define como el proceso por el cual un sistema o el objeto a planear es conducido a partir de una situación presente, hacia un estado deseado, empleando los medios, los recursos necesarios y disponibles. El proceso de la planeación es posible integrarlo en tres subsistemas o fases: el diagnóstico, la identificación y diseño de soluciones y el control de resultados. [Sánchez, 2003]

Durante la fase del diagnóstico (figura 12) se realizan diversas etapas: el planteamiento de la problemática, la investigación de lo real, la formulación del estado deseado y una evaluación diagnóstica. Se empieza estructurando un estado de insatisfacción y se concluye planteando los problemas, sus causas y posibles

repercusiones futuras. En el subsistema identificación y diseño de soluciones las etapas que se realizan son: La generación y evaluación de alternativas, la formulación de las bases estratégicas y el desarrollo de la solución. Se inicia jerarquizando los problemas a resolver y visualizando diversas líneas estratégicas y se termina con la programación de las acciones. [Franklin, 2002]

El control de resultados se obtiene planeando la intervención y evaluando los resultados para su adaptación. Como entrada se tiene el plan de acción y como salida, el diseño de los criterios de éxito y las medidas de desempeño. [Sánchez, 2003]

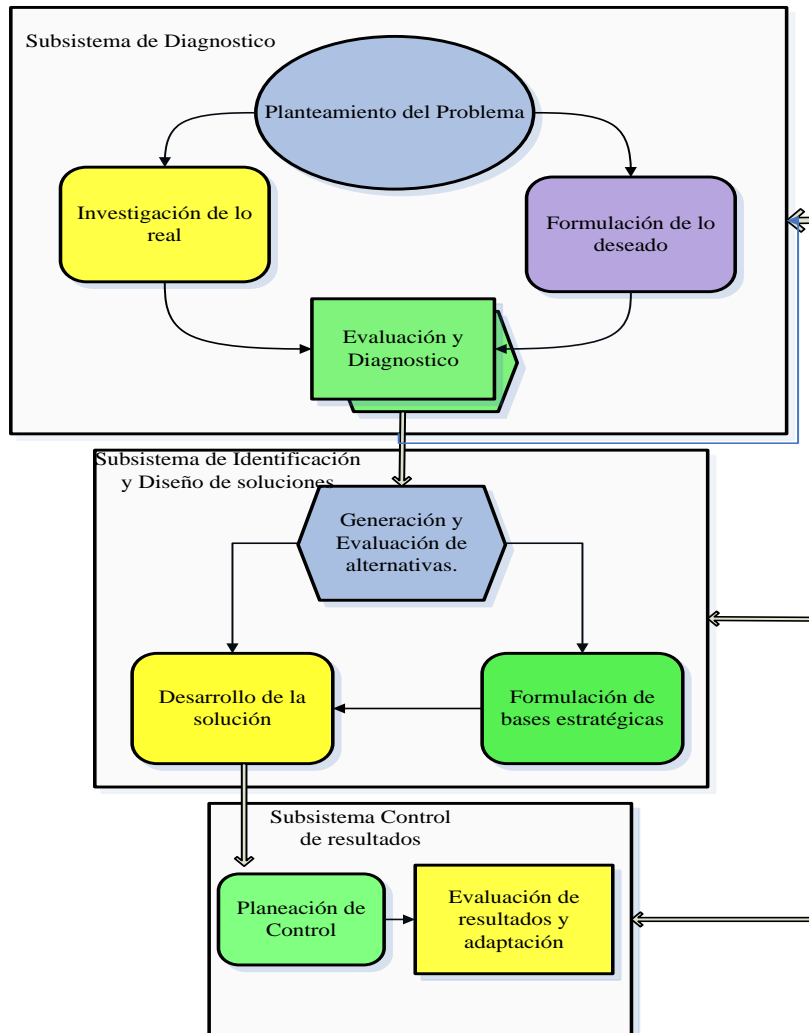


Figura 12. Sistema de planeación

### ***2.3 La planeación y su evolución.***

La planeación va evolucionando a largo del tiempo, aplicándose a múltiples objetos y situaciones de acuerdo a ciertas necesidades e intereses particulares. De acuerdo a esto la planeación surge de la necesidad de diseñar los medios necesarios para alcanzar o acercarse a un resultado futuro a partir de una situación presente. La naturaleza de la planeación es interdisciplinaria, se ha enriquecido de diversas disciplinas científicas y técnicas e incluso artísticas, dando por resultado múltiples tipos y enfoques, integrándose un campo de conocimiento que en ocasiones resulta difícil delimitar sus fronteras. [Sánchez, 2003]

Los senderos de la planeación van dirigidos con énfasis a corto plazo o de largo plazo, otros lo han hecho en la planeación de organizaciones específicas con necesidades muy particulares, o en ocasiones, en la planeación regional e incluso nacional. Unos mas se han centrado en la planeación prospectiva, estratégica y otros han atendido los niveles táctico y operativo. [Kepner, 1999]

Cada propuesta de planeación obedece a ciertos principios en los cuales se matiza su enfoque. Es así, que cuando se habla de que la planeación es un proceso, el énfasis será en evitar entenderla como un hecho aislado y promover que su beneficio y éxito radica en el proceso del mismo. Si se dice que es holística se busca resaltar el carácter sistémico de la misma. Si se expresa que es continua y participativa se pretende reforzar que no es un hecho aislado y que la participación aumenta las posibilidades de éxito. [Franklin, 2002]

## ***2.4 Las técnicas de planeación participativa y el papel solucionador de problemas.***

### **2.4.1. Las técnicas de planeación participativa.**

Son técnicas grupales en las cuales se promueve el diálogo, el consenso que busca el conocimiento existente, intercambio de saberes con el objetivo de resolver los problemas que se enfrentan el conjunto de personas u organizaciones, aprovechando el conocimiento del grupo, utilizando los recursos existentes y estableciendo las estrategias para obtener mejores resultados del trabajo que desarrolle el conjunto de personas. [Sánchez, 2003]

### **2.4.2. El papel solucionador de problemas.**

Es necesario precisar que antes de ejecutar una técnica de planeación participativa es necesario conocer que el conductor del grupo u organización recibe el nombre de facilitador, quien tendrá que desarrollar de manera ordenada las siguientes acciones y cualidades en cada una de sus intervenciones:

**1.-Ubicarse en la organización:** La prioridad es que el facilitador conozca a las personas que integran a la organización así como también a los clientes y su posición en su estructura organizativa, establecer los resultados esperados de la intervención, conocer lo más pronto posible que tanto apoyo “luz verde” tiene de la dirección, la cantidad de recursos económicos para llevar a cabo la intervención y la disponibilidad de su manejo, el tiempo concedido para lograrla y la cantidad de la información existente. Conocer la estructura organizacional formal e informal del sistema; identificar los niveles de autoridad y los grupos de poder, así como la red formal y oculta de información. Ganar credibilidad técnica lo que permitirá formar grupos de trabajo e identificar y seleccionar posibles promotores que con cierta capacitación lo apoyen en la intervención. [Sánchez, 2003]

**2.- Promover** entre los grupos de trabajo la obtención de una mayor claridad en su visión de las cosas. Motivar el autodescubrimiento de los problemas relacionando las causas.

**3.-Sintetizar** el análisis que los grupos de trabajo realicen en la formulación de problemas, buscando que comprendan que todos ellos son partícipes de las causas. Explicar que las causas que lo generan pueden ser eliminadas y que existen caminos para superarlas.

**4.-Catalizar** ideas creativas para la identificación y el diseño de soluciones. Promover la generación de variedad de respuestas. Hacer surgir una solución, la más viable.

**5.-Coordinar** el trabajo en equipo para la sistematización de procesos y poder alcanzar las metas fijadas.

**6.-Promover** las condiciones necesarias para facilitar la implementación de las soluciones.

**7.- Integrar** un documento final que explique el proceso por el que transitara la organización y se alcanzaran los resultados esperados.

**8.-Vigilar** el desempeño para el cumplimiento de la solución.

**9.-Crear** el autocontrol de la organización.

Por el carácter participativo de los procedimientos y técnicas que el facilitador utiliza, frecuentemente se trabaja en grupos, y en consecuencia se manifiestan en el seno de los mismos las diversas personalidades de sus miembros, no siempre pudiéndose evitar la participación de individuos callados, dominantes, retadores, etc.



Para obtener mejores resultados al aplicar las técnicas de planeación participativa se debe de considerar grupalmente lo siguiente:

- En este grupo todos tenemos este mismo nivel (de participante)
- Toda opinión o idea es importante. Evitando descalificar cualquier comentario que llegara a manifestar algún participante
- Expresar malestar/bienestar según sientas. Hablar en primera persona del singular (yo siento, yo pienso, yo supongo, yo hago)
- Expresarse de manera sintética. Todos tenemos oportunidad de participar.  
**[Sánchez, 2003]**

En la tabla 1 se muestran las técnicas de planeación participativa que se pueden ejecutar con objetivo de solucionar problemas de manera colectiva, fomentando la aportación de los integrantes que componen la organización.

La estructura de la tabla hace notar que en algunas técnicas es necesario realizar un análisis detallado del grupo con el que se va a trabajar, investigando que tipo de actividades desarrollan cada integrante y percibiendo el ambiente laboral de los departamentos de la organización, asegurando una buena relación entre el facilitador e integrantes.

Las diferentes técnicas en las cuales se identifican y diseñan las soluciones, se controlan resultados y duración de los días en los cuales se sugiere en su aplicación se delimita en las columnas 3, 4, 5 respectivamente (tabla 1). Esto facilita la correcta elección de las técnicas de planeación participativa ya que existen limitantes tangibles e intangibles que ocasiona la elección de alguna en particular.

**Tabla 1 Ubicación del uso de las técnicas.**

Técnicas	Diagnostico	Identificación y diseño de soluciones.	Control de resultados	Duración (Días)*
Mapas conceptuales	•	+	+	1-3
De soluciones a problemas	•			2-5
Análisis Causa-Efecto	•		+	3-5
Análisis KT	•			3-.5
Redes de Comunicación Grupal	•	+	+	1-2
La Técnica TKJ	•	•	+	2-3
Análisis TOWS	•	•		7
Diseño Idealizado	+	•		7
Análisis Morfológico		•	+	7
TGN	+	•	+	1-2
La Técnica Delphi	+	•	+	120-150
Análisis de Impacto Cruzado	+	•		20
Escenarios	+	•	+	60
Jerarquización Analítica		•		15
La técnica Electre		•		15
Matrices de evaluación	+	•		1-2
Reunión de planeación	•	•	+	2-4
Árbol de Objetos	+	+	•	1-2
ZOPP	+	+	•	2-5
Cruz Maltesa	+	+	•	120

**Fuente: Elaboración propia.**

- Fue diseñado para emplearse durante la fase
- + También se emplea durante la fase

\* La duración en su aplicación. No incluye la etapa de diseño de la aplicación. La duración está en función de la dinámica grupal de los participantes, de la dimensión del problema y de la disponibilidad de información.

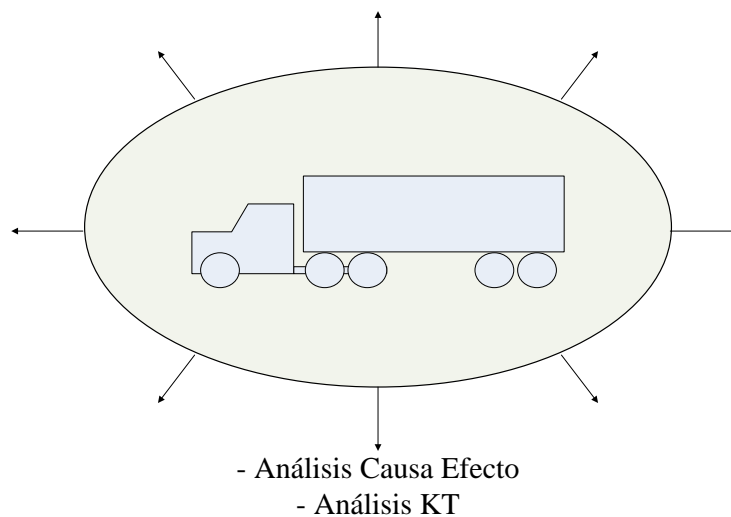
Al conocer y practicando las técnicas de planeación participativa se realizarán procesos breves de intervención de acuerdo al problema que nos estemos enfrentando. Solo es preciso vigilar tres aspectos:

- a) Saber aplicar las técnicas.
- b) Conocer sus alcances y limitaciones.
- c) Seleccionar las más apropiadas.

Al considerar tales aspectos y enfocándolos en el grupo de trabajo de la armadora de camiones International las técnicas de planeación participativa que se aplicarán serán:

- **Análisis causa-efecto**
- **Análisis KT**

Las razones principales de la elección de estas técnicas es debido a la gran información, diversidad de soluciones que estas arrojan al ejecutarlas con los grupos de International, el corto tiempo en aplicarlas y por el costo que estas técnicas implican al ejecutarlas.



**Figura 13. Técnicas de planeación participativa a ejecutar.**

## 2.5 Análisis causa y efecto

Es una técnica sencilla y flexible para la identificación y análisis de las causas y efectos de un problema consiste en construir e interpretar el diagrama causas y efectos, conocido también por su apariencia como diagrama de pescado (figura 14). El diagrama de análisis causal fue inicialmente desarrollado por el profesor Kaoru Ishikawa de la Universidad de Tokio y fue utilizado por primera vez en 1953 en Japón por la compañía de acerera Kawasaki, años después en la Universidad de Oregon, fueron generadas algunas extensiones al mismo. [Sánchez, 2003]

La técnica es esencialmente una extensión del proceso de caja negra. Consiste en colocar en un rectángulo (caja) el problema por analizar. Del lado izquierdo se colocan las principales causas (entradas) y de manera similar, del lado derecho, los principales efectos (salidas) que derivan del problema. Es importante señalar que la técnica se puede realizar utilizando tan solo el lado izquierdo (las causas), como inicialmente fue creada, o también, empleando el lado derecho (los efectos) de ambos lados. Algunas de las ventajas de la técnica son: elimina el síndrome de la causa única, produce un entendimiento uniforme del problema al presentar la misma información a todos involucrados y algo muy importante, los hacen corresponsables del problema. [Kepner, 1999]

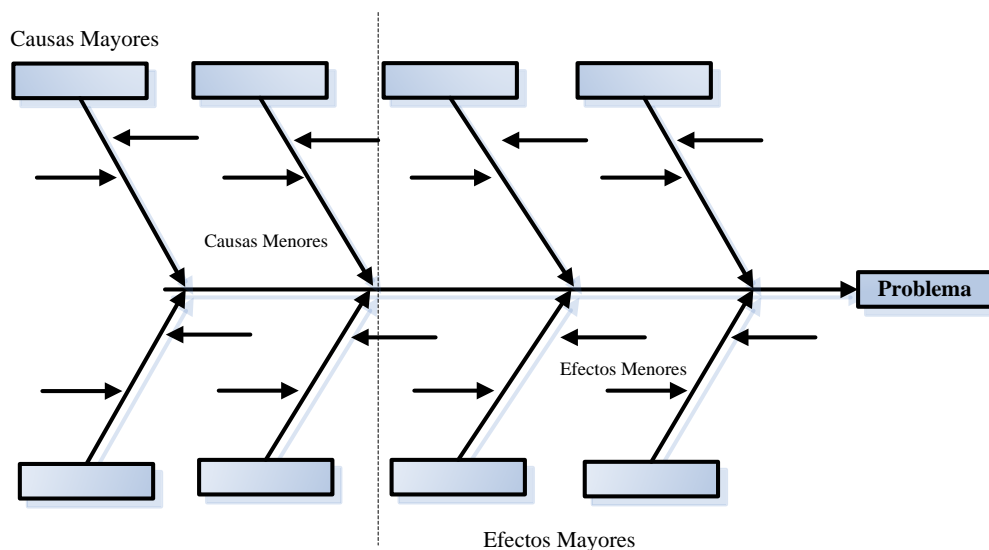


Figura 14. Diagrama de pescado

El diagrama tiene las limitantes de las cadenas causales: las causas son mutuamente excluyentes, no hay relación entre ellas y se mantiene un pensamiento determinista y mecánico. Sin embargo, se pueden mitigar estas insuficiencias realizando relaciones entre las causas y dibujándolas en el diagrama empleando una nomenclatura consistente. Esta técnica demanda un conocimiento profundo de la organización y de los problemas que se presentan ya que solo se aplica a un problema a la vez, aunque se detecten otros vinculados con el problema analizado. Es importante reconocer que el diagrama por sí mismo no califica el grado de influencia o peso que tienen las causas individuales sobre el efecto. Esto tiene que determinarse con la ayuda de otras técnicas asociadas con el diagrama de Pareto. [Kepner, 1999]

### Procedimiento:

La técnica consta de tres etapas: la construcción del diagrama, pasos 1 al 5; la identificación de las causas y/o efectos más probables, paso 6 y la generación de posibles ideas comprende el paso 7. En la explicación del procedimiento se hace mención solo a las causas (figura 15), pero lo mismo se realiza para cuando se trabaja con los efectos o ambos a la vez.



