



**IMPLEMENTAR UN DISPOSITIVO PARA ALINEACIÓN
DE FAROS EN LA EMPRESA DINA CAMIONES**

TESINA

PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN MANUFACTURA AVANZADA

PRESENTA

Ing. JESÚS FELIPE MENDOZA TENOPALA

Aesor: Dr. ISAÍAS SIMÓN MARMOLEJO

CIUDAD SAHAGÚN, HIDALGO, JULIO DE 2019.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Escuela Superior de Ciudad Sahagún
Campus Sahagún

150
Años
de
VIDA INSTITUCIONAL
1869-2019

Ciudad Sahagún, Hidalgo, 14 de octubre de 2018.

Mtro. Geovany González Carlos

Coordinador Académico de Posgrado
CIATEQ, A.C.

El abajo firmante, miembro del Comité Tutorial del Ing. Jesús Felipe Mendoza Tenopala, una vez revisado su Proyecto Terminal de tesina, titulada "IMPLEMENTAR UN DISPOSITIVO PARA ALINEACIÓN DE FAROS EN LA EMPRESA DINA CAMIONES" **autorizo** que el citado trabajo sea presentado por el alumno para su revisión, con el fin de alcanzar el grado de **Maestro en Manufactura Avanzada**.

Sin otro particular por el momento, agradezco la atención prestada.


Dr. Isaias Simón Marmolejo
Asesor Académico



Carretera Ciudad Sahagún-Otumba s/n, Zona industrial Ciudad Sahagún, Tepeapulco, Hidalgo, C.P. 43990
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 ext 5300
jorge_zuno@uaeh.edu.mx



Santiago de Querétaro, Qro.
20 de marzo del 2019

Dra. María Guadalupe Navarro Rojero
Directora
Posgrado CIATEQ
PRESENTE.

Por medio de la presente me estoy dirigiendo a Ud. de la manera más atenta, de que fui designado como revisor del trabajo de tesis del (la) Ing. **JESÚS FELIPE MENDOZA TENOPALA**, del trabajo titulado:

“IMPLEMENTAR UN DISPOSITIVO PARA ALINEACIÓN DE FAROS EN LA EMPRESA DINA CAMIONES”

Después de haber leído, corregido e intercambiado información con el (la) estudiante antes mencionado(a), el trabajo de tesis que me fue entregado y haciendo resaltar que el (la) estudiante realizó todos los cambios que le fueron sugeridos a la tesis, ésta puede ser autorizada para su publicación y que de ésta manera pueda iniciar los trámites correspondientes para iniciar el proceso de titulación.

Sin otro particular por el momento y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta y en beneficio del estudiante y la institución, agradezco la atención que se sirva prestar a la presente,

ATENTAMENTE

M.M.A, JOHOVANI MISAEL SUAREZ LUNA

RESUMEN

El documento propone la implementación de un dispositivo para la alineación de faros de los autobuses en la empresa DINA camiones. Uno de los dos objetivos encomendados por la dirección de la empresa es disminuir la insatisfacción del cliente por faros mal alineados, el segundo que se interrelaciona con el primero, reducir el tiempo de ensamble y alineación de los faros de un autobús en la línea de producción, definiendo un marco regulatorio que cumpla con los estándares nacionales y a su vez pueda dar cumplimiento a normas internacionales, que cimiente los criterios de calidad para la alineación de faros. El tema, define equipo a utilizar, dispositivo de alineación regloscopio, así como, una metodología para alineación de faros que cumpla con los requisitos de las normas: NOM 067 para México, ECE-R48 para las naciones europeas y FMVSS 2007 No.108 para estadounidenses, mismas que son necesarias en el cambio tecnológico de faros de halógeno a led, actualización y desarrollo de instructivo virtual de trabajo, capacitación al personal operativo. Con el objetivo de mejorar el ensamble de autobuses en sus diferentes modelos, reduciendo tiempo y costo, fortaleciendo el interés por la mejora continua de los procesos, aprovechando todos los recursos disponibles; estar a la vanguardia de la tecnología, tomando en consideración la evolución de las necesidades y requerimientos de proceso para permanecer en la competitividad de la comercialización del mercado de autobuses.

Palabras clave: Tecnología de vehículos de motor, autobuses, dispositivo de alineación.

ABSTRACT

The document proposes the implementation of a device for the alignment of buses in the company DINA trucks. One of the two objectives entrusted by the management of the company is to reduce customer dissatisfaction with misaligned headlights, the second that interrelates with the first, the time of assembly and alignment of the headlights of a bus in the production line. Define a regulatory framework that complies with national standards and in turn can comply with international standards, that the quality criteria for the alignment of headlights. The theme defines a team to use, a regloscope alignment device, as well as a methodology for headlight alignment that meets the requirements of the standards: NOM 067 for Mexico, ECE-R48 for European nations and FMVSS 2007 No.108 for Americans, which are necessary in the technological change of halogen headlights to led, update and development of virtual work instructions, training for operational personnel. With the objective of improving the assembly of buses in their different models, reducing time and cost, strengthening the interest for the continuous improvement of the processes, taking advantage of all available resources; be at the forefront of technology, taking into consideration the evolution of the needs and process requirements to remain competitive in the commercialization of the buses market.

Keywords: Technology of motor vehicles, buses, alignment device.

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi familia, por ser los pilares que impulsan mi superación profesional, y les pido perdón a mis hijos por haberles robado tiempo para compartir momentos de recreación. A mis padres que siguen siendo el motor de mi crecimiento profesional. Madre, aunque ya no estás me sigues bendiciendo desde cielo. A mis hermanos que de una u otra manera siguen confiando en mí.

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merece reconocimiento especial mi esposa, sin tus consejos, palabras y apoyo habría sido imposible alcanzar este peldaño en mi vida y no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

A mis compañeros y amigos con su apoyo incondicional, no dejan compartir sus conocimientos técnicos para incrementar mi perfil profesional.

Asimismo, agradezco infinitamente a mi asesor y revisor que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

A CONACYT y CIATEQ por abrir sus puertas para formar mejores seres humanos que ayudan a ser de este mundo un lugar más placentero.

Finalmente, a la empresa Dina camiones por permitirme realizar este proyecto, y creer en las ideas de nuevos valores que contribuyan con el crecimiento de la misma.

Este es un momento importante de mi vida y espero en DIOS que sirva de ejemplo para muchos, el mejor éxito en la vida es hacer lo que te gusta con pasión y dedicación, para que perdure a través del tiempo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	x
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes de la empresa DINA camiones	1
1.2 Antecedentes del problema	1
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.4 Objetivo general	3
1.5 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	4
1.7 Hipótesis	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes alineador de faros	7
2.1.1 Alineación de faros principios básicos	7
2.1.2 Diagnóstico del sistema de alumbrado por regloscopio	9
2.2 Estado del arte	11
2.2.1 Investigaciones notables del tema.....	11
2.2.2 Resumen comparativo de la literatura revisada	31
2.2.3 Metodologías complementarias.....	32
2.2.4 Conclusiones del capítulo	41
CAPÍTULO III. DESARROLLO.....	43
3.1 Metodología.....	43
3.2 Voz del cliente.....	44
3.2.1 Reportes técnicos de campo.....	44
3.2.2 Brainstorming.....	46
3.2.3 Método de las palabras aleatorias.....	48

3.2.4 Benchmarking	50
3.3 Adquisición de dispositivo	53
3.3.1 Análisis matricial	53
3.3.2 Análisis de necesidades	55
3.3.3 Despliegue de la función de calidad QFD	57
3.3.4 Calculo de ROI	58
3.4 Estado actual del proceso	59
3.4.1 Layout ensamble faros	60
3.4.2 Diseños faros	61
3.4.3 Diagramas de instalación	63
3.4.4 Ciclos de trabajo	65
3.4.5 Tiempos de alineación de faros	66
3.4.6 Alineación de faros	67
3.5 Implementación	68
3.5.1 Lugar para ajustar los faros	68
3.5.2 Análisis paramétrico de un dispositivo para alinear faros	71
3.5.3 Conclusiones de análisis paramétrico	75
3.5.4 Instrucciones electrónicas de trabajo	76
3.5.5 Instructivo electrónico de trabajo	78
3.5.6 Diseño de experimentos	80
3.5.7 Simulación de proceso de alineación de faros en software FlexSim	88
3.6 Marco regulatorio	90
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	92
4.1 Seleccionar y adquirir un equipo de alineación de faros	92
4.2 Reducir tiempo de operación en un 20.0 %	92
4.3 Generación de la instrucción de trabajo para alinear faros	93
4.4 Reducir reportes técnicos de campo o reportes problema al 0.05%	93
4.5 Reducir tiempo de operación en un 20.0 %	95
4.6 Trabajos futuros	96
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	97
APORTACIÓN DE LA TESINA	98
RECOMENDACIONES	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de autobuses afectados por alineación de faros.	5
Figura 2. Operación de alineación de faros.....	6
Figura 3. Alineación de faros modelo convencional.....	8
Figura 4. Regloscopio modelo SEG. IV DLX C marca HELLA.....	10
Figura 5. Esquema mecánico del sistema de luces auto direccionable [2].....	12
Figura 6. Ambiente del proceso [3].	14
Figura 7. Esquema del mapa angular de intensidad de distribución de luz ALIDM [4]. ..	15
Figura 8. Faros para modelo 9700 Select Volvo [9].	28
Figura 9. Alineación de faros en caballete AYCO [10].....	30
Figura 10. Ciclo de alineación de faros de modelo Zafiro de la empresa AYCO [10].....	31
Figura 11. Metodología propuesta.	43
Figura 12. Brainstorming alineador de faros regloscopio.	47
Figura 13. Témplate método de palabras aleatorias.....	49
Figura 14. QFD para selección de un dispositivo de alineación de faros.	57
Figura 15. Layout línea de producción planta 1 DINA, alineación de faros [17].....	60
Figura 16. Modelado 3D HTQ 120-R Linner 12 parte frontal [17].	63
Figura 17. Diagrama de instalación DC38000167 Instalación luces modelo120-R Linner 12 [17].	64
Figura 18. DC38000693 Instalación faros y direccionales modelo Runner [17].	65
Figura 19. Ciclo de trabajo instalación faros y ajuste faros [17].	66
Figura 20. Tiempo ciclo promedio para alineación faros.	67
Figura 21. Alineación de faros método convencional.	68
Figura 22. Medición de superficie.	69
Figura 23. Tolerancias superficie de suelo Norma DIN ISO 10604 para autobús.	70
Figura 24. EWI 0680 ajuste de faros para modelo Linner [17].	77
Figura 25. Instructivo virtual para alineación de faros [21].	79
Figura 26. Instructivo virtual para alineación de faros distancia regloscopio [21],.....	79
Figura 27. Instructivo virtual para alineación de faros bloqueo columna [21].	80