Figura 15. Procedimiento para realizar un análisis causa-efecto.

### **2.5.1 Formación de grupo de trabajo.**

Se integra un grupo y como es usual, se reúne en un lugar tranquilo y adaptado para trabajar en equipos. Se recomienda que el número de participantes (los involucrados en el problema o los expertos en caso de ser un comité asesor), o sea de once a quince. Habrá un facilitador quien dirigirá al grupo. [Sánchez, 2003]

### **2.5.2 Planteamiento del problema**

El facilitador explica brevemente la dinámica de trabajo y pide al grupo que conjuntamente precisen el problema que será analizado. Hay que tener presente que, mientras más se especifique y se cuantifique el problema y se trate de minimizar de la ambigüedad de si es causa o es efecto mejor provecho se obtendrá el análisis. Hasta tener satisfecho lo anterior, conviene iniciar el ejercicio. El problema se escribe dentro de un rectángulo y se dibuja una flecha horizontal del lado izquierdo, entrando al rectángulo. Como en todas las técnicas, el facilitador debe tratar de romper de manera natural la tensión inicial y estimular la confianza entre los participantes. [Kepner, 1999]

### **2.5.3 Identificación de las posibles causas.**

En este paso, el facilitador invita a los miembros del grupo a realizar una lluvia de ideas, que ayuden a identificar todas las posibles causas del problema. Para esto, va elaborando en un pizarrón o rota folio una lista con las ideas que van enunciado los participantes (de preferencia apoyado por un miembro del grupo). La lista se interrumpe cuando los participantes esporádicamente emiten alguna idea. Debe cuidarse que las causas anotadas realmente sean causas y no soluciones. Otra manera de realizar este paso es entregando tarjetas a los participantes y pedir que escriban las causas que ellos consideran relevantes. Se recogen las tarjetas y se procede a escribirlas o pegarlas en un pizarrón. [Kepner, 1999]

#### **2.5.4 Agrupación de las causas y categorización.**

Hasta este punto se ha logrado reunir un conjunto de posibles causas, las cuales hay que agrupar para la identificación de las causas mayores. Aquí el facilitador invita al grupo a identificar cuáles son las causas mayores o factores básicos que influyen en el problema. Esto es, se busca realizar un ejercicio de categorización de manera participativa. El grupo identifica entre las causas señaladas las similares o repetidas, las agrupa o las elimina. Después de la depuración se realiza una segunda agrupación por clases, las cuales serán las causas mayores. Se revisa que en medida de lo posible estas sean mutuamente excluyentes, que representen causas vitales (las necesarias) y que estén en un mismo nivel de complejidad. [Sánchez, 2003]

Otra manera de construir el diagrama sin recurrir a la categorización es directamente proponer como causas mayores las 4 emes (M's) los cuales son: mano de obra, métodos, maquinaria, dinero; asignado a cada una de ellas las causas identificadas. Se pueden agregar otras causas mayores: materiales, proveedores, etc. También, el facilitador puede apoyarse de en la construcción de una gráfica de Pareto a partir del análisis de la frecuencia de las causas señaladas por el grupo, teniendo el cuidado de vigilar la consistencia entre las causas mayores. Una manera más de agrupamiento de las causas es identificando cuales son causas controlables e incontrolables y observables e inobservables. [Franklin, 2002]

#### **2.5.5 Construcción del diagrama.**

Finalmente, el resultado de la agrupación es la construcción del diagrama, donde las causas mayores agrupan jerárquicamente las causas menores y subcausas. Las causas y subcausas se notan en el diagrama uniéndose con flechas a las causas mayores. No debe preocupar si se encuentra que alguna causa menor puede asociarse a más de una causa mayor, o bien, si no se tiene certeza respecto a la causa mayor en la que se debe ubicar alguna causa menor. Lo importante, por el momento, es incluirla en el diagrama. [Burghart, 1995]

En ocasiones el grupo puede optar por presentar las causas mayores de acuerdo con la cercanía de estas con el rectángulo que contiene el problema, mientras más cerca se ubiquen, serán más importantes. El grupo debe de quedar convencido de que las causas anotadas en el lado izquierdo del diagrama, han producido el diagrama analizado. En el caso de haber trabajado con causas y efectos, debe estar convencido de que las causas identificadas han derivado los efectos anotados en el lado derecho del diagrama, resultando así un diagrama en equilibrio. Debe tener precaución de no estructurar los efectos como un espejo de las causas. [Sánchez, 2003]

### **2.5.6 Determinación de las causas con mayor impacto o mayor probabilidad.**

Una vez detallado el diagrama, cada integrante del grupo vota, a través de tarjetas o directamente, por las tres causas que considere más probables. Se tabulan los resultados y se eligen las tres causas que considere más probables. Se tabulan los resultados y se eligen las tres causas que más votos obtuvieron. Los integrantes deben estar de acuerdo con la elección. Si existe duda del impacto o importancia de una causa, el grupo puede suspender el ejercicio y reunir la información necesaria. Este paso se puede realizar más objetivamente a partir del análisis de las frecuencias de las causas con una gráfica de Pareto. [Kepner, 1999]

### **2.5.7 Elaboración de propuestas de solución.**

A partir de aquí, los integrantes del grupo desarrollan propuestas de solución para mejorar el proceso, respaldadas por una hipótesis sólida. Posteriormente, el grupo se reúne, procesa y se grafica datos con el propósito de medir el comportamiento del proceso, identificar oportunidades de mejoramiento y probar las hipótesis establecidas.



### **2.5.8 Sugerencias en aplicación de la técnica de planeación participativa**

El diagrama debe estar siempre a la vista de todas las personas que integran el grupo. En ocasiones al término del paso de la identificación de las posibles causas, conviene interrumpir el ejercicio y reiniciarlo después, esto produce en los participantes un proceso de incubación de ideas. Conviene enfrentar las causas de una en una, de acuerdo con su valoración. Así mismo debe tenerse cuidado en atacar preferentemente los problemas en los que se pueda tener el control de sus causas o efectos. [Sampieri, 2006]

Un aspecto para reflexionar es que el diagrama se construye con la participación de los involucrados. Ellos expresan las causas reales del problema. ¿Quién asegura su veracidad? La retroalimentación con la práctica y el análisis estadístico nos ayudara a tener la validez necesaria. El diagrama puede ser utilizado como una técnica de valoración. De hecho, el diagrama es un mapa conceptual que revela la estructura del conocimiento del problema o del tema de quienes lo construyen. [Sánchez, 2003]

## **2.6 Análisis KT**

La explicación de la técnica que se ha denominado por las iniciales de los apellidos de sus autores KT los cuales son Charles Kepner y Benjamín Tregoe científicos sociales norteamericanos, expone como realizar el segundo patrón de la solución de problemas; el análisis de problemas. El problema (falla) es algún tipo de desviación de una norma, que quien considera importante y necesario restablecer. Es algo que ha salido mal inexplicablemente y su detección se inicia con una noción clara de lo que debería suceder. [Franklin, 2002]

### 2.6.1 Estructura análisis KT

Parte de la base de que todos los problemas tienen la misma estructura, lo que invita a racionalizar su proceso de solución. Señalan que este proceso presenta cuatro patrones básicos de pensamiento:

**a).- ¿Qué está ocurriendo? (Análisis de situaciones).** Permite evaluar, aclarar, seleccionar e imponer orden en una situación confusa.

**b).- ¿Por qué ocurrió esto? (Análisis de problemas).** Permite relacionar un suceso con su resultado, una causa con su efecto.

**c).- ¿Qué curso de acción hay que tomar? (Análisis de decisiones).** Permite hacer decisiones razonadas.

**d).- ¿Que nos espera más adelante? (Análisis de problemas potenciales)**

Permite mirar en dirección al futuro que nos depara. [Sampieri, 2006]

El problema se especifica haciendo preguntas tanto del objeto afectado como del defecto del mismo mediante cuatro dimensiones: la identidad de la falla (¿Qué?), el lugar donde ocurre (¿Dónde?), su ubicación en el tiempo (¿Cuándo?) y la magnitud o tamaño (¿Cuánto?); contrastándose cada una de ellas con “Lo que es” y “Lo que no es” o con lo que “Podiera ser, pero “No es”. [Kepner, 1999]

El mayor beneficio de la técnica es la sistematización del análisis de los problemas, que si bien, en ocasiones por intuición o sentido común hemos analizado los problemas como los autores proponen, no lo hemos realizado en forma estructurada. Es un proceso que converge, contrario a la técnica causa efecto que diverge, evita las preguntas inútiles, es de fácil manejo, pero se requiere de un conocimiento profundo del sistema objeto de estudio. Es recomendable utilizarla para identificar, describir y analizar problemas operativos de tipo técnico, proporcionando

un medio sistemático para extraer la información esencial de una situación problemática y hacer a un lado la información irrelevante o confusa. [Sánchez, 2003]

### Procedimiento:

El procedimiento consiste en dos etapas (figura 16). La primera, es la detección de falla y la segunda, que abarca el análisis y la corroboración de la causa más probable que dio origen a la falla. Lo anterior se realiza a través de los pasos que se muestran en la figura 16.

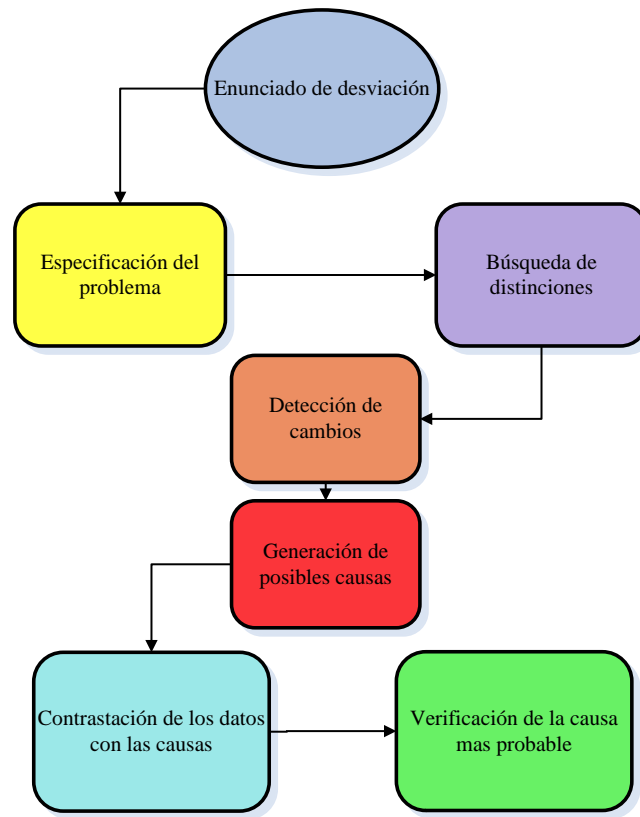


Figura 16. Procedimiento para realizar un análisis de problemas con la técnica KT

### 2.6.2 Enunciado de la desviación

Se describe con precisión, tanto el objeto como la falla o problema, de los cuales se quiere encontrar la causa.

### **2.6.3 Especificación del problema**

Se describe lo más completo posible la identidad, ubicación, tiempo y magnitud del problema como “Es” y como “Pudiera” pero “No es”. En la siguiente columna se indica la desviación del desempeño y en posterior columna la comparación lógica más cercana. Con base en la identificación de los cuatro “Pudiera ser” pero “No es”, se establecen las bases de comparación que conducen a entender y posteriormente a resolver el problema. [Sampieri, 2006]

### **2.6.4 Búsqueda de distinciones.**

Se buscan los detalles que solo caractericen a los datos del “Es”, en las cuatro dimensiones, es decir se responde a la pregunta: ¿Que es lo que distingue a...?. El resultado es una colección de factores clave que caracterizan la identidad, la ubicación, el tiempo, y la magnitud del problema.

### **2.6.5 Detección de cambios.**

Se estudia cada distinción para determinar si también representa un cambio.

### **2.6.6 Generación de posibles causas.**

Cuando se han identificado todas las distinciones y cambios, se comienzan a identificar las posibles causas derivadas de los cambios y distinciones. Cada distinción y cambio se examina en busca de pistas hacia la causa más probable. Cada hipótesis resultante de la causa se enuncia para ilustrar no solo lo que causo el problema, sino como lo causo.

Tabla 2. Formato aplicación de la técnica KT

DESVIACIÓN:				
ESPECIFICACIÓN	LO QUE ES	LO QUE NO ES	DISTINCIÓN	CAMBIO
IDENTIDAD ¿Qué? Objeto Defecto				
UBICACIÓN ¿Dónde? Se observó la falla				
TIEMPO ¿Cuándo? Se observó la falla				
MAGNITUD ¿Cuánto? ¿Qué tanto impacto?				
CAUSA MÁS PROBABLE ¿Por qué?				

Fuente: Elaboración propia

### 2.6.7 Contrastación de los datos con las causas.

Cada posible causa se prueba contra la especificación. Debe explicar tanto los datos del “Es” como los del “No es” de cada dimensión. Si explica o resiste todos los hechos especificados, se puede decir que es la causa más probable. Finalmente, se precisan los criterios y pasos (tabla 2) para verificar la causa más probable.

### 2.6.8 Verificación de la causa más probable.

Se realiza, de ser posible, en el lugar mismo del problema; ya sea reproduciendo el efecto según la causa sugerida por el análisis, o invirtiendo el cambio para ver si se elimina el problema. Si pasa la verificación, se comprueba la relación causa-efecto establecida. [Sánchez, 2003]

### **2.6.9 Sugerencias en aplicación de la técnica de planeación participativa:**

- 1.-El análisis causal se inicia a partir de que ya no se puede explicar de manera inmediata el enunciado de desviación.
- 2.-Los enunciados deben redactarse con frases precisas que nombren un objeto y un mal funcionamiento.
- 3.-Cuando más se delimite la falla, habrá menos causas que revisar y más fácil se podrá explicar.
- 4.-Es una técnica que permite la integración de grupos de trabajo y no es recomendable para realizarse de manera individual. [Sánchez, 2003]

## **Capítulo 3. Estudio del caso**

En la aplicación de las técnicas de planeación participativa se fijaron con anterioridad las limitaciones y alcances de cada una de ellas. Los elementos que se establecieron para plantear un problema son la justificación, objetivos y preguntas de investigación, que favorece la consistencia y viabilidad del proyecto de aplicación.