Figura 28. Esquema variable de interés para DOE.....	81
Figura 29. Simulación de alineación faros en centro de trabajo AC4 [20].	89
Figura 30. Simulación de alineación faros en centro de trabajo AC10.....	90
Figura 31. Plataforma teamcenter concentrado CM problem report [17].....	94
Figura 32. Plataforma Teamcenter objeto PR creado al 14- oct-2018 [17].	94
Figura 33. Concentrado PR en excel filtro "faro".	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Arreglo Ortogonal Lg (34) [3].	13
Tabla 2. Requisitos regulatorios de alineación luces NOM 067 [6].	21
Tabla 3. Clasificación de vehículos de acuerdo a la ECE-R48 [7].	22
Tabla 4. Normatividad para alineación de faros de baja intensidad para autobuses de acuerdo a la ECE-R48 [7].	23
Tabla 5. Normatividad para alineación de faros de alta intensidad para autobuses de acuerdo a la ECE-R48 [7].	24
Tabla 6. Normatividad para alineación de faros para autobuses de acuerdo a la FMVSS No. 108 [8].	26
Tabla 7. Resumen de las metodologías y normas en la literatura del marco teórico.	32
Tabla 8. Datos típicos para un ANOVA de un factor (One-Way) [15].	41
Tabla 9. Análisis de varianza [15].	41
Tabla 10. Voz del cliente.	45
Tabla 11. Método de las palabras aleatorias.	49
Tabla 12. Cuadro comparativo alineadores de faros.	51
Tabla 13. Benchmarking autobuses método alineación.	52
Tabla 14. Análisis matricial.	54
Tabla 15. Análisis de necesidades.	56
Tabla 16. Matriz tipo de faros por modelo autobús DINA.	62
Tabla 17. Mediciones de superficie de suelo.	69
Tabla 18. Hoja de trabajo de análisis paramétrico [16].	72
Tabla 19. Resultados análisis paramétrico [16].	73
Tabla 20. Estructura de experimentación del DOE.	84
Tabla 21. Resultados aleatorizados de alineación de faro.	85
Tabla 22. Resultados ANOVA [19].	86
Tabla 23. Requerimientos Normatividad NOM 068, ECE-R48 y FMVSS No. 108.	91

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Costos de estructuras de faros con LED, Halógeno y HID [5].	19
Gráfica 2. Distribución geográfica faros mal alineados cliente.....	45
Gráfica 3. Intervalo de desnivel de superficie.	70
Gráfica 4. Probabilidad para Convencional, Reglometro [16].....	75
Gráfica 5. Gráfica de cajas [16].	87
Gráfica 6. Gráfica de aleatoriedad [16].....	88

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ángulo horizontal de proyección [4].....	16
Ecuación 2. Ángulo de proyección vertical [4].....	17
Ecuación 3. Cantidad de luz proyectada a los ojos del conductor que se aproxima [4].	17
Ecuación 4. Cálculo de la varianza [15].	39
Ecuación 5. Prueba F para comparar más de dos varianzas [15].....	40
Ecuación 6. Retorno de la Inversión con límite de tiempo [14].....	59

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALIDM.

Angular Light Intensity Distribution Map, mapa angular de intensidad de distribución de luz; supone que la fuente de luz es infinitesimal que se proyecta desde el centro de un faro.

ANOVA.

Un análisis de varianza prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. La ANOVA evalúa la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

ECR-R48.

Norma Europea, Reglamento No. 48 de la Comisión de las Naciones Unidas Económica para Europa de las Naciones Unidas (UN/ECE). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la instalación de iluminación y señalización luminosa.

FMVSS 2007 No.108.

Federal Motor Vehicle Safety Standard, en su apartado define el tipo de lámparas, dispositivos reflectantes y equipo asociado para la administración nacional de seguridad de tráfico en carreteras.

LED.

Light emitting diode, es una fuente de luz constituida por un material semiconductor dotado de dos terminales.

NOM.

Es una Norma Oficial Mexicana, que propone regulaciones técnicas de carácter obligatorio que establecen especificaciones y procedimientos para garantizar que los productos, procesos y servicios cumplan con requisitos mínimos de información, seguridad, calidad entre otros.

8D'S.

8 Disciplinas (8 pasos + disciplina = 8D), herramienta de calidad que permite desarrollar ventajas competitivas al solucionar rápida y efectivamente los problemas, mantener a los clientes por el buen servicio y la calidad en los productos que se proveen, disminuir la cantidad de problemas del producto dentro de la organización.

PLM.

Product Lifecycle Management, es la gestión del ciclo de vida del producto, es una estrategia empresarial basada en una tecnología la cual permite gestionar toda la información relacionada con el producto.

PR.

Problem Report, es un reporte problema que está definido como un objeto en la plataforma del Product Lifecycle Management, concentra todas irregularidades reportadas al producto en planta y en campo.

QFD.

Despliegue de la función de la calidad, despliegue proviene del japonés ten kai, cuyo significado es difusión, desarrollo o evolución, se refiere a la idea de llevar las necesidades y expectativas del cliente expresadas en su lenguaje (voz del cliente) a todos los involucrados en la organización, y "traducir" en cada etapa al lenguaje apropiado.

Regloscopio.

Es un dispositivo alineador de faros, que sirve para comprobar tanto la orientación, como

la intensidad de los faros de un vehículo, para asegurar que cumple con un estándar requerido.

ROI.

El retorno sobre la inversión (RSI o ROI, return on investment) es una razón financiera que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión realizada, es decir, representa una herramienta para analizar el rendimiento que la empresa tiene desde el punto de vista financiero.

RTC.

Reporte técnico de campo, trata de una exposición de datos o hechos dirigidos a la organización, respecto a una falla específica reportada por un cliente, cuando el autobús está en servicio.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa DINA camiones

DINA fue fundada en los años 50's en el estado de Hidalgo, denominada en un principio como Diésel Nacional S.A, en 1962 da inicio a sus operaciones en el ensamble de autobuses foráneos con tecnología flexible, así como la producción de camiones medianos con cabina Internacional y motores cummins.

DINA Camiones S.A. de C.V. es una empresa 100 % mexicana que brinda soluciones de transporte fabricando vehículos con tecnología de vanguardia ubicada en el Corredor Industrial s/n Cd. Fray Bernardino de Sahagún Hidalgo México.

Actualmente, en búsqueda de la vanguardia mundial, está certificada en ISO 9001-2008, ISO 14001 y OSHAS 18001, desplegando una política integral basada en la satisfacción de los clientes y partes interesadas, con la prevención de daños y deterioro de la salud de los trabajadores, siendo amigable con el medio ambiente, cumpliendo con los requisitos legales aplicables, normas ASTM, SAE, DOT, entre otras; investigando, desarrollando, ensamblando y comercializando vehículos para el transporte de carga y pasaje a través del ejercicio permanente de la mejora continua.

DINA se prepara para enfrentar nuevos retos, que representa el mercado nacional e internacional. Bajo una visión de seguridad con el objetivo de brindar calidad de vida a las futuras generaciones.

1.2 Antecedentes del problema

El ensamble de autobuses está definido por las operaciones desarrolladas en la línea de ensamble, constituidas por diferentes centros de trabajo, donde la organización busca mejorar la productividad. No obstante, y después de un análisis previo, se detectó la existencia de cuellos de botella al final de la línea de producción, donde se invierte más tiempo, y mano de obra en la operación de detallado. Una de estas operaciones es el montaje y alineación de faros.

El sistema de iluminación de un autobús consiste en un grupo de dispositivos lumínicos montados o instalados en la parte frontal, laterales o traseras. Su propósito es proveer de iluminación al conductor para poder hacer funcionar el autobús con seguridad en condiciones de baja visibilidad, aumentando la identificación del vehículo y ofreciendo a los demás usuarios de la carretera, información sobre la presencia, posición, tamaño o dirección del vehículo y sobre las intenciones del conductor en cuanto a dirección y velocidad.