### ***3.1 Justificación***

Este proyecto se realizó en conjunto con la armadora Navistar International Corporation, con la intención de obtener los procedimientos para solucionar las fallas de una flotilla de camiones serie 7600 International de carga pesada en el sistema del aire acondicionado y del aislante térmico de la cabina, aplicando técnicas de planeación participativa análisis causa efecto y análisis KT.

Se tomarán en consideración los aspectos que intervienen en altura, especificaciones y datos técnicos del manual de mantenimiento International, considerando los 2240 metros sobre el nivel del mar de la ciudad de México que modifican el desempeño del camión, debido a que los camiones que presentan estos problemas son los que se venderían en un inicio en Ottawa Canadá. Esto permitirá otorgar calidad a componentes que se tienen que arreglar, ya que servirá para planear las adecuaciones en la manufactura de los siguientes modelos de camiones de carga Navistar International Corporation.

El problema central parte de las deficiencias con las que cuenta el aislamiento térmico, motivo por el cual se transfiere calor en el interior produciendo altas temperaturas en las cabinas al ser utilizado el camión en altos rangos de tiempos y de carga.

Por lo anterior se establecerán los pasos para determinar adecuadamente las técnicas de planeación participativa que se pueden ejecutar en la armadora y la propuesta del procedimiento de solución.

La compañía International Navistar Corporation será parte importante en la ejecución de las técnicas de planeación participativa por el trabajo colaborativo que este requiere para desarrollarlas de manera adecuada, esto producirá que los trabajadores sean tomados en consideración debido a que podrán decidir en el cambio del proceso de producción.

## ***3.2 Objetivos***

### **3.2.1 Objetivo General**

Identificar los problemas que tiene el sistema de aire acondicionado del motor Diesel y de los aislamientos térmicos de la cabina del camión WorkStar 7600 modelo 2008 de carga pesada mediante la observación y lectura de temperaturas mediante el uso de termistores y el dispositivo anemómetro, para determinar las partes y componentes mal ensambladas así como las tolvas que requieran un material de mayor resistencia al calor implementando una modificación a los aislamientos y posiciones originales que mejore las prestaciones de enfriamiento logrando obtener satisfacción total del cliente.



### **3.2.2 Objetivos particulares**

1.-Obtener las lecturas de temperaturas de la cabina a diferentes revoluciones por Minuto (R.P.M.) que nos servirá para obtener las zonas críticas de calentamiento excesivo, las cuales serán objeto de arreglo.

2.- Revisar el funcionamiento del sistema de aire acondicionado con la intención de comparar los datos técnicos que el camión arroja con los datos que especifica el manual de International.

3.-Diseñar, cambiar y mejorar los aislamientos térmicos de la cabina, evitando que las emisiones de calor se introduzcan en la misma, originadas por los componentes y partes del camión.

4.-Realizar los cambios necesarios e inspeccionar el sistema de escape de la maquina Diesel para obtener mejores prestaciones en el camión.

5.-Obtener mayor confiabilidad de los clientes al comprar los camiones, garantizando la seguridad, potencia y rendimiento del camión.

### **3.2.3 Las preguntas de investigación a considerarse son las siguientes:**

1.- ¿El aislamiento térmico original será el adecuado para las condiciones climáticas de la ciudad de México?

2.- ¿Se tendrá que modificar el sistema de escape, en específico el tubo que sale del múltiple de admisión de los camiones de carga?

3.- ¿El sistema de aire acondicionado necesitara de instalarle pre filtros para un mejor enfriamiento?

4.- ¿La altura de la ciudad de México afecta en el desempeño del camión?

5.- ¿Los camiones tendrán ensambladas correctamente las tolvas en las zonas específicas de mayor transferencia de calor?

6.- ¿Accionara el sensor de temperatura de la maquina diesel?

### ***3.3 Las técnicas de planeación participativa en su ejecución***

Las técnicas de planeación participativa que se aplicaron son análisis causa-efecto y análisis KT en la planta armadora International de camiones para carga pesada junto con los obreros, el supervisor del área de calidad, ensamble y diseño con objetivo de sintetizar el problema y determinar las causas principales del calentamiento excesivo de la cabina por medio de la participación de todos los trabajadores involucrados.

El camión 7 600 de Internacional, modelos 2008 sufre calentamientos excesivos en la cabina en determinados intervalos de tiempo, bajo diferentes condiciones de manejo, trafico, trayectos y el uso determinado del camión.

#### **3.3.1 Aplicación análisis causa-efecto con el grupo de trabajadores planta International:**

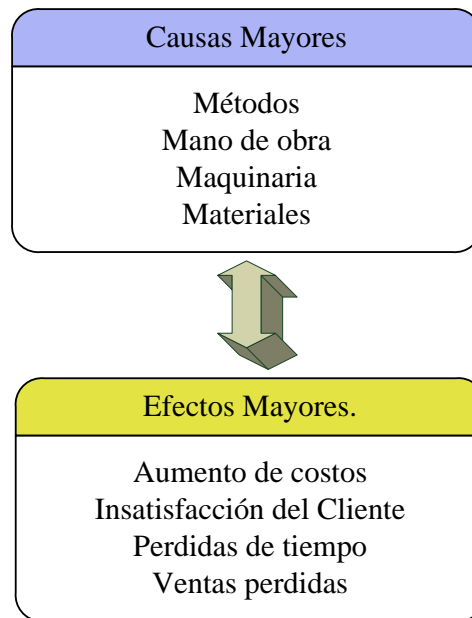
**Paso 1:** Se reunió a los trabajadores formándolo en dos grupos de cuatro integrantes cada uno para que en conjunto se identificaran las principales causas y efectos por la cuales la cabina del camión sufre calentamientos excesivos.

**Paso 2:** El problema a analizar se determino de la siguiente manera:  
**“Calentamientos excesivos en el interior de cabinas de la serie de camiones diesel 7600 modelo 2008”**

**Paso 3:** Una vez definido el problema con el grupo los trabajadores expresaron una serie de situaciones y hechos que consideraban como causantes de las elevadas temperaturas, se procedió a escribirlas en un pizarrón y estas son:

Checar la bomba de inyección.  
Falta de aislamiento térmico de la cabina.  
Analizar el sistema del aire acondicionado.  
Revisar el sistema de escape.  
Falta incorporar tolvas de la cabina.  
Incorporar aislante con alta deflexión al calor.  
Falta de un mejor diseño del aislante térmico.  
Revisión del filtro del aire acondicionado.  
Revisar el sistema de enfriamiento de la maquinaria.  
Reducir los grados de inclinación de la entrada del tubo del silenciador.  
Aislar 30 centímetros el tubo de escape en la parte que sale del múltiple de admisión.  
Análisis de las temperaturas en las zonas de la cabina (piloto y copiloto).  
Falta una mayor inspección en las zonas donde el aislante térmico es atornillado.  
Instalación de pre filtros en el sistema del aire de aire acondicionado.  
Mayor capacitación de la placa de aluminio con alta resistencia al calor.  
Cambios en el proceso de producción en el ensamble del aislante térmico.  
Chequeo de las mangueras del sistema del aire acondicionado.  
Cambio del filtro del aire acondicionado.

**Paso 4:** con la lista anterior, se tiene que agrupar las posibles causas y auxiliando de la siguiente categorización:



**Figura 17. Causas y efectos**

En base a la categorización de las causas mayores, causas menores, efectos mayores y efectos menores realizados en conjunto con el grupo de trabajo, se procedió a graficar el diagrama de pescado (figura 18) con una específica distribución para identificar las prioridades de acción para el arreglo de las unidades. La identificación de las causas, así como los efectos fueron producto de las aportaciones de los trabajadores directos de calidad, diseño y postventas, las intervenciones de ellos fueron las siguientes:

### **3.3.2 Causas mayores**

#### **Métodos:**

Analizar el sistema del aire acondicionado.

Revisar el sistema de escape.

Chequeo de las mangueras del sistema del aire acondicionado.

Falta de un mejor diseño del aislante térmico.

Revisión del filtro del aire acondicionado.

Revisar el sistema de enfriamiento de la maquinaria.

Análisis de las temperaturas en las zonas de la cabina (piloto y copiloto).

Chequeo de las mangueras del sistema del aire acondicionado.

Cambios en el proceso de producción en el ensamble del aislante térmico.

Posicionar las nuevas cabinas en los soportes de seguridad asegurando un apriete exacto del aislamiento térmico.

**Mano de Obra:**

Mayor capacitación de la placa de aluminio con alta resistencia al calor.

Ensamblar correctamente tolvas en cabina.

Incorporar aislamiento térmico de la cabina.

Falta una mayor inspección en las zonas donde el aislante térmico es atornillado.

**Maquinaria:**

Aislar 30 centímetros el tubo de escape en la parte que sale del múltiple de admisión.

Reducir los grados de inclinación de la entrada del tubo del silenciador.

Posicionar las nuevas cabinas en los soportes de seguridad asegurando un apriete exacto del aislamiento térmico.

**Materiales:**

Cambiar aislante térmico con las siguientes especificaciones: Ensamble de PVC negro y Foil de aluminio por una cara y auto adherible por la otra cara.

Cambio del filtro del aire acondicionado.

Instalación de pre filtros en el sistema del aire de aire acondicionado.

**3.3.3 Efectos mayores**

**Aumento de Gastos**

Consumo excesivo de combustible

Aumento de costos en combustible

Aumento de costos en la carga de gas del aire acondicionado.

**Insatisfacción del cliente:**

Clientes con pérdidas por desempeño del camión.

Flotillas de camiones inactivas.

**Pérdidas de tiempo**

Tiempo de espera al calentarse el camión

Lapsos mayores de mantenimiento

**Ventas perdidas**

Camiones que no se han logrado vender

Clientes potenciales sin comprar el camión

En base a las causas mayores, efectos mayores, causas menores y efectos menores se procedió a estructurar el diagrama de pescado con la siguiente categorización: **métodos, mano de obra, maquinaria, materiales** que comprende a las causas. Por otra parte, los efectos son: **aumento de gastos, insatisfacción del cliente, pérdida de tiempo y ventas perdidas.**

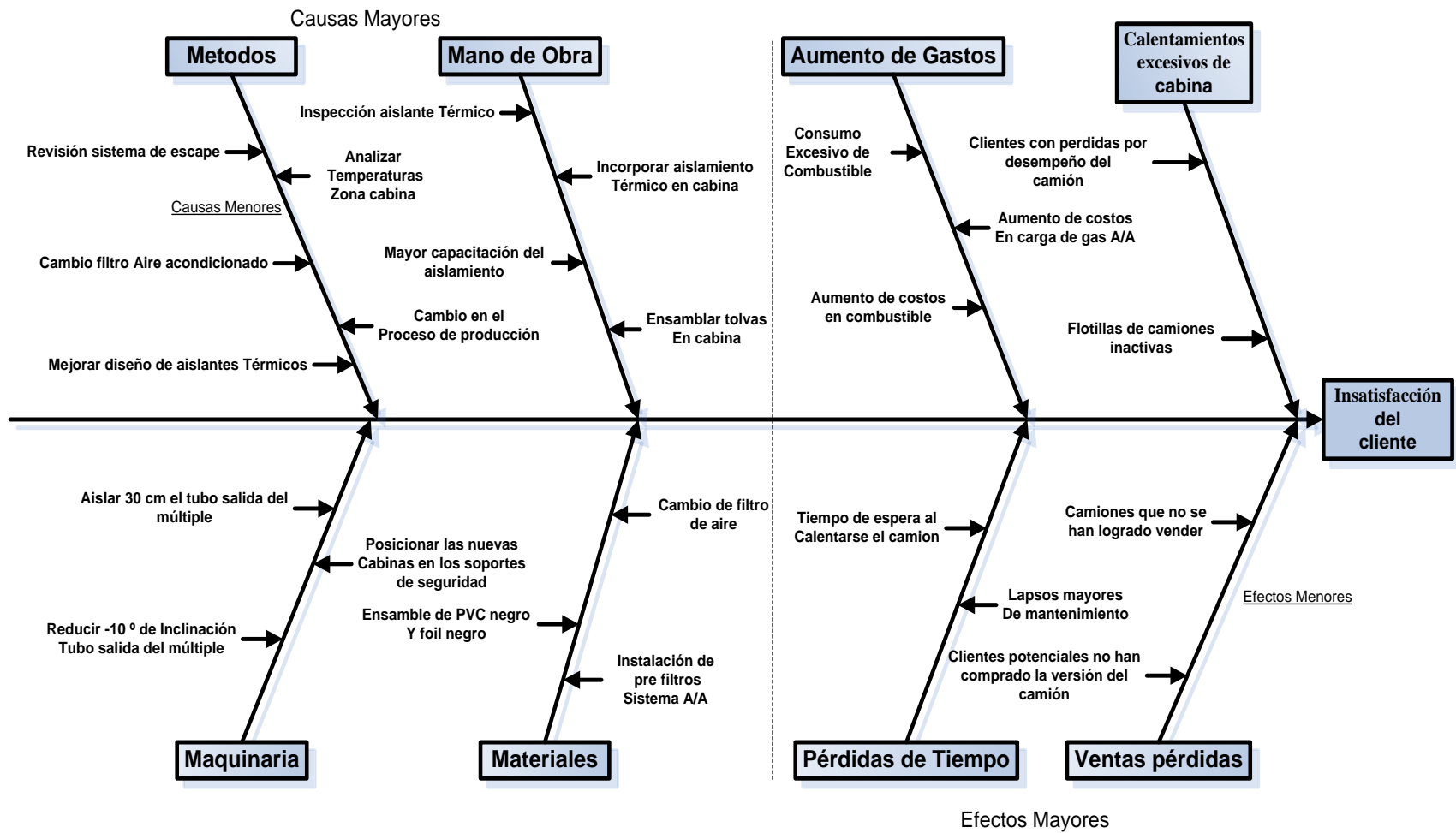


Figura 18. Diagrama de pescado: insatisfacción del cliente.

### **3.4 Análisis KT en su ejecución en la planta Armadora**

#### **3.4.1 Definición del problema, o enunciado de la desviación.**

Antes de poder describir, analizar y explicar un problema es imprescindible que se defina con precisión y esto lo logramos por medio de un enunciado de la desviación, o nombre del problema. Es importante expresar este enunciado con precisión porque todo el trabajo que seguirá (toda descripción, análisis y explicación que se emprendan estará dirigido a corregir el problema conforme a su nombre). El nombre de este problema es **“Calentamientos excesivos en el interior de cabinas de la serie de camiones diesel 7600 modelo 2008”**.

Cualquiera que sea la sencillez o complejidad que un problema parezca tener en un principio, siempre vale la pena preguntarse: “¿Podría explicarse en este momento el efecto de este problema según lo hemos descrito en el enunciado de desviación?” si es así, debemos retroceder hasta el punto en que ya no podamos explicar el enunciado de desviación.

#### **3.4.2 Especificación del problema.**

##### **ES y NO ES: una base de comparación.**

Se tendrá que identificar los datos sobre lo que pueda **Pudiera ser**, pero **No es**, también podremos identificar los factores peculiares que aíslan nuestro problema: exactamente qué es, donde se observa, cuando se observa, y su extensión o magnitud. Esos factores peculiares nos acercaran más a la causa del problema.

En el análisis de problemas debemos buscar bases de comparación en cada una de las cuatro dimensiones de la especificación. Ahora repetiremos nuestro enunciado de la desviación, las preguntas, respuestas de especificación y añadiremos



una tercera columna llamada comparación lógica más parecida. En esta columna estableceremos el problema como verificar Pudiera ser pero No es en términos de **identidad, ubicación, tiempo y magnitud**, esto se realiza con el fin de reducir el ámbito de la búsqueda de la causa.

### 3.4.3 Búsqueda de distinciones.

#### **Descripción del problema en cuatro dimensiones: identidad, ubicación, tiempo y magnitud.**

Con el enunciado preciso de la desviación, el siguiente paso del análisis de problemas consiste en descubrir el problema a detalle, o desmenuzarlo según cuatro dimensiones.

**Identidad:** que es lo que estamos tratando de explicar.

**Ubicación:** donde lo observamos.

**Tiempo:** cuando ocurre

**Magnitud:** que tan grave, o extenso es.

Toda la información disponible sobre cualquier problema caerá dentro de una de estas cuatro dimensiones. Dentro de cada una hacemos preguntas de especificación que determinen nuestra descripción del efecto del problema y den exactamente el tipo de información que nos será de mayor utilidad para el análisis de los problemas térmicos en cabina.

Como resultado de esta descripción del problema, al contestar las preguntas nos proporcionara información útil con el objetivo de enfocarnos a puntos específicos del problema, esto comprende el analizar cada una de las partes del camión ya que de esa manera obtendremos información del porque en el interior de la cabina tiende a

elevar la temperatura. Si se omiten preguntas que parecen no tener importancia se destruye la objetividad que tal diligentemente tratamos de conservar.

Con solo unas cuantas variaciones en la redacción, cualquier problema puede ser descrito contestando las preguntas de especificación. El objeto de nuestra preocupación no es una unidad, sino un sistema, o parte de una función, o la totalidad de esta.

#### **3.4.4 Enunciado de desviación:**

**“Calentamientos excesivos en el interior de cabinas de la serie de camiones diesel 7600 modelo 2008”.**

#### **3.4.5 Obtención de información clave del problema para generar las causas posibles.**

Al realizar nuestro análisis del problema en el calentamiento excesivo en el interior de la cabina de camión de carga se integran más variables como es la pregunta ¿Qué distingue? a las cuatro dimensiones del problema, nuestro problema empieza a revelar pistas importantes de la causa del problema: pistas, no respuestas o explicaciones. En este punto del análisis de problema identificamos los distinguos que caracterizan al problema en términos de su **identidad, ubicación, tiempo y magnitud**.

Las cuatro dimensiones de una especificación producen distinguos de diversa cantidad y calidad. Con frecuencia una o más dimensiones no producen distinguos. Obviamente la meta es calidad: pistas sólidas, características sobresalientes de los datos ES.

### 3.4.6 Detección de cambios.

Los directivos que quizá desconozcan el análisis de problemas saben que una baja en un desempeño que antes era aceptable sugiere que algo ha cambiado, el sentido común les dice que deben buscar ese cambio. Pero dicha búsqueda puede ser frustrante cuando el directivo enfrenta una serie de cambios conocidos, planificados, e imprevistos que continuamente se introducen en cada operación.

Cuando de cada distingo preguntamos “¿Este distingo sugiere algún cambio?”, buscamos directamente los cambios capaces de sugerir la causa. Pasamos por alto algunos cambios que pudieran haber ocurrido pero que no son pertinentes a las características clave de este problema. Son de suma importancia la relación entre distingos y cambios, y la relación entre ambos la generación de posibles causas.

### 3.4.7 Generación de posibles causas.

En algún lugar de la lista de distingos y cambios que surgen durante el análisis de problemas esta la explicación de la causa (siempre y cuando toda la información pertinente al problema haya sido obtenida e incluida). En ocasiones surgirán varias posibles causas. En algunos casos deben entretorse las partes de información para obtener una explicación satisfactoria de la causa del problema. Dos causas combinadas pueden producir una desviación en el desempeño que no causaría una de ellas por sí sola.

**Causa posible:** el calentamiento de la cabina va en aumento dependiendo de la aceleración, las revoluciones por minuto con lo que se trabaje el camión en diferentes lapsos de tiempo, es evidente que se analizara todo el sistema de escape debido a que se registraron altas temperaturas en el interior del camión donde se posiciona la tubería de la salida del múltiple de admisión del motor diesel.

### 3.4.8 Contrastación de los datos con las causas.

La entrada del tubo del silenciador es una de las verdaderas causas del calentamiento excesivo de la cabina del camión debido a que existe un rozamiento con la parte exterior de la cabina en la zona del copiloto.

**Ubicación:** el exceso de temperatura ES identificado en la parte inferior de los pedales del conductor hasta en el asiento del mismo y NO ES identificada en el área del medallón zona piloto y copiloto.

**Tiempo:** el calentamiento de la cabina ES identificado desde hace 2 meses que salió de la planta y NO es identificado antes.

### 3.4.9 Verificación de la causa más probable.

El ultimo enunciado esta enumerado como una posible causa simplemente porque es posible. Es importante que al incluir todas las causas posibles no perdemos nada, mantenemos nuestra objetividad, y reducimos la incidencia del conflicto y el desacuerdo en la explicación de un problema. En la etapa de comprobación del análisis del problema, dejamos que los datos de la especificación desempeñen la función de juzgar la probabilidad relativa de las posibles causas.

De cada posible causa es necesario cuestionar: ¿Si esta es la verdadera causa del problema, entonces como explica cada dimensión de la especificación? La verdadera causa debe explicar cada uno y todos los aspectos de la desviación, ya que la verdadera causa crea el efecto exacto que hemos especificado. Los efectos son específicos, no generales. La prueba de la causa es un proceso para ver si concuerdan los detalles de una causa postulada con los detalles de un efecto observado para ver si tal causa pudo haber producido dicho efecto. En la tabla 3 se muestra la ejecución de los pasos de la técnica de planeación participativa análisis KT clasificado en las dimensiones identidad, ubicación, tiempo, magnitud aplicada a la cabina del camión.

**Tabla 3. Descripción del Problema en cuatro dimensiones: identidad, ubicación, tiempo y magnitud**

<b>Especificación</b>	<b>Lo que es</b>	<b>Lo que no es</b>	<b>Distinción</b>	<b>Cambio</b>
<b>Identidad</b> ¿Qué? Objeto Defecto	Elevadas temperaturas en el interior de una cabina del camión 7600 en funcionamiento.	PUDIERA SER pero NO ES calentamiento de la maquina diesel.	Se inspecciono el motor a varias revoluciones por minuto. No se instalaron pre filtros en el sistema aire acondicionado.	Se realizo en el momento que recibió su primer servicio de mantenimiento.
<b>Ubicación</b> ¿Dónde? Se observo la falla	Zona inferior, exterior pies del piloto y pared de fuego.	NO ES en la parte del medallón. NO ES algún sensor de la maquina diesel	Se observo que el codo de la entrada del silenciador (sistema de escape), se localiza sin distancia alguna de la cabina.	Se realizo el cambio de un sensor de temperatura.
<b>Tiempo</b> ¿Cuándo? Se observo la falla	ES notado 2 meses después que sale el camión diesel de la agencia.	NO ES notada en las pruebas de rendimiento en la planta International.	Se inspecciono el camión 20 días antes de salir a la venta sin revisar aislamientos térmicos.	
<b>Magnitud</b> ¿Cuánto? ¿Qué tanto impacto?	Malas condiciones de manejo (fatiga), desgaste de algunos componentes de cabina.	NO ES ocasionado por un mal diseño de cabina ensamblado con el motor.		
<b>Causa más probable.</b> ¿Por qué?	El codo de la entrada del silenciador transfiere el calor, debido a la mala elevación del tubo de escape que sale del múltiple de admisión. La cabina no cuenta con un aislamiento térmico (aluminio) de alta deflexión al calor. No se instalaron pre filtros en el sistema del aire acondicionado.			

Fuente: Elaboración Propia

### ***3.5 Resultados de la aplicación de las técnicas de planeación participativa.***

En base a las técnicas de planeación participativa ejecutadas para resolver este problema en donde las pruebas de desempeño del camión dictaminaron que las siguientes partes del camión serán reparadas:

- a) **Sistema aire acondicionado**
- b) **Aislamiento exterior zona piso operador**
- c) **Aislamiento interior cabina**
- d) **Sistema de escape**

### ***3.6 Análisis del sistema del aire acondicionado.***

En el análisis del sistema del aire acondicionado la estrategia numero uno es colocar termistores marca COOPER modelo GL-100 en las siguientes partes de la cabina: medallón cabina zona superior derecha, medallón cabina zona superior izquierda, tapa interior motor lado derecho (copiloto), tapa interior motor lado izquierdo (piloto), ventila A/A exterior derecha (copiloto), ventila A/A exterior izquierda (operador), asiento operador zona superior, asiento copiloto zona superior, tablero zona central superior con el objetivo de tomar lecturas de temperaturas del camión en funcionamiento y compararlas con la especificación del manual de mantenimiento International detectando el desempeño del sistema del aire acondicionado del camión.

La estrategia numero dos independientemente de los resultados del registro temperaturas obtenidas, será cambiar el filtro de aire por un nuevo e instalar pre filtros, y cargando de gas al sistema de aire acondicionado.

Se analizara el sistema de aire acondicionado del camión donde se especifica lo siguiente:

- Las lecturas de temperatura serán tomadas con termistores marca COOPER modelo GL-100, con el respaldo del software de aplicación que digitaliza los datos de las diversas temperaturas analizadas.

El procedimiento es el siguiente:

1.- La toma de lecturas con unidad sin accionar el aire acondicionado con la unidad expuesta al sol durante 2 horas 50 min. Iniciando prueba a las 11:50 a.m. con unidad en funcionamiento y en sombra.
2.-Toma de lectura funcionando solo defroster colocando perilla al centro (entre frío y caliente 12:00 p.m.)
3.-Toma de lectura con aire acondicionado en nivel bajo 12:10 p.m.
4.-Toma de lecturas con aire acondicionado con nivel alto 12.20 p.m.

### **3.6.1 Distribución de los sensores en la cabina del camión.**

Los sensores se fijan con una cinta adherible a las diferentes zonas de estudio evitando tocar el sensor lector con las manos, inspeccionando que los sensores estén en contacto directo de los siguientes partes de la cabina:

#### **Interior cabina**

- 1.-Medallón cabina zona superior derecha.
- 2.-Medallón cabina zona superior izquierda.
- 3.-Tapa interior motor lado derecho (copiloto).
- 4.-Tapa interior motor lado izquierdo (piloto).
- 5.-Ventila A/A exterior derecha (copiloto).
- 6.- Ventila A/A exterior izquierda (operador).
- 7.-Asiento operador zona superior.
- 8.-Asiento copiloto zona superior.
- 10.-Tablero zona central superior.

#### **Exterior de la cabina**

- 9.-Parabrisas lado superior izquierdo.

Los sensores enumerados del 1 al 10 arrojaron las siguientes lecturas de temperatura en diferentes rangos de tiempo.

**3.6.2 Las temperaturas detectadas fueron las siguientes:**

**Datos temperatura**

**Tabla 4. Lecturas de temperaturas en diferentes rangos de tiempo.**

<b>Posición de los Termistores</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9 EXT</b>	<b>10</b>
<b>Temp. °C 11:50 am</b>	26	28	24.5	20.5	22.5	25	27	27	31	31
<b>Temp. °C 12:10 P.M</b>	23	23.5	24.5	22.5	15	18	26	24	31	36
<b>Temp °C 12:20 P.M</b>	23	23.5	24.5	24.5	16	20	24	24	34	34

Fuente: Elaboración Propia

- A) 11.50 hrs lecturas sin aire acondicionado.
- B) 12:10 hrs lecturas con aire acondicionado, velocidad baja.
- C) 12:20 Hrs lecturas con aire acondicionado, velocidad alta.

Las lecturas fueron tomadas con unidad estática a 1500 RPM, durante el accionamiento de aire acondicionado. En la tabla 4 se muestra en ventila A/A izquierda (operador) y ventila A/A derecha (operador) las temperaturas que se registran en la cabina; estas lecturas comparadas con el manual de International tienen considerables elevaciones.



### 3.6.3 Archivo fotográfico y colocación de termistores



**Figura 19.** Colocación del termistor en el medallón cabina zona superior derecha y asiento del copiloto zona superior.

Los asientos del camión International 7600 son ergonómicos, cuenta con una tela especial térmica evitando el calentarse con el rozamiento del cuerpo humano, son ajustables en la posición del respaldo pero no cuentan con espacio suficiente entre el asiento y el medallón; imposibilitando el flujo de aire en el área antes mencionada, motivo por el cual el termistor (figura 19) se posiciono en la cabecera del copiloto para obtener las temperaturas reales con el motor diesel en funcionamiento.



**Figura 20.** Termistor zona medallón y cabecera.

El asiento del piloto no tiene bolsas de aire se tomo la decisión de posicionar el termistor (figura 20) en la parte superior para detectar las temperaturas en la zona de la cabeza del conductor, determinando que tipo de condiciones de manejo se presentan en un lapso de tiempo, con el motor diesel en funcionamiento.



**Figura 21. Colocación del termistor en la tapa interior motor lado derecho (copiloto)**

El termistor (figura 21) fue posicionado a una distancia de 3 centímetros de la unión de las dos tapas interiores que cubren el motor con la finalidad de detectar si el vapor que emerge del motor a la cabina es significativo para el calentamiento excesivo dentro de la cabina del camión.



**Figura 22. Colocación del Termistor en la tapa interior motor lado izquierdo (piloto).**

Las tapas interiores que cubren el motor del camión (figura 22) están constituidas por un plástico llamados termoestables; son materiales que una vez que han sufrido el proceso de calentamiento-fusión y formación-solidificación, se convierten en materiales rígidos que no vuelven a fundirse evitando vapor que emerge del camión se introduzca en el interior de la cabina.



**Figura 23. Colocación del termistor en la ventila A/A exterior derecha (copiloto).**

El termistor fue posicionado en tablero del camión ya que consta de una ventila derecha del copiloto del aire acondicionado se divide en dos zonas (figura 23) una ventila donde el flujo del aire es menor dimensión, enviando el aire al vidrio donde se encuentra el espejo lateral izquierdo evitando empañarse cuando existen condiciones del clima adversas, la ventila con mayor dimensión tiene funciones ajustables de altura en el envío de flujo de aire para el copiloto.



**Figura 24. Colocación del termistor en la ventila A/A exterior izquierda (operador)**

El tablero cuenta con la ventila del aire acondicionado exterior izquierda del piloto está dividida en dos, de menor y mayor dimensión, donde se coloco el termistor (figura 24) con un cinta adherible debido a que emerge el flujo de aire en gran proporción para evitar tomar las temperaturas con interferencia.



**Figura 25. Termistor en tablero zona central superior**

El calentamiento excesivo en el interior de la cabina afecta en la lectura de los indicadores del nivel de aceite, compresión de la maquina diesel, de los volts de la batería y del nivel carga del compresor; motivo principal por el cual se posiciono el termistor (figura 25) en el centro del tablero a una distancia corta de los indicadores originales International.

En la tabla 5, se muestra el cursograma analítico del sistema aire acondicionado, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.

**Cursograma analítico del sistema aire acondicionado**

**Tabla 5 . Cursograma analítico sistema de aire acondicionado**

Objeto: Sistema aire acondicionado			Resumen					
Actividad: <b>posicionar, cambiar, detección y comparación</b>			Actividad	Actual	Propuesto	Diferencia		
Lugar: Planta International	Fecha: 4/Jun/09	Hora: 9:00 hrs	Operación ○		10			
Operador:		Analista:	Transporte ⇨		1			
<u>Marque el método y Tipo Apropiado</u> Tipo: <b>Obrero</b> <b>Material</b> <b>Máquina</b> Método <b>Actual</b> <b>Propuesto</b> :			Demora D		4			
			Inspección □		1			
			Almacenaje ▽					
			Comentarios: <b>Los termistores deben ser colocados sin tocar las unidades lectores.</b>			Distancia (mts)		15 m
			Tiempo (min.)		4.20 hrs			
			Costo(Bs.)					
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo	Distancia	Observaciones
	○	⇨	D	□	▽			
Colocar Termistores en cabina	●					2 min		
Posicionarlos en puntos estratégicos:	●					20 min	15 m	
Tablero, ventilas, medallón, cabeceras.	●							
Cambio de Filtro de Aire	●					15 min		
Inspección de la instalación				●		4 min		
Instalar pre filtros	●					20 min		
Dejado que cargue el gas en el sistema				●		15 min		
Encender motor camión diesel	●					1 min		Checar bomba inyección.
Detección de Temperaturas sin accionar A/A	●					3hrs		
Esperar la lectura de termistores				●		3 min		
Detección de temperaturas unidad en sombra.	●							3 hrs de lectura anteriores
Esperar la lectura de termistores				●				
Detección temperaturas con Defroster	●							
Detección temperaturas A/A nivel bajo	●							
Detección temperaturas A/A nivel alto	●							
Esperar la lectura de termistores				●				
Comparación temperaturas con manual	●							
De mantenimiento International.								
Total	10	1	4	1		4.20 hrs	15 m	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.4 Análisis de flujo de aire.