La falta de un estándar regulatorio y una norma para la alineación de faros, genera un problema en dicha operación, las áreas de soporte responsables de emitir especificaciones puntuales para el desarrollo de dicha actividad, no las han considerado. La ausencia de instrucciones de proceso y controles de inspección de calidad para la alineación de faros, obliga a los operadores a utilizar métodos empíricos. Esta operación que no está técnicamente bien soportada, ha generado reclamos de los clientes traducidos en reportes técnicos de campo, en el sistema de iluminación de los autobuses. Actualmente, la alineación la realizan trazando líneas que forman una cruz en una pared o tabla, misma que es utilizada como referencia para hacer incidir el haz de luz y alinear el soporte del faro.

A esto último y en atención a las diversas situaciones operativas, DINA incursiona en procesos de manufactura altamente rentables, con miras hacia la optimización de costos, por ende, desarrolla sus propios dispositivos, es por ello que nace la necesidad de emplear nuevas tecnologías. Con la filosofía de la mejora continua, se implementa procedimientos que aseguren la calidad de los autobuses.

1.3 Planteamiento del problema

En DINA camiones se han recibido 8 reportes técnicos de campo (RTC) del año 2010 a 2014, que suman 298 unidades de un total de 3,298 unidades, lo que representa un 9.0 % del total del parque vehicular que DINA tiene en campo, los costos por reparación ascienden a un total de \$78,927.0 pesos.

Del total de reportes técnicos de campo abiertos en este lapso de tiempo, el 2.0 % son

por problemas derivados de faros mal alineados que no permite tener un buen ángulo de visión al operador, en sus recorridos nocturnos con los autobuses. Al interior del proceso las instrucciones de trabajo no son fáciles de entender, motivo por el cual los operarios no realizan bien la operación para la alineación de faros, tampoco se identifica la normatividad que se deba cumplir, así como los criterios de aceptación, por lo tanto, este problema es significativo para la compañía ya que no ha cubierto del todo la satisfacción del cliente, razón por la cual, se busca dar solución al problema planteado.

1.4 Objetivo general

Identificar e implementar la mejor tecnología de dispositivo de alineación, y diseñar una metodología específica para el desarrollo de esta última actividad bajo las normas: Norma Oficial Mexicana, NOM 067, Norma Europea ECE- R48 y las Normas Federales de Seguridad de Vehículos de Motor, FMVSS 2007, con la finalidad de disminuir tiempos en alineación, cumplir con los requisitos mínimos de producción y reducir la insatisfacción de los clientes de la empresa DINA camiones.

1.5 Objetivos específicos

Contactando a proveedores y haciendo uso del internet, hacer una investigación exhaustiva en el universo de tecnologías de vanguardia respecto a dispositivos de alineación.

- Identificar y establecer el centro de trabajo más adecuado para el regloscopio, con miras hacia reducir en un 20.0 % el tiempo actual de la operación.
- Seleccionar y adquirir alineador de faros entre las diferentes tecnologías que existen en el mercado para cumplir con la norma NOM 067.
- Realizar instrucción de trabajo apegada a las normas nacionales e internacionales, NOM 067, ECE-R48 y la FMVSS 2007, para efectuar la operación de alineación de faros en la línea de producción.

- Reducir a un 0.05 % los reportes técnicos de campo generados por faros mal alineados detectados por el cliente, haciendo campaña en campo para restaurar el problema y evitando enviar producto a cliente que presente este modo de falla.

1.6 Justificación

Hoy en día, la competencia por vender unidades en el segmento de transporte urbano es cada vez más difícil, si se considera que el mercado está globalizado, lo anterior obliga a las empresas a disminuir tiempos de entrega, reducción de costos y ofertar productos de calidad para obtener la preferencia y confiabilidad del cliente.

DINA en su mercado tiene distribuido el territorio nacional en cuatro regiones geográficas, en las cuales se identifica que 8 reportes técnicos de campo afectan 298 autobuses por faros mal alineados, de un parque vehicular comercializado al 2014 de 3,298 autobuses en servicio, lo que indica que tenemos problemas en un 9.0 % del parque vehicular, la región más afectada es la norte con el 61.0 %, ubicada en Monterrey Nuevo León y el resto de las zonas geográficas con un 37.0 % (ver figura 1).

El 2.0 % restante se comercializa en otros países sin que se tenga evidencia de reclamos.



Figura 1. Distribución geográfica de autobuses afectados por alineación de faros.

En la manufactura de unidades la operación de alineación de faros tiene un tiempo estándar de 11.33 minutos realizado por dos operarios, que tienen como instrucción de trabajo un método convencional, la operación se realiza con ayuda de un caballete que en una de sus caras contiene marcas, donde hacen incidir el haz de luz del faro para alinearlos, sin que se tenga documentado la norma de referencia que se cumple. La figura 2 muestra el método empleado.



Figura 2. Operación de alineación de faros.

A lo dicho, la organización enfoca sus esfuerzos en atender y disminuir los reportes técnicos de campo, con tecnología de vanguardia y corrigiendo desde la etapa del diseño los problemas que presentan los autobuses. Esto último, brinde confianza a los clientes y posicionamiento de la marca DINA en los mercados.

1.7 Hipótesis

Es posible implementar un dispositivo y procedimientos regulatorios para mejorar en un 95.0 % el método de alineación de faros, que permita disminuir:

1. El 0.05 % de los reportes técnicos de campo.
2. El 20.0 % del tiempo ciclo en la operación de alineación de faros de la línea de ensamble.

Temas que se traducen en retrabajos con un valor que asciende a \$78,927.0 pesos anuales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes alineador de faros

La implementación de un dispositivo para la alineación de faros de un autobús es un campo por explorar, los estudios realizados están relacionados al sector automotriz, las industrias carroceras de México tienen un bajo conocimiento de la normatividad que aplica. De manera que este capítulo introduce al lector a investigaciones relevantes que son del interés del desarrollo de la investigación, donde se enmarcan metodologías empleadas en el área automotriz que pueden ser aplicadas al segmento de manufactura de autobuses.

2.1.1 Alineación de faros principios básicos

Es de suma importancia que el sistema de iluminación del autobús se dirija correctamente a fin de obtener su mejor desempeño. Las luces que se dirigen incorrectamente no solo darán un mal desempeño, sino que también pueden encandilar al tráfico. Es importante verificar que las luces han sido correctamente enfocadas. Pequeñas variaciones en la posición del filamento se pueden traducir en grandes variaciones del patrón de iluminación.

Considerando las denominaciones de cada país, la luz de carretera es la luz alta, y la luz de cruce es la luz baja.

Los faros pueden ser alineados mediante un ajuste mecánico o con una pantalla de alineación de faros de pared, también se usa en talleres más actualizados la alineación con pantalla electrónica. Cualquier método asegura que los haces de luz del faro apunten en la dirección especificada por el fabricante del vehículo. Los faros que están ajustados demasiado alto pueden encandilar a los vehículos que se aproximan. Los faros que dirigen la luz demasiado baja o hacia un lado reducirán la visibilidad del chofer.

Para asegurarse de los faros que han sido correctamente enfocados, se debe tener medio tanque de combustible, la presión correcta de los neumáticos, y llanta de

refacción si así se requiere, se recomienda que alguien este sentado en asiento del chofer, mientras se enfocan las luces.

Los dispositivos de enfoque están diseñados para ajustar los faros de los vehículos en una posición especificada. Pueden estar permanentemente instalados en una pista o pueden ser portátiles. Algunos requieren un suelo nivelado, y otros tienen mecanismos internos para permitir la nivelación en los pisos irregulares de talleres.

La pantalla de alineación de faros consiste en una serie de líneas medidas (ver figura 3) marcadas sobre la pared o en un bastidor con caballete para apuntar los faros de un vehículo. La pantalla debe ser de no menos de 3 metros de ancho y 1 metro de alto.

Cuando ésta va colocada en un caballete con ruedas, la pantalla no debe estar más de 30 centímetros del piso. Para cumplir con las regulaciones de la mayoría de las localidades, debe colocar la pantalla a 7,62 metros por delante del vehículo.

El patrón de haz de luz de carretera aceptado para vehículos de pasajeros aparece en la parte de alta intensidad de los rayos de luz centrados en una línea horizontal que está a 5,0 centímetros por debajo del centro o línea horizontal de referencia en la pantalla (ver figura 3). Esto significa que habrá una caída de 5,0 centímetros del haz de luz por cada 7,62 metros de distancia del faro.

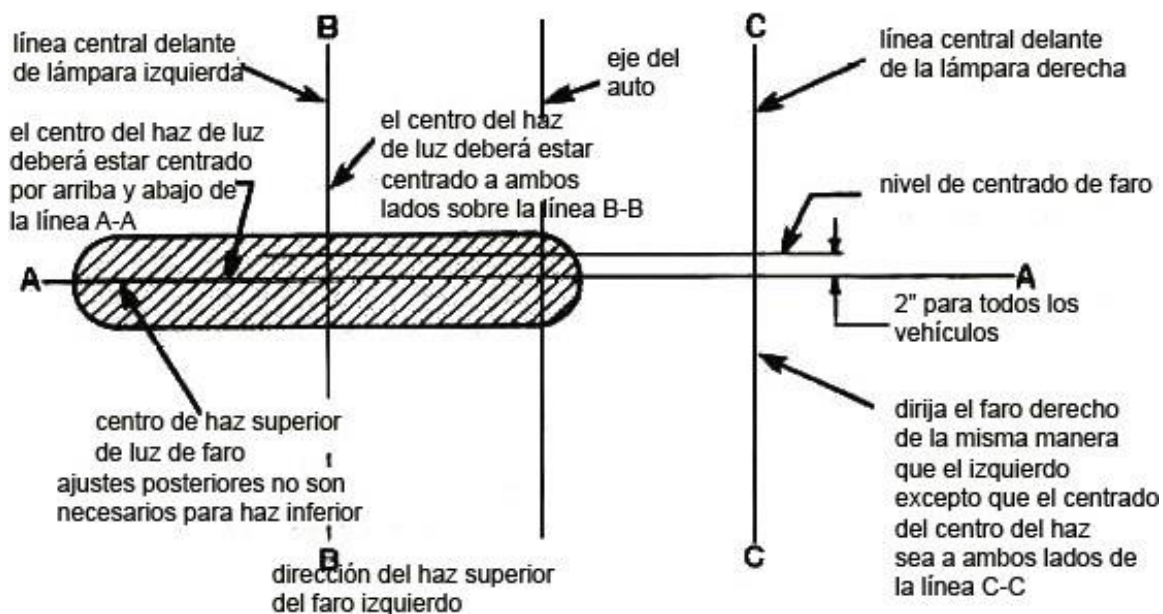


Figura 3. Alineación de faros modelo convencional.

Los faros de los camiones grandes presentan un problema especial debido al efecto de una carga pesada. En los mismos 7,62 metros, los faros de camiones deben orientarse de modo que nada de la porción de alta de intensidad de la luz se proyecte más alto que el nivel de 13,0 cm por debajo del centro del faro que está siendo probado. Esto es necesario para compensar las variaciones en la carga.

2.1.2 Diagnóstico del sistema de alumbrado por regloscopio

Los faros modernos proporcionan una mayor visibilidad porque emiten una luz más potente con una mayor concentración en el área pertinente. Esto se debe principalmente a la tecnología moderna de xenón y led. Pero el conductor solamente puede beneficiarse de una mayor visibilidad cuando los faros están ajustados con precisión. Por otra parte, si los faros están mal orientados, se reduce el campo de visibilidad y se puede deslumbrar a los conductores que vienen de frente.

Por ello, se han puesto al día y reforzado los reglamentos relativos al alumbrado de vehículos a fin de evitar efectos negativos para la seguridad vial. La comprobación del sistema de alumbrado se ha hecho más restrictiva durante la inspección técnica periódica de los vehículos de motor y los faros mal orientados no pasan la prueba.

Para una línea de producción de autobuses, es importante garantizar un ajuste preciso de los faros al ensamblarlos, para la inspección técnica siguiente. ¿Cuáles son las condiciones necesarias para cumplir este objetivo?

1. Disponer de un regloscopio (ver figura 4) preciso y calibrado para comprobar los faros.
2. Comprobar los faros en un lugar adecuado donde sea posible realizar una medición precisa.
3. Contar con la formación adecuada en las técnicas de medición y en la detección de posibles errores.

El dispositivo de alineación de los faros, denominado regloscopio o reglometro, por sus

características se comercializa por diferentes distribuidores, con características técnicas de acuerdo a los requisitos del cliente, el líder en el mercado lo encabeza la compañía Hella de tecnología alemana.



Figura 4. Regloscopio modelo SEG. IV DLX C marca HELLA.

Un regloscopio preciso para la comprobación de faros debe presentar las siguientes características:

1. Una estructura mecánica sólida: componentes realizados con precisión y rígidos.
2. Un mecanismo de deslizamiento suave: la caja de medición óptica debe poder deslizarse verticalmente con poco esfuerzo y mantenerse en posición con un contrapeso adecuado.
3. Una óptica de alta calidad: el haz luminoso se debe proyectar sobre el patrón de referencia sin deformación geométrica ni alteración del color.
4. Un láser de alineación precisa: permite alinear con precisión el eje óptico del luxómetro paralelo al vehículo.
5. Un software de posicionamiento eficaz: permite ganar tiempo guiando al usuario hasta la posición exacta para la medición más precisa.

6. Un sistema preciso de medición: mediante foto sensores o un sistema de cámaras, debe poder medir intensidades de luz absolutas en varias coordenadas del patrón de referencia.
7. Una función eficaz de calibrado: después de la instalación inicial, la orientación de la unidad óptica se ajusta con cuidado y se calibra la posición del sensor con respecto a un rayo láser o mirilla de referencia.
8. Un sistema de la transmisión de datos para almacenar o imprimir los valores de la medición de cada faro

2.2 Estado del arte

En esta sección se presenta algunos estudios recientes relacionados al tema, con la finalidad de revisar las diferentes metodologías y técnicas para la alineación de faros, desarrollo tecnológico de faros, y modelos matemáticos para el cálculo de la visibilidad de un faro en un autobús.

2.2.1 Investigaciones notables del tema

2.2.1.1 Análisis del artículo por Karl-Heinz Dietsche

El autor de este manual Karl-Heinz Dietsche [1] indica las referencias europeas para alinear faros de un automóvil, hasta un transporte de carga pasando por un autobús, la normatividad europea es ECE- R48 o bien ECE- R53, las cuales son normas con un buen fundamento geométrico y define los criterios, equipo para alineación de faros. Habla también de una norma que data de 1997 en los E.U de solo ajuste visual denominada "VHAD (Vehicle Headlamp Aiming Device)" mediante un nivel de burbuja. En México tenemos una norma oficial mexicana NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, con la cual se toma como principio para alineación de faros la cual es muy escueta y solo te indica el dispositivo para alinear que es un reglometro, el cual en DINA no se tiene implementado.

2.2.1.2 Análisis de tesis por López Cárdenas Juan P. y Dávila Marín Porfirio F.

Para los autores López Cárdenas Juan Pablo y Dávila Marín Porfirio Fernando [2] fundamentan en su tesis un tablero didáctico de un sistema de luminarias Inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehículo, el cual tiene un origen de investigación en el sistema eléctrico, con fines educativos para el área de Ingeniería Automotriz, con tecnología de faros auto direccionales (ver figura 5) , en su exposición didáctica abordan los sistemas inteligentes de alineación de faros, el sistema de cambio de luces automático de altas a bajas al detectar luz, el sistema de dirección automática de los faros, el modo normal en el que los sistemas de luces operan en un automóvil, mientras que en el modo de falla permite la introducción de código de dos dígitos el cual es decodificado y procesado mediante un módulo, para que simule situaciones reales de operación con falla.

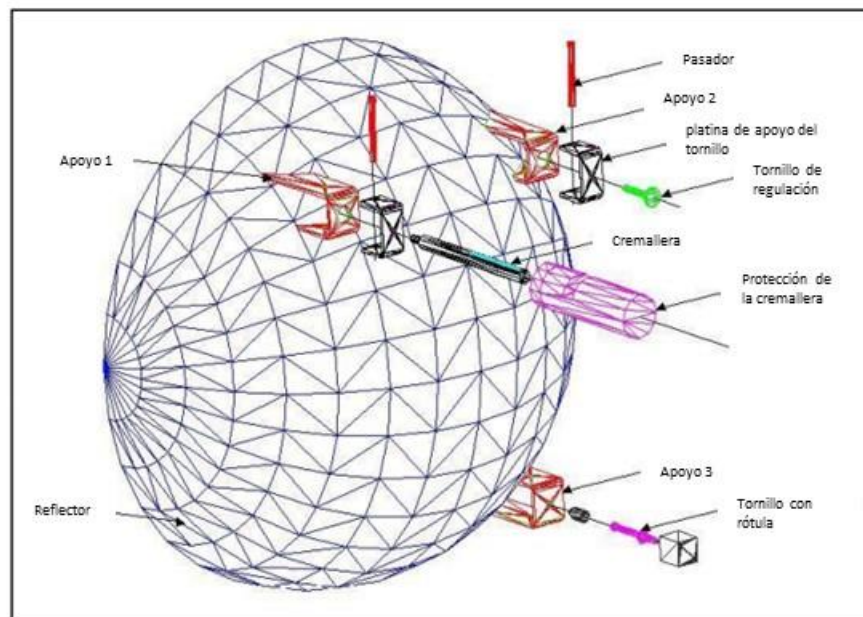


Figura 5. Esquema mecánico del sistema de luces auto direccionable [2].

DINA en la manufactura de autobuses, la alineación de faros es de manera estática, no se tiene implementado un sistema de alineación auto direccionable, en primer lugar, los costos se incrementan, y se tiene que desarrollar la tecnología para su aplicación, el mercado de los autobuses urbanos no lo demanda, se puede tomar como una

referencia que pueda dar a la marca una ventaja comercial en comercialización de unidades.

2.2.1.3 Análisis de artículo por Chairez Elías Adrián Wilfrido

De acuerdo con Adrián Wilfrido [3] una industria manufacturera de faros automotrices, cuenta con un defecto de calidad sobre uno de sus productos, la fractura de un componente denominado moldura. Ya que la Metodología Taguchi ofrece un análisis de investigación fácil de aplicar, mediante arreglos ortogonales (ver tabla 1) la cual contribuye a determinar los factores con efecto fuerte sobre la falla en cuestión minimizando el número de defectos.

El arreglo ortogonal que se muestra es de cuatro factores y nueve factores de ruido que van ayudar a desarrollar el diseño de experimento, con sus posibles mezclas.

Tabla 1. Arreglo Ortogonal L₉ (3⁴) [3].

No.	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

El experimento define las variables de entrada de un sistema, las cuales son modificadas a propósito, para hacer una validación al experimento, el cual puede presentar cambios favorables o desfavorables, lo esquematiza en un proceso que lo define como una serie de equipo, maquinaria, personas entre otros, encargados de transformar una entrada a una salida (ver figura 6), el proceso interactúa con factores controlables (x_1, x_2, \dots, x_p) y factores no controlables (z_1, z_2, \dots, z_p) los cuales influyen en la posible composición de la salida.