Las lecturas de flujo de aire serán tomadas por el dispositivo anemómetro marca LUTRON modelo LM-8000. Los datos de flujo de aire serán tomados con la unidad estática a 1500 R.P.M.

#### Datos adicionales:

Se tomaran datos flujo de aire a la altura de cara operador flujo de aire de 300 pies/min, velocidad alta con una temperatura de 20 °C. Por otra parte a la altura de la cara del copiloto el flujo de aire fue de 250 pies/min velocidad alta con una temperatura de 22° C.

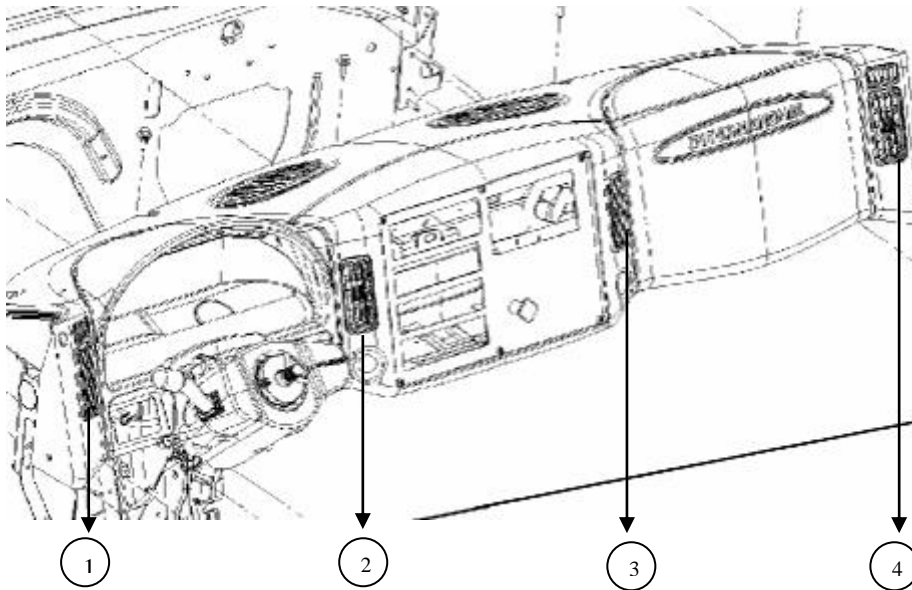


Figura 26. Tablero del camión con las distribuciones de las ventilas 1, 2, 3, 4.

La distribución en el tablero de las cuatro ventilas se muestra en la figura 26, están localizadas estratégicamente logrando la circulación del flujo de aire en todas las áreas de la cabina, en cualquier condición climatológica donde el camión este en funcionamiento.



En las lecturas de flujo de aire (tabla 6) no se encontraron datos comparativos en el manual de aire acondicionado, el flujo se mantiene constante y aumenta con la velocidad máxima.

Tabla 6. Lecturas de flujo de aire

<u>Hora</u>	<u>Ventila 1 Flujo Pies/min</u>	<u>Ventila 2 Flujo Pies/min</u>	<u>Ventila 3 Flujo Pies/min</u>	<u>Ventila 4 Flujo Pies/min</u>
<u>11:50 SIN AIRE</u>	<u>1200</u>	<u>1000</u>	<u>1100</u>	<u>1200</u>
<u>12:10 BAJA VEL.</u>	<u>1200</u>	<u>1200</u>	<u>1200</u>	<u>1200</u>
<u>12:20 ALTA VELOCIDAD</u>	<u>1400</u>	<u>1400</u>	<u>1400</u>	<u>1400</u>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.5 Tabla especificación del manual de mantenimiento International.

Tabla 7. Tabla de especificación International camiones

Temperatura del aire ambiente		Humedad Relativa	Temperatura del aire en la ventila izquierda del Pasajero		Presión del refrigerante en el puerto de servicio del lado alto	Presión del refrigerante en el puerto de servicio del lado bajo	Compresor Operando
(°F)	(°C)	(% HR)	(°F)	(°C)	(PSI)	(PSI)	
70	21.1	30-50	44-50	6.7-10.0	93-130	14-35	Si
70	21.1	70-90	47-60	8.3-15.6	100-145	20-35	Si
80	26.7	30-50	45-55	7.2-12.8	145-170	18-24	Si
80	26.7	70-90	50-60	10.0-15.6	160-180	23-33	No
90	32.2	30-50	50-58	10.0-14.4	200-212	25-30	No
90	32.2	70	58-62	14.4-16.7	220-228	30-34	No
100	37.8	30-50	60-66	15.6-18.9	250-270	34-40	No
100	37.8	70	68-72	20.0-22.2	280-288	40-44	No

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 en el renglón sombreado se muestra la temperatura óptima que el manual International determina en la cabina, encendido el motor diesel a los rangos



de tiempo y revoluciones por minuto que fue sometido el camión para la lectura del flujo de aire.



**Figura 27. Colocación del dispositivo Anemómetro en el parabrisas del camión**

El motivo por el cual se colocó el Anemómetro en el parabrisas (figura 27) es debido a que el flujo del aire que sale de las ventilas del aire acondicionado se concentra en la parte superior del tablero facilitando la circulación del aire, ya que el diseño de la cabina evita que se empañe el parabrisas en condiciones de lluvia.

En la tabla 8, se muestra el cursograma analítico del flujo de aire, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.

**Cursograma analítico flujo de aire**

**Tabla 8. Cursograma analítico flujo de aire**

Objeto: <b>Flujo de aire</b>				Resumen				
Actividad: <b>calibrar, transportar, encender, inspección, colocación</b>				Actividad	Actual	Propuesto	Diferencia	
Lugar: Planta International	Fecha: 4/Jun/09	Hora: 9:00 hrs		Operación ○		8		
Operador:		Analista:		Transporte ⇨		1		
<u>Marque el método y Tipo Apropriado</u>				Demora D		1		
Tipo: <b>Obrero</b>	<b>Material</b>	<b>Máquina</b>		Inspección □		4		
Método: <b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>			Almacenaje ▽				
Comentarios: <b>Calibrar el Anemómetro</b>				Distancia (ms)		15 m		
				Tiempo (min.)		3.28 hrs		
				Costo(Bs.)				
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo	Distancia	Observaciones
	○	⇨	D	□	▽			
Se calibra el Anemómetro Lutron	●					15 min		
Encender camión a 1500 r.p.m.	●					1 min		
Esperar calentamiento de motor diesel			●			5 min		
Transporta dispositivo a camión		●				1 min	15 m	
Colocación Anemómetro en las 4 ventilas del tablero	●					3 min		
Detección del flujo Ventila 1	●					3 hrs		
Inspección Ventila 1				●				
Detección del flujo Ventila 2	●							3 hrs de lectura de flujo
Inspección Ventila 2				●				
Detección del flujo Ventila 3	●							
Inspección Ventila 3				●				
Detección del flujo Ventila 4	●							
Inspección Ventila 4				●				
Comparación del flujo de aire obtenido con el del manual de International	●					3 min		
Total	8	1	1	4		3.28 hrs	15 m	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7 Aislamiento exterior zona piso operador

Las técnicas de planeación participativas aplicadas a este problema dictaminaron el reparar el aislamiento de la cabina de la parte exterior de la cabina zona piso operador. Las estrategias a seguir son las siguientes:

#### 3.7.1 Procedimiento de aislamiento exterior zona piso operador:

1.- Se debe de remover el aislante térmico que tiene originalmente el camión Internacional 7600 cuando salió fábrica debido al que el ancho de la lámina del aluminio es insuficiente para protegerlo térmicamente.

2.- Se colocara un material aislante de aluminio de alta deflexión al calor debido a que la entrada del tubo del silenciador pega con el aislante térmico de baja deflexión (original), que ocasiona transferencia de calor a la cabina.

3.-Se diseñara en Autocad la placa protectora con los dos nuevos barrenos en la parte inferior derecha con el mismo diámetro de los demás barrenos (figura 28), especificando las dimensiones y la posición de la placa en la parte exterior zona piso operador. Nota: Estos barrenos a realizar en la placa tienen que coincidir con los dos barrenos que ya tiene originalmente la cabina desde que salió de planta Internacional.

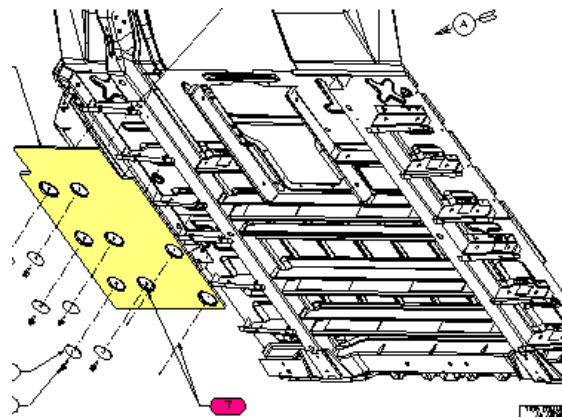


Figura 28. Aislamiento exterior zona operador

4.- Se cortara cuidadosamente con las mismas dimensiones de la placa original como se muestra en la figura 29.



**Figura 29. Placa protectora de aluminio de alta deflexión al calor**

5.- En caso de que se requiera aislar térmicamente una unidad nueva seguir el siguiente paso: la cabina del camión se posicionara en los soportes existentes de la planta (figura 30) para fijar con seguridad la cabina.

6.- Identificar y analizar la posición de los dos nuevos barrenos utilizando la placa protectora de alta deflexión al calor. Las medidas exactas del diámetro y la distancia deben ser seguidas por el diseño en Autocad, (Manual International).

En la tabla 9, se muestran las especificaciones de la nueva placa de alta deflexión al calor que se utilizara en los arreglos de las cabinas en los camiones evitando la transferencia de calor en el interior de la misma.

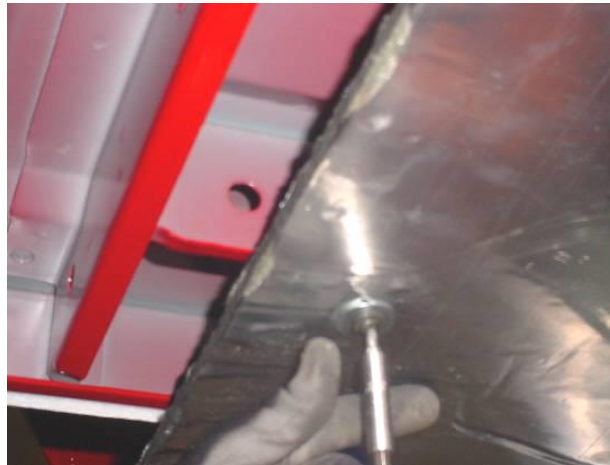
**Tabla 9. Ficha técnica del aislamiento térmico**

<b>Ficha Técnica:</b>	
Ensamble de PVC negro y Foil de aluminio por una cara y auto adherible por la otra cara.(Aislamiento Térmico)	
Componentes:	
Foil de aluminio de 0.004"	
PVC negro de 6mm de espesor +-0.5 mm	
Adhesivo acrílico	
Propiedades de los materiales	
Foil de aluminio:	
Espesor	0.004"
Aleación	Sin
Resistencia a Químicos	Excelente
Resistencia a los ácidos	Excelente
Reflexión	98 %
PVC Negro	
Densidad en Kg/m3 aprox:	120
% Celda abierta:	150
Factor de conductividad en Btu-m/ft2 hr/°F:	0.3
% absorción de agua:	5
Flamabilidad:	Auto extinguable.
Estabilidad a los rayo UV:	Excelente
Resistencia al ozono:	Excelente
Resistencia al calor:	100 °
Adhesivo:	
Composición base:	acrílico
Resistencia al calor:	150° c
Estabilidad a los rayo UV	Excelente
Sensitivo a la presión	52 a 55
% de sólidos	



**Figura 30. Posicionamiento de seguridad de la cabina en los soportes de planta**

7.-Se atornilla en los barrenos que tiene originalmente la cabina desde que salió de planta International, con su respectiva rondana de presión y tuerca en la parte exterior de la cabina ya que el peso que tiene este material de alta deflexión al calor de aluminio (figura 31) es mayor al que tenía originalmente.



**Figura 31. Atornillar adecuadamente con su respectivo tornillo y tuerca la placa de alta deflexión al calor.**

8.-Se instala la cabina al chasis, verificando que todos los puntos de sujeción estén atornillados correctamente, con sus respectivas rondanas de presión, evitando posibles vibraciones.

En la tabla 10, se muestra el cursograma analítico del aislamiento exterior de la cabina, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.



### 3.8 Aislamiento interior cabina

Debido a que el calentamiento excesivo de la zona de los pedales en la cabina del camión diesel provocaba deformaciones en el cableado, tolvas de la pared de fuego, en el tubular de los pedales así como las gomas del frenos y acelerador, endurecimiento de las gomas del sistema de frenos se procedió a obtener las siguientes temperaturas las cuales fueron tomadas con termistores marca COOPER modelo GL-100, con el respaldo del software de aplicación que digitaliza los datos (tabla 12) de las diversas temperaturas analizadas.

Las partes del camión que se modificaran de acuerdo con las técnicas de participación participativa son:

#### 3.8.1 Colocación de protección térmica bajo tapetes.

Las temperaturas registradas en el área de los pies del piloto fueron excesivas, la estrategia fue introducir protección térmica de alta deflexión al calor bajo la tolva de metal que se localiza en parte inferior de los tapetes de la cabina.

A continuación, se muestra el diseño de la protección térmica de alta deflexión al calor:

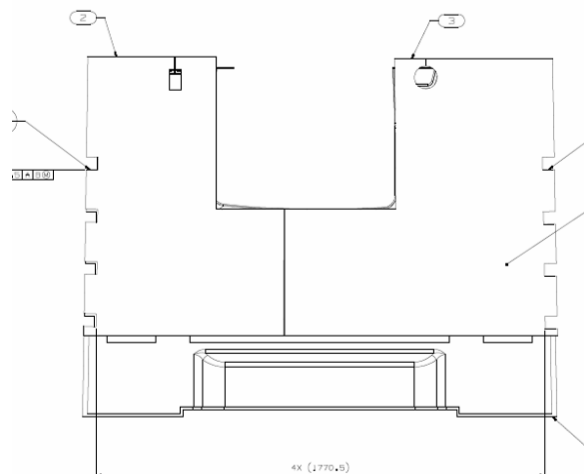


Figura 32. Diseño de protección térmica zona piso operador.



En la figura 32 se muestra el diseño en Autocad vista de planta, de la protección térmica de aluminio que será colocada en la parte inferior de las tapas de acero en la zona de los pies del operador.



**Figura 33. Tornillos de sujeción tolva en la parte inferior zona pies**

Para colocar la protección térmica se tiene que retirar las tapas de acero (figura 33) que se localizan en el área del piso del operador, se remueven los tornillos que sujetan las tapas con la cabina introduciendo la protección con el diseño de la figura 32, protegiendo la cabina de la transferencia de calor de la tubería del sistema de escape.