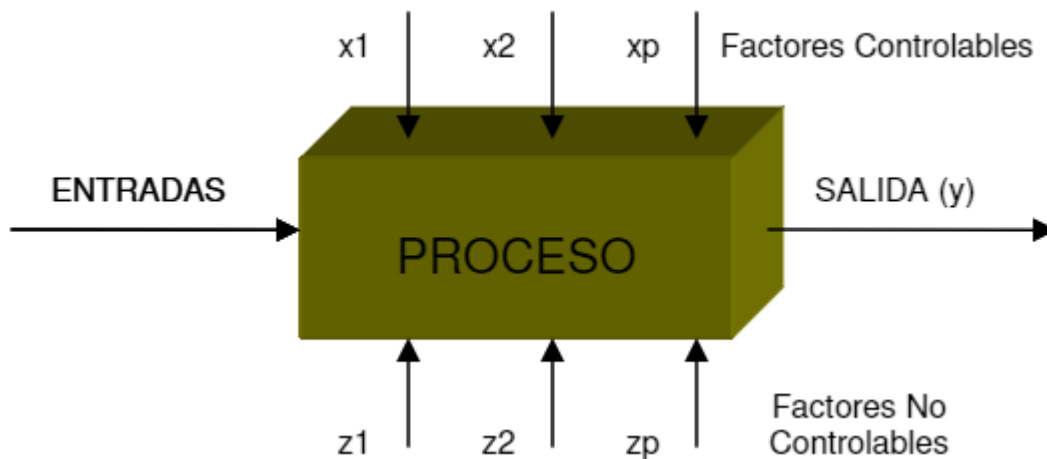


Figura 6. Ambiente del proceso [3].

Esencialmente, la metodología Taguchi, es una guía sencilla de aplicar para así adentrarse a los problemas diarios sobre productos y procesos poco robustos visualizando su solución, determinando los niveles de los factores que interactúan con la falla a tratar.

Es una buena metodología para analizar el problema de autobuses por faros mal alineados en la línea de ensamble, a un que también existe otros modelos que se pueden considerar para el problema planteado como es un diseño de experimentos que se centran en la variable de interés con una planificación de datos, minimizando el error.

2.2.1.4 Análisis de artículo por D. Hwang y Eli Peli

Para los autores D. Hwang y Eli Peli [4] describen el diseño y construcción de un simulador de luminosidad de los faros para ser utilizado con un simulador de conducción. Lo destacable es el conocimiento que aportan para el cálculo del ángulo de proyección de un faro led.

La Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en Carreteras (NHTSA), a través de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), emite un estándar para reducir el resplandor de un autotransporte que se aproxima, al tiempo que garantiza la suficiente luz que se emite hacia adelante para una conducción segura en la noche (FMVSS, 2007

No. 108 [8]). Este Reglamento define un conjunto de valores de corte (altos límites bajos / de brillo proyectado para faros) en luminancia, intensidad (candelas, Cd), y que barre $\pm 15^\circ$ horizontalmente y $\pm 5^\circ$ verticalmente sobre una proyección angular de dos dimensiones de superficie. Para luces bajas regulares, la parte más brillante (pico) del faro del lado del conductor debe estar dirigida hacia la parte inferior derecha para reducir el resplandor que el tráfico en sentido contrario (ver figura 7). Para las luces altas, los faros deben estar dirigida hacia el frente ($0^\circ V, 0^\circ H$). Los países europeos como la Comisión Económica para Europa (ECE) siguen las normas que son conceptualmente similares a las normas SAE, pero diseñado para no causar deslumbramiento al tráfico en sentido contrario. Las normas ECE [7] para la luz de cruce permiten más luz hacia la parte superior derecha para mejorar la legibilidad de las señales de tráfico.

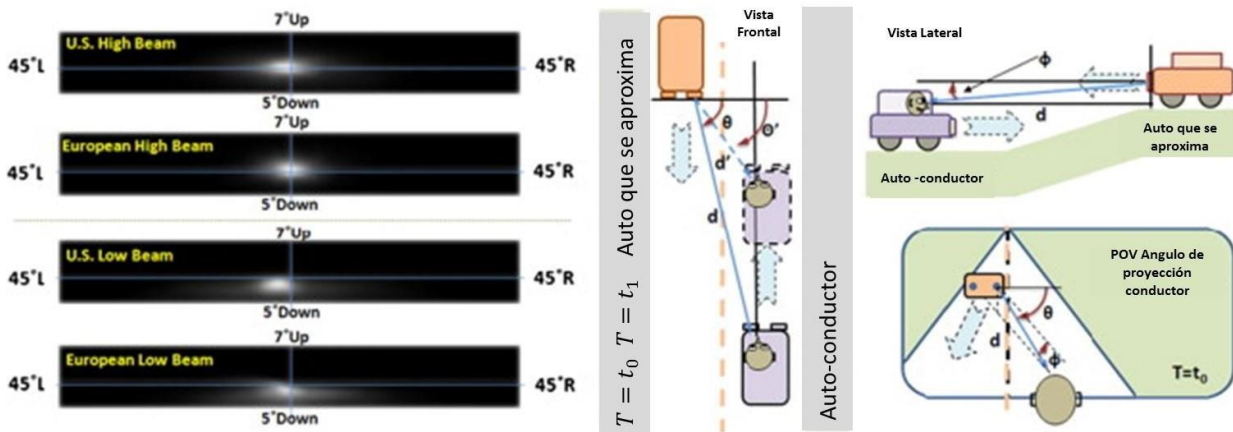


Figura 7. Esquema del mapa angular de intensidad de distribución de luz ALIDM [4].

Aunque estos valores de corte definen máximo o intensidades de luz mínimos para algunos puntos angulares de referencia, es difícil generar un único modelo matemático de una forma del haz "genérico" de los faros ya que la distribución del haz de los faros es una función compleja angular y es diferente de un fabricante a otro. Afortunadamente, un gran estudio de formas de haz de los faros para los de mayor venta de 20 vehículos de pasajeros en los E.U y en Europa está disponible (Schoettle et al., 2001). En la encuesta, el haz luminoso se midieron las intensidades en diversos lugares angulares (ver figura 7), cubriendo $\pm 45^\circ$ horizontalmente y verticalmente 5° a 7° el ángulo resolución de puntos de medición a lo largo del eje horizontal se espacian de manera desigual ($0,5^\circ$ entre 0° y

5°, 1° entre 5° y 10° y 5° entre 10° y 45°). Medidas de intensidad de luminancia a lo largo del eje vertical se distribuyeron de manera uniforme con una resolución angular de 0,5°.

El mapa angular de intensidad de distribución de luz (ALIDM), por sus siglas en inglés, ofrece una forma sencilla de calcular el nivel requerido de brillo intensidad (de un LED) necesarios para la simulación de resplandor de los faros. El ALIDM (ver figura 7) asume que la fuente de luz es infinitesimal y la proyección de luz desde el centro de un faro, sin importar el tamaño o la forma de los faros real. Dado que el tamaño de la pupila es pequeña (menos de 5 mm con el deslumbramiento de los faros), en comparación con la distancia entre los ojos del conductor y el faro (por lo general más de 5 m), una vez que sabemos la intensidad luminosa de acuerdo con el ALIDM, la cantidad de luz proyectada al ojo del conductor se puede estimar mediante la localización del punto de proyección sobre el ALIDM y su reducción por la distancia de proyección.

Por ejemplo, si el coche de un conductor y un coche que se aproxima están conduciendo en carriles paralelos uno hacia el otro, como se muestra en la figura 7, como la distancia entre los dos coches (d) disminuye, tanto el ángulo horizontal de proyección (θ) y ángulo de proyección vertical (ϕ) pueden variar. Tenga en cuenta que la cantidad de luz que llega al conductor es inversamente proporcional a la distancia al cuadrado (d^2). Como podemos ver los faros de los coches que se acercan a las coordenadas esféricas polares relativas originarias en el punto de vista del conductor, podemos calcular los ángulos de proyección horizontal (ver ecuación 1) y los ángulos de proyección verticales (ver ecuación 2).

Una vez que conocemos los ángulos de proyección, podemos localizar a un nivel de brillo relativo correspondiente de la ALIDM para los faros del mundo modelado. Por último, la cantidad de luz proyectada a los ojos del conductor que se aproxima (L_{proj}) (ver ecuación 3) se puede calcular con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1. Ángulo horizontal de proyección [4].

$$\theta_{proj} = \frac{\pi}{2} - \theta$$

Ecuación 2. Ángulo de proyección vertical [4].

$$\varphi_{proj} = -1 \cdot \varphi$$

Ecuación 3. Cantidad de luz proyectada a los ojos del conductor que se aproxima [4].

$$L_{proj} = \frac{ALIDM[\theta_{vroi} \cdot \varphi_{vroi}]}{d^2}$$

Donde:

- d es la distancia euclídea a la posición de los faros
- θ es el ángulo de rotación horizontal
- φ es el ángulo de rotación vertical
- θ_{proj} es el ángulo de proyección horizontal
- φ_{proj} es el ángulo de proyección vertical

Este modelo matemático aporta una propuesta para calcular la intensidad de luz de un faro led, que es el principio básico para seleccionar un cambio de tecnología de faros en los autobuses, para migrar la tecnología de faros de halógeno a led, sin pasar por los de Xenón, en el problema que se plantea esta teoría ayuda a proponer un cambio en los diseños de faros.

2.2.1.5 Análisis de artículo por Dewar Robert E, Olson Paul

Por otra parte, Dewar Robert E y Olson Paul [5] definen que un faro automotriz es una lámpara, que usualmente se localiza montada enfrente de un vehículo como un autobús, automóvil o motocicleta, siendo su función principal el iluminar los caminos durante lapsos donde la visibilidad no es buena, tal como en la oscuridad de la noche o en situaciones climatológicas como la niebla. Los faros automotrices son considerados aditamentos de seguridad para el operario del vehículo, la probabilidad de verse

envuelto en un accidente de tránsito por la noche, es de dos a tres veces mayor que en el día. Sin embargo, la probabilidad puede crecer si se encuentran bajo un ambiente adicional de niebla, lluvia o nieve. Por ello que la industria automotriz ha evolucionado dramáticamente dejando atrás aquellas inseguras e ineficientes lámparas sobre carruajes y automóviles de principio del siglo pasado, dando el gran salto al descubrirse la energía eléctrica.

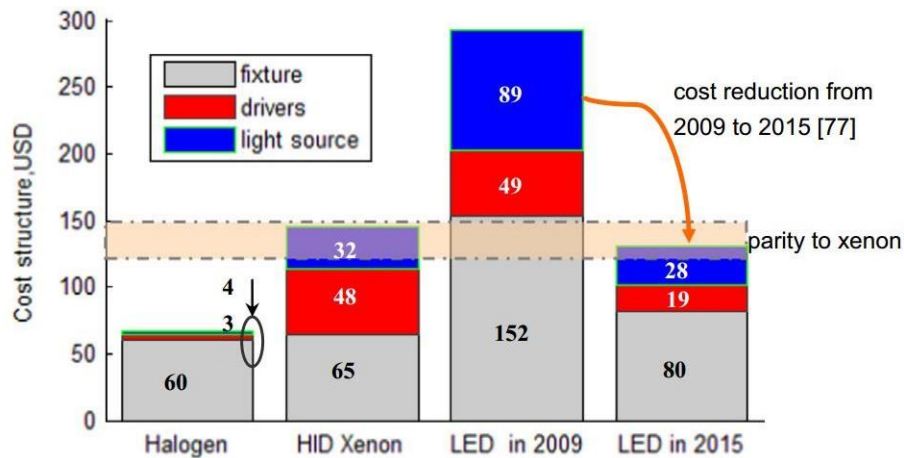
En la actualidad existen por lo menos cuatro tecnologías (ver gráfica 1) que los faros utilizan para hacer su función:

- a) Faros de halógeno
- b) Faros de xenón
- c) Faros de LED
- d) Faros Laser

Los faros son considerados como uno de los dispositivos de seguridad más importantes de automóviles y autobuses. Se ha informado de que alrededor del 40 % de los accidentes mortales suceden durante la noche, y el rendimiento visual del operador se ve disminuido. Regularmente, un faro requiere de un millar de lúmenes de luz salida, que a su vez es demandada de la batería cargada por el motor de un automóvil. Aunque el tiempo de trabajo de los faros es sólo del 25 % de un día, el consumo de energía o el costo de operación de los faros no pueden omitirse. Por ejemplo, unos 55 millones de litros de gasolina y diésel, o 66 mil millones USD son los costos que se gastan anualmente en la operación de los faros. El departamento de energía de los E.U. muestra que la eficiencia de energía eléctrica-óptica de luminarias led está por arriba de un 30 %, y en algunos casos puede llegar al 50 %, mientras tanto, la eficiencia de los faros convencionales es de sólo el 5 % para los de halógeno o 20 % para el de xenón respectivamente.

Si los faros LED pueden reemplazar todos los faros convencionales, el automóvil reducirá al mínimo el consumo de combustible para la iluminación del automóvil hasta en 10 %, y dar lugar a una reducción de bióxido de carbono CO_2 en emisiones en alrededor de 1-

3 g/km.



Gráfica 1. Costos de estructuras de faros con LED, Halógeno y HID [5].

La gráfica 1 muestran los costos en USD de las estructuras de las fuentes de luz que se encuentran en mercado y su evolución en los últimos años como indicador para ver las preferencias de los conductores en el uso de la tecnología de iluminación.

2.2.1.6 Análisis de la Norma Oficial Mexicana NOM-067

Evaluando la Norma Oficial Mexicana NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, Transporte terrestre servicio de autotransporte económico y mixto-midibús-características y especificaciones técnicas y de seguridad [6] en su apartado 4, inciso "D", exterior del vehículo, en el punto 4.3.7 Faros de luz alta y baja intensidad con indicador de luz alta en el tablero, en el apartado 4.3.7.1 las define como que las unidades deben contar cuando menos con dos faros tanto de luz alta como baja y emitir luz de color blanco, colocadas simétricamente lo más cerca de los extremos del vehículo, asimismo, estarán conectadas a un selector de luz alta y baja colocado en un lugar de fácil acceso al conductor, y equipado con un indicador visible en el tablero, que debe encender automáticamente cuando esté en funcionamiento la luz alta. Esto se verifica con la ayuda de un regloscopio y de acuerdo al procedimiento que establece el punto 6.16 de la presente norma.

- 6.16 Determinación del sistema de luces
- 6.16.1 Aparatos y equipo regloscopio
- 6.16.2 Procedimiento

Se realizará una inspección visual de los siguientes puntos:

- Ubicación y color de las señales
- Al accionar el interruptor se comprobará su funcionamiento
- Para el caso de luces intermitentes, se verificará el número de destellos
- Se verificará la sujeción al vehículo de cada una de las lámparas traseras y delanteras
- Se comprobará la sujeción y conexión de los cables del sistema y el estado de las lámparas
- Se comprobará el funcionamiento de interruptores y su señalización en el tablero
- Comprobación de la intensidad y alineación:
- Mediante el regloscopio se comprobará la alineación de las lámparas (ver tabla 2), conforme a los siguientes valores:

Tabla 2. Requisitos regulatorios de alineación luces NOM 067 [6].

TIPO	ALTURA
Luces de advertencia intermitentes	No mayor a 1,60 m. No menor a 0,65 m.
Luces de alta intensidad	No mayor a 1,40 m. No menor a 0,60 m.
Luces de baja intensidad	No mayor a 1,40 m. No menor a 0,60 m.
Luces de gálibo	No menor a 2,90 m.
Luces de reversa	No mayor a 1,60 m. No menor a 0,65 m.
Luces direccionales	No mayor a 1,60 m. No menor a 0,65 m.
Luces indicadoras de freno	No mayor a 1,60 m. No menor a 0,65 m.

La tabla 2. muestran los requisitos regulatorios dimensionales que aplican para autobuses conforme a la NOM 067.

2.2.1.7 Análisis de la regulación ECE-R48 Norma Europea, Reglamento No. 48

Analizando la Norma Europea, Reglamento No. 48 de la Comisión de las Naciones Unidas Económica para Europa de las Naciones Unidas (UN/ECE). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la instalación de iluminación y señalización luminosa [7] las regulaciones de iluminación deberán ser cumplidas de acuerdo con las partes y características de la unidad, el siguiente resumen de apartados hace un resumen de los requerimientos legales únicamente para la instalación de luces frontales que emite la regulación europea ECE-R48.

Los sistemas de iluminación se dividen en dos segmentos:

1. Reglamento para las clases de vehículos (ver tabla 3) (turismos, vehículo todo terreno, auto caravans, autobuses, camiones, vehículos municipales y los vehículos con carrocería especial)
2. Reglamento para las clases de vehículos (12 V remolques, caravans y 24 V tráileres)

Tabla 3. Clasificación de vehículos de acuerdo a la ECE-R48 [7].



CLASES DE VEHICULOS ECE-R48	
M ₁	Carros de hasta 3,5 toneladas y de hasta 9 pasajeros
M ₂	Carros hasta 5 toneladas y un máximo de 9 pasajeros
M ₃	Carros hasta 5 toneladas y más de 9 pasajeros
N ₁	Vehículos para el transporte de mercancías de hasta 3,5 t
N ₂	Vehículos para el transporte de mercancías de más de 3,5 t hasta 12 t
N ₃	Vehículos para el transporte de mercancías de más de 12 t
N ₃ G	Vehículos todo terreno
O ₁	Remolques de hasta 0,75 t
O ₂	Tráileres más de 0.75 t de 3,5 t
O ₃	Tráileres más de 3.5 t 10 t
O ₄	Tráileres más de 10 t

La clase a la cual pertenecen los autobuses manufacturados en DINA es la M₃ de acuerdo a la ECE-R48 conforme a la tabla 3.

Regulaciones legales para lámparas y faros. En este caso de estudio el alcance de las disposiciones legales, sólo aplica para la iluminación de faros de alta y baja intensidad (ver tabla 4).

Se hace un extracto de las normas que aplican de acuerdo a la ECE-R48.

Tabla 4. Normatividad para alineación de faros de baja intensidad para autobuses de acuerdo a la ECE-R48 [7].