Una vez que la placa de aluminio está instalada se inspecciona que todos los tornillos de sujeción de la tapa de acero cuenten con su rondana de presión y tuerca, evitando vibraciones por el uso normal del camión.

En la tabla 11, se muestra el cursograma analítico del aislamiento interior de la cabina, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.



### 3.9 Colocación de protección térmica en pared de fuego zona interior operador.

Una vez analizado las causas de las deformaciones del cableado, mangueras, pedal del sistema de frenos se determinará colocar protección térmica en pared de fuego zona interior operador con las dimensiones originales International.

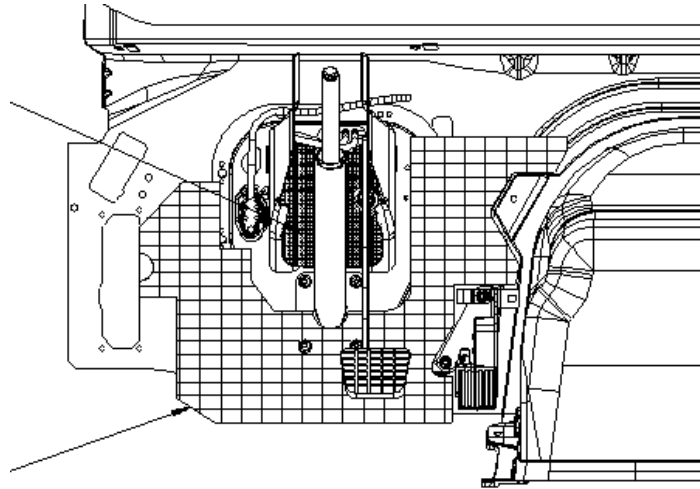
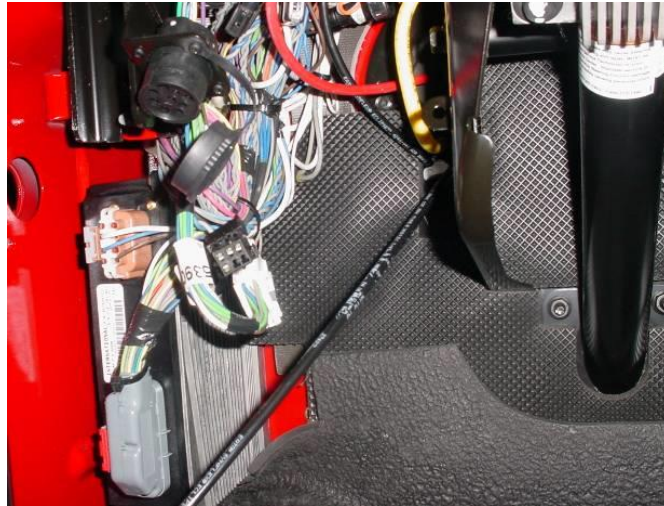


Figura 34. Zona cuadriculada: diseño de protección térmica pared de fuego

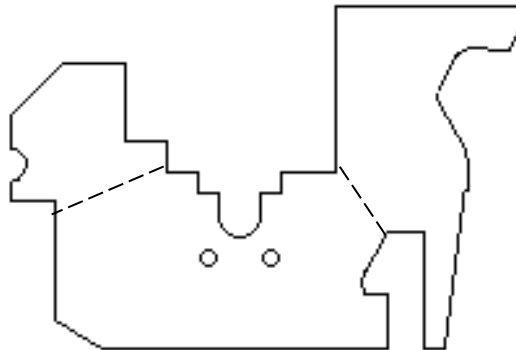
Para recubrir con aislante térmico la zona de las tolvas del freno y acelerador se tiene que diseñar la placa con las dimensiones originales en Autocad vista de planta (figura 34), realizando los cortes precisos e instalándola con los mismos barrenos de fabrica.

La estrategia para quitar la pieza colchoneta que se localiza en la parte posterior de pedales que cubre el cableado, sistema de frenos, y chicote de acelerador se tiene que remover con precaución las dos tuercas que se posicionan a la derecha e izquierda donde pasa la flecha del sistema de dirección.



**Figura 35. Pared de fuego, zona pedales sin remover tornillos de sujeción.**

La placa protectora está diseñada con las mismas dimensiones del manual de especificaciones International, las líneas punteadas muestran las partes que serán cortadas para obtener el ensamble de planta como lo muestra la figura 36.



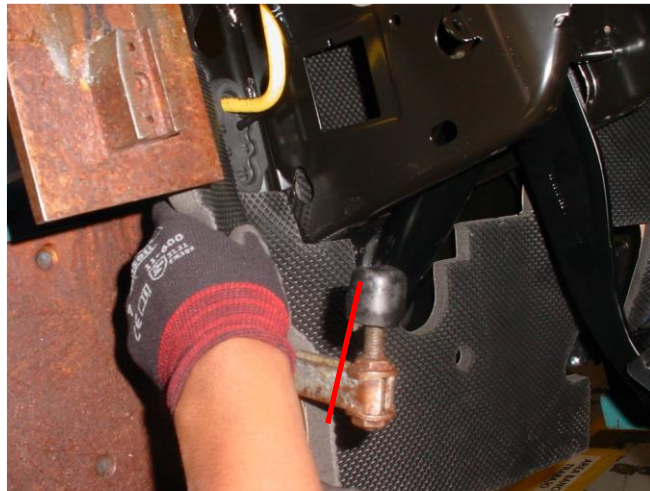
**Figura 36. Diseño del aislante.**

La línea roja de la figura 37 muestra la trayectoria y la zona de corte de la placa con la intención de tener el ensamble distintivo de la fábrica International, se instala inspeccionando no mover el dispositivo del chicote del acelerador como algún conector de corriente.



**Figura 37. Pared de fuego zona pedales**

Se vuelve a posicionar la colchoneta en zona pared de fuego y se procede a apretar las dos tuercas que sujetan el aislante como se muestra en la figura 38.



**Figura 38. Pared de fuego zona pedales**

En la tabla 12, se muestra el cursograma analítico del aislamiento de la pared de fuego, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.

**Cursograma analítico aislamiento pared de fuego**

**Tabla 12. Cursograma analítico aislamiento térmico interior**

Objeto: Colocación protección térmica pared de fuego zona interior operador.				Resumen				
Actividad: desatornillar, transportar, diseñar, inspección, ensamble, atornillar.				Actividad	Actual	Propuesto	Diferencia	
Lugar: Planta International	Fecha: 6/Jun/09	Hora: 12:00 hrs		Operación ○		7		
Operador:		Analista:		Transporte ⇨		2		
Marque el método y Tipo Apropriado				Demora D				
Tipo: Obrero	Material	Máquina		Inspección □		5		
Método: Actual	Propuesto			Almacenaje ▽				
Comentarios: Analizar el estado de la colchoneta, zona pared de fuego.				Distancia (mts)		40 m		
				Tiempo (min.)		5.21 hrs		
				Costo(Bs.)				
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo	Distancia	Observaciones
	○	⇨	D	□	▽			
Desatornilla las 2 tuercas de sujeción de la colchoneta	●					25 min		
Transporta a diseño		●				4 min	20 m	
Toman medidas de colchoneta	●					10 min		
Diseña el aislante térmico en zona pared de fuego	●					3 hrs		
Corta con dimensiones exactas	●					20 min		
Inspecciona el corte				●		5 min		
Transporta a camión		●				4 min	20 m	
Inspección chicote de acelerador				●		15 min		Checar desgaste chicote
Ensamble del aislante térmico	●					5 min		
Inspección ensamble				●		5 min		
Inspección de mangueras sistema frenos				●		15 min		
Ensamble colchoneta a zona pedales	●					5 min		
Atornilla las 2 tuercas de sujeción	●					20 min		
Inspección final				●		15 min		
Total	7	2		5		5.21 hrs	40 m	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.10 Arreglo del sistema de escape

Al revisar la parte exterior de la cabina en el área inferior del operador se detectó que el codo de entrada del silenciador (figura 39) se posicionaba a una distancia de 2 mm del aislante térmico, lo que provoca un calentamiento excesivo en los componentes cercanos al silenciador y origina elevaciones en la temperatura de la cabina.



Figura 39. Entrada del codo del silenciador posicionado sin ninguna distancia del aislante térmico

#### 3.10.1 Consideración para el arreglo del codo de la entrada del silenciador

Para evitar que el tubo del silenciador pegue con el aislamiento se realizaron modificaciones con la intención de bajarlo a 10 ° grados de inclinación. El primer arreglo debe ser cortar 9 centímetros y unirlo al codo de entrada del silenciador con soldadura autógena para ajustar la posición, posteriormente se calentara el tubo que sale del múltiple de admisión con la intención de bajar la posición 10° grados, debido a que se aislara térmicamente con una placa de alta deflexión al calor en la parte exterior zona pies del conductor, con este arreglo se estará logrando mayor protección de transferencia de calor del tubo del sistema de escape al estar en funcionamiento en diferentes rangos de tiempos.



**Figura 40. Aislamiento del tubo**

Una mayor protección del calor que emerge del múltiple de admisión del motor diesel se lograra aislando del material de aluminio de alta deflexión al calor la tubería (figura 40) debido a que es la parte de tubo que se posiciona a una distancia menor a la cabina del camión International 7600.

En la tabla 13, se muestra el cursograma analítico del sistema de escape, con la descripción de las actividades específicas para realizar el arreglo del camión International 7600.



**Cursograma analítico sistema de escape**

**Tabla 13. Cursograma analítico sistema de escape**

Objeto: Sistema de escape			Resumen					
Actividad: recorte, inspección, colocación, soldado			Actividad	Actual	Propuesto	Diferencia		
Lugar: Planta International	Fecha: 7/Jun/09	Hora: 9:00 hrs	Operación ○		5			
Operador:		Analista:	Transporte →		1			
Marque el método y Tipo Apropriado  Tipo: <b>Obrero</b> <b>Material</b> <b>Máquina</b> Método: <b>Actual</b> <b>Propuesto</b>			Demora D		1			
			Inspección □		4			
			Almacenaje ▽					
Comentarios: Se supervisa que la inclinación sea la exacta.			Distancia (mts)		30 m			
			Tiempo (min.)		4. 15 hrs			
			Costo(Bs.)					
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo	Distancia	Observaciones
	○	→	D	□	▽			
Recorte 9 cm de codo entrada del silenciador.	●					1 hr		
Inspección del corte				●		15 min		
Calentamiento a rojo vivo de el tubo de salida del múltiple de admisión	●					20 min		
Bajar a -10° de inclinación de tubo de salida del múltiple	●					15 min		
Inspección de inclinación				●		10 min		
Colocación de aislamiento térmico del Tubo salida múltiple (30 cm)	●					1 hr		
Inspección de tubo aislado				●		15 min		
Transportación de tanque de autógena a camión		●				5 min	30 m	
Soldar con autógena el codo de la entrada silenciador	●					25 min		Soldar con careta.
Dejado enfriar tubo				●		20 min		
Inspección de soldadura.				●		10 min		
Total	5	1	1	4		4.15 hrs	30 m	

Fuente: Elaboración Propia

## **Capítulo 4. Análisis de Resultados**

El procedimiento para resolver el problema fue producto de una inspección general del camión para observar las posibles fallas de ensamble que tuviera al momento que salió el camión de planta armadora, posteriormente con el objetivo de obtener las principales causas del problema se aplicó técnicas de planeación participativa como son análisis causa efecto y análisis KT, con ello las personas que están inmersas en la manufactura del camión aportaron las causas para posteriormente determinar el procedimiento de las acciones para el arreglo del camión.

### ***4.1 Análisis del sistema del aire acondicionado***

#### **4.1.1 Comparación de lecturas de temperaturas registradas del camión con las especificadas en el manual de mantenimiento International.**

La temperatura de salida de ventilas A/A exterior derecha (copiloto) y la ventila A/A exterior izquierda (operador), comparada con la especificación del manual de mantenimiento International esta fuera de especificación, ya que el rango específico es de 10 a 14 °C con Humedad relativa entre 30-50 % HR. Los datos obtenidos oscilan de obtenidos oscilan de 15 a 25 °C (con humedad relativa de 45 % HR El funcionamiento del A/A se mantuvo durante la prueba disminuyendo la temperatura de la cabina 7°C promedio.

#### **Como dato comparativo:**

Se tomo lecturas en una unidad nueva con los mismo parámetros del estudio del aire acondicionado, temperatura, tiempo, R.P.M., ubicación de sensores en las ventilas, dando una lectura de 10-12 °C con una temperatura ambiente 30° C y humedad relativa de 40 HR, desempeño que se encuentra dentro de lo especificado por manual International.

La corrección en el sistema del aire acondicionado consistió en la instalación de pre filtros y se cambió el filtro del aire acondicionado (figura 42), debido a que se registraron temperaturas fuera del manual de especificación en las ventilas A/A del piloto y copiloto.

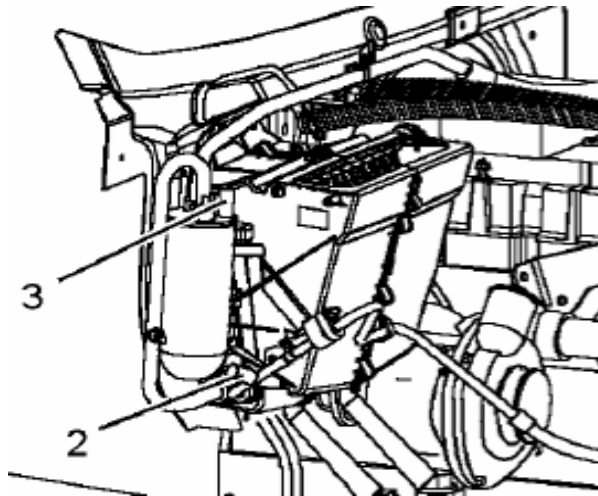


Figura 41. Filtro de Aire Acondicionado: 2, Pre filtros: 3

La unidad no contaba con compresor del sistema de aire acondicionado, se colocó y cargó gas en el sistema. Así mismo se realizó revisión de ventilador del sistema de enfriamiento, el cual acciona en el momento preciso que la máquina eleva su temperatura, no presenta algún defecto de fábrica.



Figura 42. Instalación física del filtro del aire acondicionado y pre filtros.

## 4.2 Aislamiento exterior zona piso operador

Las lecturas tomadas en la zona piso operador fueron detectadas por termistores donde el software de aplicación registro 195 lecturas empezando desde las 11:46 am hasta 3:00 pm lapso de tiempo en el cual cada minuto se registraba la temperatura que existía en la zona piso operador. Se llegó a una temperatura excesiva de 26 ° C, siendo que la óptima debe ser de 20 ° C. Motivo por el cual se determinó aislar la parte exterior en el área del piso operador.



**Figura 43. Momento en el cual se posicionan los soportes de planta para levantar cabina y atornillar aislante térmico**

En caso de aislar un nuevo camión se debe de fijar la cabina en los soportes de la planta para una mayor seguridad, tal como lo muestra la figura 43, así se podrá fijar adecuadamente el aislante térmico sin ningún obstáculo de los componentes del sistema de escape en el momento en que la cabina esta ensamblada con el chasis.



Figura 44. Instalación aislante térmico

### ***4.3 Aislamiento interior cabina***

#### **4.3.1 Colocación de protección térmica bajo tapetes.**

El calentamiento excesivo en la zona de los pies operador en intervalos no mayores de una hora del camión en marcha fue evidente por los desperfectos ocasionados en los componentes y piezas más cercanos como son las deformaciones de alfombra, plásticos y deterioro de pintura de tolvas. Las pruebas que se realizaron con la ayuda de los sensores termistores arrojaron temperaturas de 26° C, la toma de lectura fue con la unidad en sombra y el motor encendido, tal como lo marca el manual de especificaciones International y se llegó a la conclusión que la temperatura registrada de 26° C se encuentra fuera de las especificaciones del camión, pues se encuentra entre 20° a 22°C.