		
Normatividad para faros de baja intensidad o de cruce		
	Los faros de luz de cruce ECE- R48 sección 6.2 , ECE- R98 UND ECE- R112 (ECE- R123 contiene condiciones más especiales)	
	Presencia ECE- R48 § 6.2.1	Obligatorio para todas las clases de vehículos de pasajeros
	Número ECE- R48 § 6.2.2	2 Unidades
	Color ECE- R48 § 5.15	Blanco
	Posición de ancho ECE-R48 § 6.2.4.1	Max. 400 mm del borde exterior extremo del vehículo. Min. 600 mm entre las dos luces de cruce. Min. 400 mm, si el total de vehículo con ancho <1,300 mm , no aplica para clase de vehículos <i>M</i> y
	Posición en altura ECE-R48 § 6.2.4.2	Min. 500 mm, máximo. 1,200 mm, máximo. 1,500 mm en los vehículos _{3G}
	Visibilidad ECE- R48 § 6.2.5	Horizontal 10 ° hacia el interior y 45 ° hacia el exterior. Vertical 15 ° hacia arriba y 10 ° hacia abajo
	Conexiones eléctricas ECE- R48 § 6.2.7	La luz de cruce podrá permanecer encendido cuando la luz de carretera está encendida
	Luz testigo ECE- R48 § 6.2.8	Opcional
	Otras regulaciones ECE-R48 § 6.2.9	Nivelación automática debe instalarse con faros LED. Si los faros están equipados con fuentes de luz > 2000 lúmenes (por lo general de xenón), la nivelación automática y un sistema de limpieza de faros necesitan ser instalados, 2 luces angulares adicionales son opcionales

La tabla 4 consolida los requisitos para faros de baja intensidad de acuerdo a la norma ECE-R48 donde se destaca como principal factor la visibilidad, donde se debe cumplir 10° hacia el interior y 45° hacia el exterior. Lo anterior para mejorar la visibilidad de los conductores.

Nota: Los faros y la óptica deben estar homologados con la inscripción DC o DCR en el faro (normativa ECE/99).


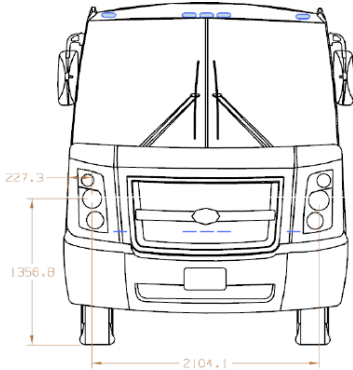
Para los faros de alta intensidad se hace un extracto de la ECE-R48 (ver tabla 5).

La tabla 5, los faros de alta intensidad en el apartado visibilidad como requisito crítico define 5° en todas las direcciones, este se podrá revisar cuando se utilice el regloscopio al momento de la alineación.

Nota: en el apartado 6.1.9.2 la intensidad máxima se obtendrá sumando las marcas de referencia individuales que se indican en los varios proyectores. El valor de referencia "10" tiene que ser atribuido a cada uno de los faros que llevan la marca "R" o "CR".

Tabla 5. Normatividad para alineación de faros de alta intensidad para autobuses de acuerdo a la ECE-R48 [7].

2.2.1.8 Análisis de la regulación FMVSS 2007 No. 108 Federal Motor Vehicle Safety Standards

		
Normatividad para faros de alta intensidad		
	ECE- R48 sección 6.1 , ECE- R98 UND ECE- R112 (ECE- R123 contiene condiciones más especiales)	
	Presencia ECE-R48 § 6.1.1	Obligatorio para todas las clases de vehículos de pasajeros
	Número ECE-R48 § 6.1.2	2 o 4 unidades, para los vehículos 3 máx. 6 unidades
	Color ECE-R48 § 5.15	Blanco
	Posición de ancho ECE-R48 § 6.1.4.1	No hay regulaciones específicas, sino instalarse de modo que el conductor no está deslumbrado por reflejos
	Posición en altura ECE-R48 § 6.1.4.2	No hay regulaciones específicas
	Visibilidad ECE-R48 § 6.1.5	5° en todas las direcciones
	Conexiones eléctricas ECE-R48 § 6.1.7	Los faros de carretera sólo pueden ser encendidos ya sea al mismo tiempo o en parejas. Si se instalan dos faros de carretera adicionales, entonces no hay más de dos pares que pueden ser encendidos al mismo tiempo. Durante la transición de la luz de cruce a luz de carretera, por lo menos 1 par necesita estar encendido para luz de carretera. Durante la función de luz de cruce, todas las luces de carretera tienen que apagar al mismo tiempo.
	Luz testigo ECE-R48 § 6.1.8	Obligatorio
	Otras regulaciones ECE-R48 § 6.1.9	La intensidad luminosa de las lámparas de carretera conmutables debe no exceder de 430.000 cd. La suma de los números de referencia no debe ser mayor que 100

Por otra parte la FMVSS 2007 No. 108 Federal Motor Vehicle Safety Standards Lamps, Reflective Devices, and Associated Equipment; National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), DOT [8] hace regulaciones de lámparas dispositivos reflectantes y equipo asociado, turismos, vehículos de pasajeros, camiones, autobuses, remolques, (excepto los remolques y plataformas de conversión de polos del remolque), y Motocicletas (Efectivo 1-1-68 para vehículos 2,032 mm (80 o más pulgadas) de ancho y eficaz 1-1-69 para todos los demás vehículos).

Específica los requisitos (ver tabla 6) para lámparas originales y de reemplazo, dispositivos reflectantes y equipo asociado. El propósito de FMVSS No.108 es reducir en tráfico los accidentes y las muertes y lesiones derivadas de los accidentes de tráfico, proporcionando una iluminación adecuada de la carretera, y para mejorar la visibilidad de los vehículos de motor por las vías públicas de manera que su presencia se perciba y se entienda sus señales, tanto en la luz del día y en la oscuridad, o en otras condiciones de visibilidad.

Tabla 6. Normatividad para alineación de faros para autobuses de acuerdo a la FMVSS No. 108 [8].

APARTADOS PARA LA NORMA FMVSS No. 108 PARA AUTOBUSES		
APARTADO	REQUERIMIENTO	OBSERVACIONES
12.1.1.2	Numero de faros	2 piezas
12.1.1.3	Color de la luz del faro	Blanca
12.1.1.4	Montaje ubicación/Altura	En o cerca de la parte delantera, a la misma altura , simétricamente alrededor de la línea central vertical, tan distantes como sea posible No menos de 15 pulgadas, ni más de 83 pulgadas de ancho
12.1.1.6	Haz luminoso proyectado en el área del lente (sq. mm)	2, 032 mm o más del ancho total 7500 (Ver Tabla IV of FMVSS No. 108)
12.1.1.7	Visibilidad	La visibilidad será de al menos 1 250 milímetros cuadrados para el método de área de la lente o emitir 0,05 candelas. S6.4.4 of FMVSS No. 108
12.1.1.8	Indicador de encendido de luces en tablero	Si el indicador se encuentra en el interior del vehículo debe emitir una luz de color verde y debe tener una superficie mínima equivalente a un 3.16 in de diámetro.
12.1.1.12	Radio, direccionales	Para un autobús de 2.032 mm o más en anchura total, si la luz de cruce combina con una lámpara de señal de giro frontal, la intensidad luminosa de la lámpara de señal de giro frontal en cada punto no debe ser inferior a la intensidad luminosa de la luz de estacionamiento o luz de gálibo. Ver Tabla VI de FMVSS No. 108.
12.1.1.13	Fotometría	El elemento fotómetro deberá estar situado a una distancia de 100 pies desde el dispositivo de prueba. Ver tabla VI of FMVSS No. 108

La tabla 6 indica los requisitos tomados como referencia para el proceso de alineación de faros, destacando la visibilidad de un faro con 1,250 mm² ó 0,05 Cd de acuerdo con la FMVSS No. 108. Se añade un elemento a destacar la fotometría, son requisitos en la manufactura de los regloscopios conforme a tablas establecidas por la misma norma.

2.2.1.9 Análisis de la entrevista a Valencia Ángel

Para Valencia Ángel [9] la manufactura flexible en el proceso de iluminación de un autobús Volvo es un tema de seguridad, comenta que la mayor parte de la producción de autobuses es para el mercado nacional, así como para E.U y Canadá. El transporte de pasajeros implica consideraciones diferentes al de mercancías, puesto que no

supone un incremento final de un producto, sino que es considerado como un servicio o como un elemento de consumo final. Desde el punto de vista laboral, el transporte de pasajeros resulta de gran importancia por la incidencia del factor mano de obra dentro del proceso productivo, el cual debe cumplir con ciertas características para ser competitivo.

1. Un sistema de transporte eficiente potencia crecimiento económico.
2. Reducir costos de producción.
3. Aumentar productividad e ingresos.
4. Fomentar la integración externa e interna del proceso productivo.
5. Contribuye a mejorar la calidad de vida y destreza laborales de las personas.
6. Desarrollo y crecimiento para la nación.

El ingeniero de transportes debe planificar, diseñar, ejecutar, operar y administrar el sistema de transporte de manera que la movilización de personas se realice de manera más segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente.

La ingeniería en la industria automotriz aplicada en ensamble de autobuses es importante ya que antes de producir un autobús, ha de planearse, su desarrollo y validación con exactitud, la fabricación con eficiencia y seguridad. Es ahí donde el ingeniero actúa con responsabilidad y aplicación de los conocimientos que describen este proceso, denominado Ingeniería Simultánea.

Los centros productivos están identificados con una nomenclatura VOV XX, por lo que el VOV 24 para el ensamble de luces exteriores, faros y faros niebla para todos los modelos. Para esta, estación de trabajo, donde los operarios cuentan con procedimiento para alineación de faros mediante un regloscopio cumpliendo los requisitos de la normatividad Norteamericana FMVSS 108, la fijación la hacen de forma individual e integral en los módulos delanteros, los faros (ver figura 8) que se colocan deben cumplir con una homologación, y los soportes son de acero, de ahí se atiende solo una unidad

por línea de producción, y el ajuste se hace manual de acuerdo a lo que dicta el dispositivo alineador, el tiempo promedio entre ensamble y alineación oscila entre 12 a 15 minutos, los registros de luxes son descargados en una tarjeta viajera de acuerdo al dígito verificador de la unidad, la seguridad es lo primero ya que siempre se evalúan los resultados con el área de postventa y se mide la satisfacción del cliente, antes de lanzar una unidad al mercado se pasa por un proceso de homologación general donde se valida la normatividad que fue requerida.