La estrategia que se realizó fue aislar térmicamente la zona pies del operador con previo diseño de la placa aislante a instalar, indicando las dimensiones exactas con la ayuda en Autocad (figura 45) con la intención de que el ensamble sea exacto evitando la transferencia de vapor caliente que emerge del tubo de escape.

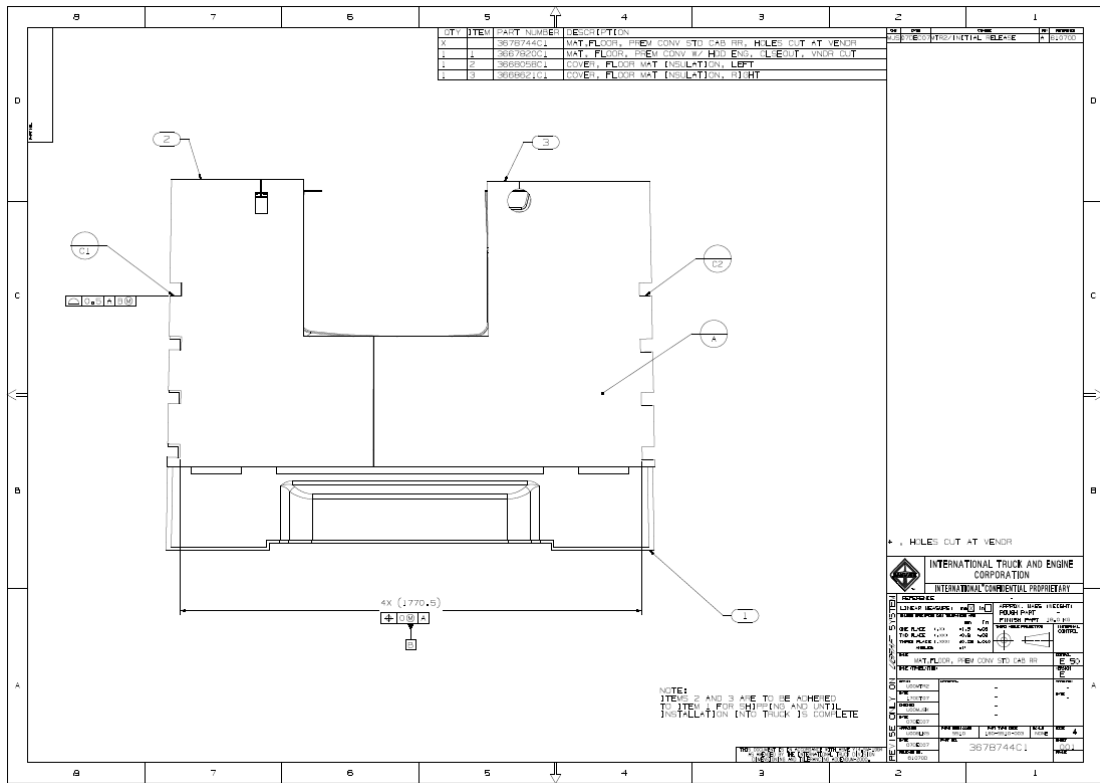


Figura 45. Diseño de placa aislante

Una vez que se procedió a cortar e instalar se inspecciono el cierre de la tapa de acero para comprobar que no exista ninguna deformación de los componentes cercanos a las tapas que cubren la zona (figura 46).



Figura 46. Arreglo: zona pies operador

El método de comprobación que se volvió a tomar temperaturas en la zona de pies operador en un lapso de 1 hora, registrando las temperaturas cada minuto empezando desde las 9:00 am y terminado 10:00 am con el camión en sombra motor encendido. Las temperaturas máximas registrada fueron de 22° C lo cual si se encuentra dentro del rango permitido por el manual de especificación International.

#### 4.4 Colocación de protección térmica en pared de fuego zona interior operador.

Al analizar las lecturas tan elevadas registradas en el área de la zona pies operador se procedió a checar la zona pared de fuego donde se observaron imperfecciones en la goma de colchoneta que se posiciona en la parte posterior de los pedales, se detecto que no contaba con el aislamiento térmico de aluminio de alta deflexión de calor en esa misma zona, al identificarlo se realizo el diseño en Autocad de la zona pared de fuego (figura 47) para instalar la placa.

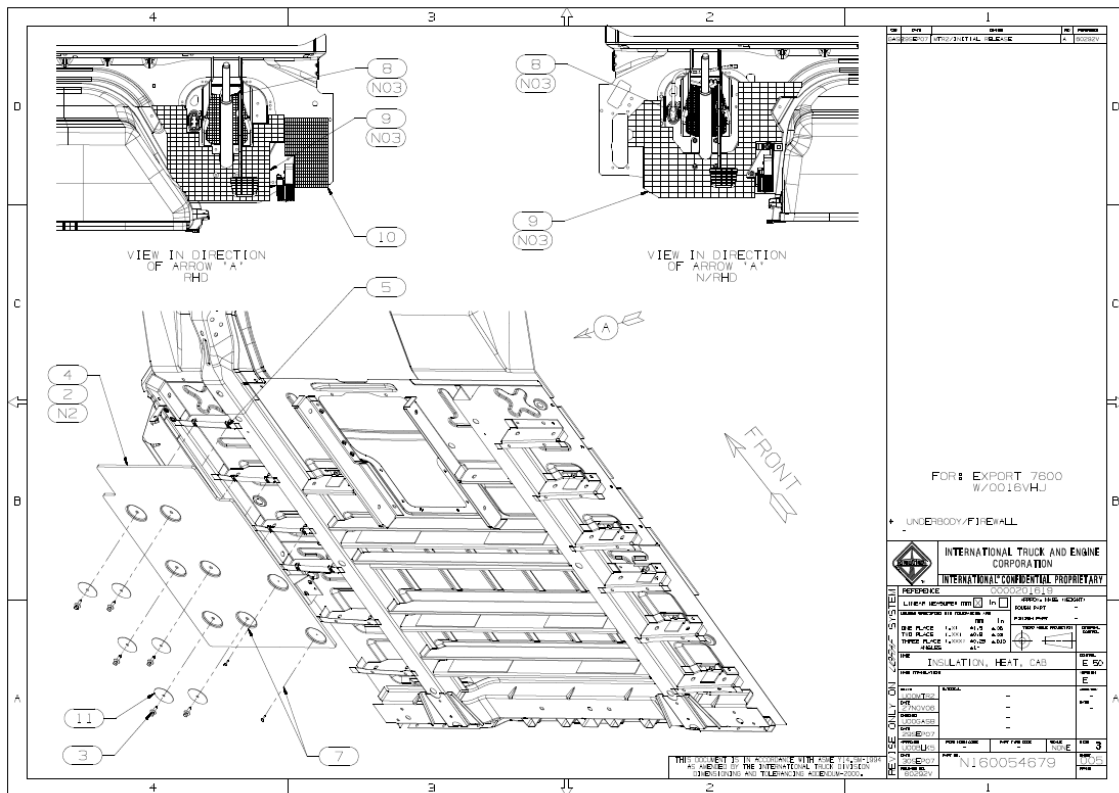


Figura 47. Diseño de Autocad del aislante térmico en pared de fuego

Las imperfecciones al analizar eran visibles en la goma colchoneta, tapetes y en algunos cables que se posicionan en el área (figura 48). Al realizar el arreglo se detectaron algunos cables de corriente con el aislante quemado debido al calor excesivo que salía del codo del silenciador.



**Figura 48. Condiciones colchoneta zona pared de fuego (antes)**

El arreglo se muestra en la figura 49, donde se inspecciona que los conectores eléctricos que se encuentran cerca del área de los pedales estén en perfecto estado y por medio de un probador analizar la continuidad de corriente comprobando que el calor no ocasiono mayores daños. Las mangueras del sistema de frenos serán objeto de inspección, se recomienda revisar que no existan aberturas pues de lo contrario absorberá aire el sistema haciendo el frenado muy lento y sin potencia.





Figura 49. Arreglo en la pared de fuego, colocación de protección térmica.

#### 4.5 Sistema de escape

La tubería del sistema de escape se localizaba a una distancia mínima de la parte exterior zona operador (figura 50), motivo por el cual el calor se transfería durante los diferentes rangos de tiempos en los cuales el camión estaba en funcionamiento. Ya realizado el arreglo, se procedió a analizar la temperatura de la cabina con el motor en marcha. La temperatura que se presentó se encuentra dentro del manual de especificación International del camión donde la máxima fue de 23° C.



Figura 50. Antes: la tubería del sistema de escape se posicionaba a una mínima distancia

En la fase del corte de la entrada del codo se debe de realizar con exactitud, ya que se inspecciono que la circunferencia del tubo no presentara dobleces internos, al realizar lo anterior se procedió a soldar con autógena produciendo el ensamble perfecto de los tubos del sistema de escape.



**Figura 51. Después: corte y unión, soldadura autógena codo entrada silenciador**

En la figura 51 se muestra el arreglo aplicando un acabado fino de la soldadura con autógena, bajando la inclinación correcta del tubo a  $-10^{\circ}$  del sistema de escape evitando la transferencia de calor en la zona de los pies operador. Una vez realizado los ajustes al camión 7600 International fue objeto de pruebas de desempeño, registrando temperaturas que se encuentran en el margen que estipula el manual de International.

#### **4.6 Resumen de acciones y resultados de la aplicación de las técnicas de planeación participativa.**

Las acciones de arreglo que se realizaron fueron producto de la colaboración de los trabajadores International, así como de las instalaciones y herramientas necesarias dentro de las instalaciones de la armadora. En la siguiente figura se muestran las acciones de mejora con sus respectivos resultados del desempeño del camión 7600 International que arrojaron las técnicas de planeación participativa.

**Tabla 14. Acciones y resultados de los camiones**

Acción	Resultado
1.-Detección de temperaturas con sensores termistores en diferentes áreas de cabina camión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar zonas críticas de calentamiento.</li> </ul>
2.-Análisis sistema aire acondicionado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación pre filtros</li> <li>• Cambio filtro aire</li> <li>• Carga de gas en el sistema.</li> </ul>
3.-Análisis flujo de aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener el adecuado flujo de aire.</li> <li>• Determinar los ventilas de aire fuera de especificaciones del manual.</li> <li>• Revisar el desempeño del Defroster.</li> </ul>
4.-Aislamiento exterior zona piso Operador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar transferencia de calor del sistema de escape.</li> </ul>
5.-Aislamiento interior cabina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar condiciones (manejo)</li> <li>• Evitar emisiones en el interior de cabina por calentamiento del sistema de escape en extensos lapsos de tiempo al estar el camión en marcha.</li> </ul>
6.- Protección térmica pared de fuego zona interior operador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar desgaste de componentes del sistema de frenos y aceleración.</li> <li>• Agregar el aislamiento térmico faltante en la zona de los pedales del conductor.</li> </ul>
7.-Arreglo sistema de escape.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar rozamiento del tubo salida del múltiple con cabina.</li> <li>• Aislar térmicamente tubo salida del múltiple.</li> </ul>

**Fuente: Elaboración Propia**

La mano de obra fue realizada por obreros altamente calificados en sistemas de escape, sistemas aire acondicionado y mecánicos de maquinas diesel, dando los resultados esperados (tabla 14), en el desempeño del camión en las diferentes pruebas de manejo.

Antes de fijar el aislamiento térmico se le aplicaron pruebas de resistencia al calor, dando como resultado mayor deflexión a elevadas temperaturas, con esto se aseguro que el camión 7600 tenga el posicionamiento de la placa de aluminio con el preciso espesor (figura 52), evitando transferencia de calor.



**Figura 52. Aislante térmico utilizado en cabina camión 7600**

La importancia no solo recae en el espesor de placa de aluminio (tabla 9), sino el correcto ensamble de la placa en las diversas zonas de la cabina, la alta absorción del agua, la propiedad de ser auto extingible en caso de una excesiva temperatura, baja conductividad, alta resistencia a la presión, que cuente con la propiedad de alta resistencia a los líquidos químicos y ácidos que se desprenden de la maquina diesel por uso normal de la potencia de arrastre con carga pesada. El camión workstar 7600 cuenta con un motor Cummins ISM 350 V, emisiones 2004, con una potencia máxima de 350 hp a 2100 rpm, torque máxima de 1450 lbs-pie a 1,200 rpm con esto se asegura que se cuente con las especificaciones correctas para las revolvedoras de concreto que presentaron los calentamientos excesivos en el interior de la cabina.

## Conclusiones

Al efectuar las lecturas de temperatura en las diferentes partes de la cabina del camión permitió detectar las zonas críticas que requieren de modificar, debido al excesivo calentamiento que se registró con el motor en marcha y con temperaturas del Distrito Federal donde el camión transita diariamente.

Los aislamientos térmicos de la parte exterior zona operador, la parte interior zona operador y pared de fuego zona pedales fueron resultado de aplicar las técnicas de planeación participativa como son análisis causa efecto y análisis KT en conjunto con el departamento de calidad, diseño, postventas e Ingeniería de procesos debido a que se modificó el proceso de producción en la planta con todas las modificaciones realizadas en este proyecto terminal de Especialidad en Sistemas y Planeación. Los nuevos puntos de sujeción que se barrenaron a la cabina fueron calculados en colaboración con el departamento de Ingeniería, los dibujos en Autocad de cada uno de los aislamientos se realizaron en consideración con el departamento de diseño con la intención de obtener altos rendimientos en el aislamiento térmico de la cabina.

Los arreglos que se realizaron en todo el camión fueron aspectos de reingeniería que son parte del proceso para mejorar las condiciones del manejo así como el rendimiento establecido en el manual de especificación.

Existieron muchas inconformidades por parte de los clientes debido a que los camiones al presentar los problemas térmicos no podían ser utilizados por lo tanto son pérdidas monetarias para los dueños del negocio, en específico los camiones que se arreglaron son revolvedoras de concreto, esto afectó considerablemente al ser utilizadas para revoltura del concreto, esté salía con una mayor dureza de lo normal ya que se transfería el calor a la hoyo de la revolvedora.

El departamento de calidad de la planta International en conjunto con C. Arní Sánchez Rivera tuvo que realizar estrategias para explicar a sus clientes potenciales las principales causas y efectos por las cuales los camiones tenían esos malos desempeños en temperatura ambiente de la ciudad de México, Distrito Federal. Teniendo presente la importancia que tiene para la armadora la satisfacción del cliente, se efectuó una presentación en las instalaciones de la armadora un día posterior de que los camiones se arreglaran, se probaran, y se compararan los datos de especificación del manual de International Navistar México. Esto ayudo a que el que cliente potencial observara el tiempo de respuesta y la responsabilidad que se tiene por parte de la armadora International si llegara a existir algún otro problema en las flotillas de sus camiones.

Al impulsar y efectuar las técnicas de planeación participativa ayudara a mejorar la vinculación con los departamentos en las organizaciones, de esa manera los trabajadores se sentirán partícipes en las decisiones al resolver un problema, lo que producirá una cultura organización favorable y desarrollo en todos los niveles de la Organización.

Finalmente en el capítulo III se estableció como objetivo general:

Identificar los problemas que tiene el sistema de aire acondicionado del motor Diesel y de los aislamientos térmicos de la cabina del camión WorkStar 7600 modelo 2008 de carga pesada mediante la observación y lectura de temperaturas mediante el uso de termistores y el dispositivo anemómetro, para determinar las partes y componentes mal ensambladas así como las tolvas que requieran un material de mayor resistencia al calor implementando una modificación a los aislamientos y posiciones originales que mejore las prestaciones de enfriamiento logrando obtener satisfacción total del cliente.

El resultado de la implementación de métodos y herramientas para el logro del objetivo planteado, nos permite concluir de forma categórica, que el mismo se alcanzó de forma satisfactoria.

## **Glosario**

### **Alcance de indicación**

Conjunto de valores limitados por indicaciones externas.

### **Alcance nominal**

Alcance de las indicaciones que se obtienen por una posición dada de los controles de un instrumento de medición.

### **Calibración**

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones especificadas, las relaciones entre los valores de las magnitudes indicadas por instrumento de medición o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada o un material de referencia y los valores correspondientes de la magnitud realizada por los patrones.

### **Facilitador**

Persona con la responsabilidad de conducir las técnicas de planeación participativa.

### **Mensurado**

Magnitud particular sujeta a calibración.

### **Incertidumbre de medición**

Parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mensurado.

### **Trazabilidad**

Propiedad del resultado de una medición, o de un valor patrón, tal que esta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena interrumpida de comparaciones teniendo todas incertidumbres determinadas.

---

---

**U**

Incertidumbre.

**Kilopondio**

Abreviadamente kp, es la unidad de fuerza en el sistema técnico, de unidades y se define como el peso de la masa patrón medido a orilla de mar y a 45° de latitud. A efectos prácticos puede suponerse que un litro de agua destilada a 4° C pesa un kilopondio a orilla de mar y a 45° de latitud.



## ANEXOS

Tabla 15. Temperaturas registradas zona operador pies

Mission Data: T4 Temp operador pies

Page 1

Printed 14/01/2009 03:00:12 p.m.

Download Date: 14/01/2009 03:00 p.m.

# Points: 195

High Limit: 24 Low Limit: 20

Point#	Temp(°C)	Date / Time	Point#	Temp(°C)	Date / Time	Point#	Temp(°C)	Date / Time
1	22.04	01/2009 11:46 a.m.	39	H 24.04	01/2009 12:24 p.m.	77	H 25.54	01/2009 01:02 p.m.
2	21.54	01/2009 11:47 a.m.	40	H 24.04	01/2009 12:25 p.m.	78	H 25.54	01/2009 01:03 p.m.
3	21.04	01/2009 11:48 a.m.	41	H 26.04	01/2009 12:26 p.m.	79	H 25.54	01/2009 01:04 p.m.
4	20.54	01/2009 11:49 a.m.	42	H 26.54	01/2009 12:27 p.m.	80	H 25.54	01/2009 01:05 p.m.
5	20.54	01/2009 11:50 a.m.	43	H 26.54	01/2009 12:28 p.m.	81	H 25.54	01/2009 01:06 p.m.
6	L 20.04	01/2009 11:51 a.m.	44	H 26.54	01/2009 12:29 p.m.	82	H 25.54	01/2009 01:07 p.m.
7	L 20.04	01/2009 11:52 a.m.	45	H 26.54	01/2009 12:30 p.m.	83	H 25.54	01/2009 01:08 p.m.
8	L 20.04	01/2009 11:53 a.m.	46	H 26.54	01/2009 12:31 p.m.	84	H 25.54	01/2009 01:09 p.m.
9	L 20.04	01/2009 11:54 a.m.	47	H 26.04	01/2009 12:32 p.m.	85	H 25.54	01/2009 01:10 p.m.
10	20.54	01/2009 11:55 a.m.	48	H 26.04	01/2009 12:33 p.m.	86	H 25.54	01/2009 01:11 p.m.
11	21.04	01/2009 11:56 a.m.	49	H 26.04	01/2009 12:34 p.m.	87	H 25.54	01/2009 01:12 p.m.
12	21.54	01/2009 11:57 a.m.	50	H 26.04	01/2009 12:35 p.m.	88	H 25.54	01/2009 01:13 p.m.
13	21.54	01/2009 11:58 a.m.	51	H 26.04	01/2009 12:36 p.m.	89	H 25.54	01/2009 01:14 p.m.
14	22.04	01/2009 11:59 a.m.	52	H 26.04	01/2009 12:37 p.m.	90	H 25.54	01/2009 01:15 p.m.
15	22.04	01/2009 12:00 p.m.	53	H 26.04	01/2009 12:38 p.m.	91	H 24.54	01/2009 01:16 p.m.
16	22.04	01/2009 12:01 p.m.	54	H 26.04	01/2009 12:39 p.m.	92	H 24.54	01/2009 01:17 p.m.
17	22.04	01/2009 12:02 p.m.	55	H 26.04	01/2009 12:40 p.m.	93	H 24.54	01/2009 01:18 p.m.
18	22.04	01/2009 12:03 p.m.	56	H 26.04	01/2009 12:41 p.m.	94	H 24.54	01/2009 01:19 p.m.
19	22.54	01/2009 12:04 p.m.	57	H 26.04	01/2009 12:42 p.m.	95	H 24.04	01/2009 01:20 p.m.
20	22.54	01/2009 12:05 p.m.	58	H 26.04	01/2009 12:43 p.m.	96	H 24.04	01/2009 01:21 p.m.
21	22.54	01/2009 12:06 p.m.	59	H 26.04	01/2009 12:44 p.m.	97	H 24.04	01/2009 01:22 p.m.
22	22.54	01/2009 12:07 p.m.	60	H 26.04	01/2009 12:45 p.m.	98	H 24.04	01/2009 01:23 p.m.
23	22.54	01/2009 12:08 p.m.	61	H 26.04	01/2009 12:46 p.m.	99	23.54	01/2009 01:24 p.m.
24	22.54	01/2009 12:09 p.m.	62	H 26.04	01/2009 12:47 p.m.	100	23.54	01/2009 01:25 p.m.
25	23.04	01/2009 12:10 p.m.	63	H 26.04	01/2009 12:48 p.m.	101	23.54	01/2009 01:26 p.m.
26	23.04	01/2009 12:11 p.m.	64	H 26.04	01/2009 12:49 p.m.	102	23.54	01/2009 01:27 p.m.
27	23.04	01/2009 12:12 p.m.	65	H 26.04	01/2009 12:50 p.m.	103	23.54	01/2009 01:28 p.m.
28	23.54	01/2009 12:13 p.m.	66	H 26.04	01/2009 12:51 p.m.	104	23.54	01/2009 01:29 p.m.
29	23.54	01/2009 12:14 p.m.	67	H 26.04	01/2009 12:52 p.m.	105	23.54	01/2009 01:30 p.m.
30	23.54	01/2009 12:15 p.m.	68	H 26.04	01/2009 12:53 p.m.	106	23.54	01/2009 01:31 p.m.
31	H 24.04	01/2009 12:16 p.m.	69	H 26.04	01/2009 12:54 p.m.	107	23.54	01/2009 01:32 p.m.
32	H 24.04	01/2009 12:17 p.m.	70	H 26.04	01/2009 12:55 p.m.	108	23.54	01/2009 01:33 p.m.
33	H 24.04	01/2009 12:18 p.m.	71	H 26.04	01/2009 12:56 p.m.	109	23.54	01/2009 01:34 p.m.
34	H 24.54	01/2009 12:19 p.m.	72	H 26.04	01/2009 12:57 p.m.	110	23.54	01/2009 01:35 p.m.
35	H 24.54	01/2009 12:20 p.m.	73	H 26.04	01/2009 12:58 p.m.	111	23.54	01/2009 01:36 p.m.
36	H 24.54	01/2009 12:21 p.m.	74	H 26.04	01/2009 12:59 p.m.	112	23.54	01/2009 01:37 p.m.
37	H 24.04	01/2009 12:22 p.m.	75	H 25.54	01/2009 01:00 p.m.	113	23.54	01/2009 01:38 p.m.
38	H 24.04	01/2009 12:23 p.m.	76	H 25.54	01/2009 01:01 p.m.	114	23.54	01/2009 01:39 p.m.

Page 1

[Sotware Termistores 2009]

Tabla 16. Temperatura registradas zona operador pies

**Mission Data: T4 Temp operador pies**

Page 2

Printed 14/01/2009 03:00:12 p.m.

Download Date: 14/01/2009 03:00 p.m.

# Points: 195

High Limit: 24

Low Limit: 20

Point#	Temp(°C)	Date / Time	Point#	Temp(°C)	Date / Time	Point#	Temp(°C)	Date / Time
115	23.54	01/2009 01:40 p.m.	153	23.04	01/2009 02:18 p.m.	191	23.04	01/2009 02:56 p.m.
116	23.54	01/2009 01:41 p.m.	154	23.04	01/2009 02:19 p.m.	192	23.04	01/2009 02:57 p.m.
117	23.54	01/2009 01:42 p.m.	155	23.04	01/2009 02:20 p.m.	193	23.04	01/2009 02:58 p.m.
118	23.54	01/2009 01:43 p.m.	156	23.04	01/2009 02:21 p.m.	194	23.04	01/2009 02:59 p.m.
119	23.54	01/2009 01:44 p.m.	157	23.04	01/2009 02:22 p.m.	195	23.04	01/2009 03:00 p.m.
120	23.54	01/2009 01:45 p.m.	158	23.04	01/2009 02:23 p.m.			
121	23.54	01/2009 01:46 p.m.	159	23.04	01/2009 02:24 p.m.			
122	23.54	01/2009 01:47 p.m.	160	23.04	01/2009 02:25 p.m.			
123	23.54	01/2009 01:48 p.m.	161	23.04	01/2009 02:26 p.m.			
124	23.54	01/2009 01:49 p.m.	162	23.04	01/2009 02:27 p.m.			
125	23.54	01/2009 01:50 p.m.	163	23.04	01/2009 02:28 p.m.			
126	23.54	01/2009 01:51 p.m.	164	23.04	01/2009 02:29 p.m.			
127	23.54	01/2009 01:52 p.m.	165	23.04	01/2009 02:30 p.m.			
128	23.54	01/2009 01:53 p.m.	166	23.04	01/2009 02:31 p.m.			
129	23.54	01/2009 01:54 p.m.	167	23.04	01/2009 02:32 p.m.			
130	23.54	01/2009 01:55 p.m.	168	23.04	01/2009 02:33 p.m.			
131	23.54	01/2009 01:56 p.m.	169	23.04	01/2009 02:34 p.m.			
132	23.54	01/2009 01:57 p.m.	170	23.04	01/2009 02:35 p.m.			
133	23.54	01/2009 01:58 p.m.	171	23.04	01/2009 02:36 p.m.			
134	23.54	01/2009 01:59 p.m.	172	23.04	01/2009 02:37 p.m.			
135	23.54	01/2009 02:00 p.m.	173	23.04	01/2009 02:38 p.m.			
136	23.54	01/2009 02:01 p.m.	174	23.04	01/2009 02:39 p.m.			
137	23.54	01/2009 02:02 p.m.	175	23.04	01/2009 02:40 p.m.			
138	23.54	01/2009 02:03 p.m.	176	23.04	01/2009 02:41 p.m.			
139	23.54	01/2009 02:04 p.m.	177	23.04	01/2009 02:42 p.m.			
140	23.54	01/2009 02:05 p.m.	178	23.04	01/2009 02:43 p.m.			
141	23.54	01/2009 02:06 p.m.	179	23.04	01/2009 02:44 p.m.			
142	23.54	01/2009 02:07 p.m.	180	23.04	01/2009 02:45 p.m.			
143	23.54	01/2009 02:08 p.m.	181	23.04	01/2009 02:46 p.m.			
144	23.54	01/2009 02:09 p.m.	182	23.04	01/2009 02:47 p.m.			
145	23.54	01/2009 02:10 p.m.	183	23.04	01/2009 02:48 p.m.			
146	23.54	01/2009 02:11 p.m.	184	23.04	01/2009 02:49 p.m.			
147	23.54	01/2009 02:12 p.m.	185	23.04	01/2009 02:50 p.m.			
148	23.54	01/2009 02:13 p.m.	186	23.04	01/2009 02:51 p.m.			
149	23.54	01/2009 02:14 p.m.	187	23.04	01/2009 02:52 p.m.			
150	23.54	01/2009 02:15 p.m.	188	23.04	01/2009 02:53 p.m.			
151	23.54	01/2009 02:16 p.m.	189	23.04	01/2009 02:54 p.m.			
152	23.54	01/2009 02:17 p.m.	190	23.04	01/2009 02:55 p.m.			

Page 2

[Sotware, Termistores 2009]

## Especificaciones del Anemómetro

MAGNITUD	RANGO	RESOLUCIÓN	EXACTITUD
Temperatura	0.0° C a 50.0° C	0.1° C	± 1.2° C
Velocidad	0.4-30 m/s	0.1 m/s	±3,0 % ≤ a 20 m/s ±4,0 % > a 20 m/s

Informe de Calibración:

**Centro Nacional de Metrología:  
CENAM**

U(K=2)= ±0,25 HR a ±15% HR, Temp ± 0.08 °C
Sistema de Calibración:
Puntos Fijos de Sales Saturadas
Incertidumbre (k=2): ± 1,3 % HR
Equipo: Hrotermometro
Incertidumbre (k=2): ± 1,6 % HR
Equipo: SPRT Pt-25,5
Incertidumbre (k=2): ± 0.023 °C
Lecturas y Estimación de Incertidumbres.
<b>Condiciones Ambientales para calibración:</b>
<b>Temperatura:</b> 20, 50 °C ± 0,50 % HR = 47,0 % ± 1,0

Resultados de Calibración:

Lecturas y Estimación de Incertidumbres.

Marca:	Lutron
No. Serie:	AA.13288
Modelo	LM-8000
Identificación	IA-02

Valor Certif. (°C)	Promedio Calibrado (°C)	Criterios de aceptación ± 1,2 °C Tol.Min Tol.Max	Error (°C)	U (k=2) (°C)
10,003	10,080	8,803 a 11,203	0,08	± 0,118
20,004	20,140	18,804 a 21,204	0,14	± 0,103
30,003	30,220	28,803 a 31,203	0,22	± 0,118
40,003	40,180	38,803 a 41,203	0,18	± 0,099

## Fuentes de información

### *Bibliográfica*

- [Burghart, 1995] Burghart, Henry D., Axelrod Aaron, Anderson James, “Manejo de las Maquinas Herramientas”, Editorial McGraw Hill, Estados Unidos, 1995.
- [Franklin, 2002] Franklin, Enrique Benjamín “Organización de Empresas; Análisis Diseño y Estructura”, Editorial McGraw Hill, México, 2002.
- [Hammer, 1994] Hammer, Michael., Champy James, “Reingeniería”, Editorial Norma, México, 1994.
- [Higgins, 1978] Higgins Raymund A., “Ingeniería Metalurgia”, Editorial Continental, México, 1978.
- [Kepner, 1999] Kepner, Charles H., Tregoe Benjamín, “El nuevo directivo racional”, Editorial McGraw-Hill, México, 1999.
- [Kates, 1982] Kates, Edgar J., Luck William E, “Motores Diesel de gas de alta compresión”, Editorial Reverte, España, 1982.
- [Morral, 1997] Morral F.R., Jimeno, E., Molera, P., “Metalurgia General”, Editorial McGraw-Hill, México, 1997.
- [Rickards, 1999] Rickards, Tudor “La creatividad y la administración del cambio”, Editorial Oxford, México, 1999.
- [Sampieri, 2006] Hernández Sampieri, Roberto “Metodología de la Investigación”, Editorial McGraw-Hill, México, 2006.
- [Sánchez, 2003] Sánchez, Guerrero Gabriel de las Nieves. “Técnicas de planeación participativa”, Editorial Fundación ICA, México, 2003.

### *Cibergráfica*

- [International, 2009] International, “WORKSTAR / WorkStar, 7600, Especificaciones”, Dirección electrónica: <http://www.internationalcamiones.com/truckInfo.asp?truckID=6>, Fecha de acceso: 24 de septiembre 2009.