Figura 8. Faros para modelo 9700 Select Volvo [9].

La figura 8 muestra un faro de led para modelo de autobús 9700 Select el cual cumple con las características de iluminación de ingeniería Volvo para el segmento de autobuses foráneos.

2.2.1.10 Análisis de la entrevista a Cruz Fernando

Por otro lado, Cruz Fernando [10] comenta sobre la alineación de faros en la línea de ensamble que AYCO es una compañía enfocada a la elaboración y producción de carrocerías de autobuses y camiones de pasajeros. Está ubicada en Huehuetoca, Estado de México, es responsable de la producción de algunos de los modelos más populares en el transporte urbano de pasajeros en México, entre los que destacan: el Zafiro, instalado sobre chasis MBO de Mercedes-Benz, el International 4700 SD de 8 y 9 metros de longitud; así como el autobús Sigma, con chasis chato y motor delantero y el

Cosmopolitan.

AYCO basa su proceso en el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008, que ayuda a fortalecer sus procesos productivos en sus diferentes módulos de trabajo en su línea de producción.

Cruz Fernando es responsable de uno de los módulos de la parte final de la manufactura de autobuses urbanos, comenta que el proceso de alineación de faros es un proceso que realiza una sola persona con ayuda de un caballete (ver figura 9), "el operador es un eléctrico que sabe hacer su trabajo y sigue al pie de la letra sus instrucciones de trabajo, se las sabe de memoria".

Se revisó las instrucciones de trabajo basada siguiente ciclo de trabajo (véase figura 10):

1. Coloque la unidad con las llantas delanteras a orilla de la línea blanca
2. Encienda los faros; la luz de baja, mueva el templador hasta que el haz luminoso incida en el caballete
3. Coloque la plantilla de acuerdo al modelo que este alineando
4. El haz luminoso debe estar por debajo de la cruz y hacer un ángulo de 45° , al centro de la misma, en ambos faros
5. Encienda la luz alta y haz luminoso debe estar centrado en la cruz, margen de error 10,0 cm.

Se observa la alineación de faros de un autobús modelo zafiro, el cual Fernando comenta "Existen reclamos de los clientes, por faros mal alineados, al área de postventa, por eso se cambia la alineación de luces altas al mismo cuadro". El estudio lo realiza el área de Ingeniería AYCO, sin que pueda mencionar bajo que norma estandarizo la medida para la alineación de las luces altas.



Figura 9. Alineación de faros en caballete AYCO [10].

La figura 9 muestra un caballete tradicional para alinear los faros de manera convencional en la empresa AYCO, teniendo diferentes plantillas de acuerdo al modelo de producción, la distancia está definida por una línea amarilla con un código de colores amarillo para luces bajas y rojo para altas.

Con los comentarios expresados se esquematiza el proceso de alineación de faros para un modelo Zafiro Sport, el cual es un ejemplo del estándar que realizan para el resto de los modelos que carroza la compañía AYCO.



Figura 10. Ciclo de alineación de faros de modelo Zafiro de la empresa AYCO [10].

2.2.2 Resumen comparativo de la literatura revisada

Analizando la literatura relacionada con la propuesta de este proyecto, se puede concluir que para el sector de la industria manufacturera de autobuses, existe un bajo índice de bibliografía para el proceso de alineación de faros de un autobús, no obstante la información se tiene que migrar del sector automotriz, para adecuar las regulaciones al sector de transporte, es rescatable que a través del tiempo las nuevas tecnologías y marcos regulatorios son más exigentes, dicho en otras palabras el mercado demanda estar a la vanguardia para poder alcanzar ventajas competitivas que ayuden a los procesos a ser más esbeltas y robustos, en la tabla 7, se resume las diferentes metodologías y técnicas utilizadas.

En conclusión, se hará uso de la metodología para el cálculo del mapa angular de intensidad de distribución de luz [4] para un faro led como propuesta para el cambio de tecnología de faros que brinden una ventaja competitiva en la comercialización de autobuses. Además, se dará cumplimiento a los tres marcos regulatorios NOM 067 [6], ECE-R48 [7] y FMVSS No. 108 [8] para la alineación de faros.

Tabla 7. Resumen de las metodologías y normas en la literatura del marco teórico.

RESUMEN DE LAS METODOLOGIAS, NORMAS EN LA LITERATURA DEL MARCO TEÓRICO		
Autor/Fuente	Metodología	Relación con proyecto
Karl-Heinz Dietsche	Referencias Europeas para alinear faros de un automóvil	Norma Europea ECE-R48
López Cárdenas Juan Pablo Dávila Marín Porfirio Fernando	Tablero didáctico de un sistema de luminarias Inteligentes	Propuesta esquema mecánico del sistema de luces auto direccionable
Chairez Elías Adrián Wilfrido	Metodología Taguchi	Arreglos Ortogonales
D. Hwang y Eli Peli	Mapa angular de intensidad de distribución de luz, ALIDM	Ecuaciones para caculo de intensidad de un faro LED
Dewar Robert E, Olson Paul	Tecnologías de faros	Propuesta cambio de tecnologia halogeno por LED
Diario Oficial de la Federación	NOM 067	Regulacion Mexicana para alineación de faros
Comisión de las Naciones Unidas Económica para Europa	ECE-R48	Prescripciones para la homologacion de vehículos en lo que respecta a la instalación de iluminación y señalización luminosa
Federal Motor Vehicle Safety Standards	FMVSS No. 108	Regulaciones de lámparas dispositivos reflectantes y equipo asociado, turismos, vehículos de pasajeros, camiones, autobuses
Valencia Ángel	Manufactura flexible en el proceso de iluminación de un autobús Volvo	Alineación con regloscopio de un autobús Volvo
Cruz Fernando	Alineación de faros en la línea de ensamble que AYCO	Alineación metodo convencional de un autobús AYCO

2.2.3 Metodologías complementarias

Para hacer una mejor propuesta del proyecto a desarrollar, se requiere de metodologías que complementen la literatura anterior, para ello vamos a utilizar técnicas y herramientas que refuercen la investigación.

A continuación, se mencionan la aportación al proyecto de cada una de ellas.

2.2.3.1 Benchmarking por Cantú Delgado Humberto

Para Cantú [13] la identificación de los procesos y ventajas competitivas del negocio de la manufactura de autobuses, inicia con la detección de los procesos críticos o vitales para cumplir y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, así como la definición de indicadores apropiados para medir su desempeño, lo cual permite compáralos mediante un benchmarking con otros procesos más competitivos. La comparación ayuda a determinar cuáles son los procesos menos competitivos de la empresa, los que serán sometidos a los procesos de reingeniería. Los cambios de reingeniería no son solamente de índole técnica, si no en gran medida de tipo cultural, por lo que es probable que los individuos presenten resistencia a ellos.

2.2.3.2 Análisis matricial por Cantú Delgado Humberto

Nuevamente Cantú [13] define que este recurso facilita el proceso de identificar los problemas, causas y soluciones, a la vez que sirve para hacer recomendaciones a la administración. La matriz de análisis de datos ordena los datos presentados en un diagrama matricial de tal forma que una gran cantidad de información numérica se puede visualizar y comprender, con mayor facilidad. La relación entre dos elementos se muestra cuantificada en la celda de la matriz. Esta técnica se utiliza para medir el grado de relación que existe entre varios factores.

En algunos casos no es fácil cuantificar el grado de relación entre dos factores, pues no existen datos para ello. Cuando esto sucede, el grupo de trabajo debe asignar un peso relativo a la importancia de cada factor con respecto a los demás, tal como se hace en el QFD cuando se evalúa la importancia relativa de las características del producto de los competidores.

2.2.3.3 Análisis de necesidades por Jorge Diego y Artacho Ramírez

Por otra parte, Jorge Diego y Artacho Ramírez [11] definen que el análisis de necesidades

se refiere al establecimiento de las verdaderas necesidades del usuario. Esta información se puede obtener de diversas fuentes, pero principalmente a partir de un extenso estudio de los informes de organismos representativos, publicaciones sobre datos de mercado (hábitos de compra) o sobre reacciones del consumidor frente a distintos productos, y mediante entrevistas o encuestas preparadas explícitamente. Un cuestionario adecuadamente estructurado puede dar una completa visión sobre las necesidades del usuario.

2.2.3.4 Brainstorming por Hernández Ortuño Bernabé y Caballero Mora Marcela

Desde el punto de vista de Bernabé Hernández y Marcela Caballero [12] las técnicas de creatividad, el brainstorming ("tormenta de ideas") es la más conocida. La comenzó a desarrollar A.F. Osborn en 1938, para la reflexión y toma de decisiones en grupo. Con esta técnica se pretende estimular a un grupo para que, sin ningún tipo de censura, expresen ideas con rapidez por absurdas que estas puedan parecer.

La clave del éxito es la supresión de cualquier crítica a los componentes del grupo. Se trata de que liberen el pensamiento y emitan ideas. Cuantas más, mejor. Se entiende que entre el conjunto de todas las ideas están las buenas y, por ello, no se critican ni descartan a priori ninguna de ellas. Posteriormente se realizará su análisis correspondiente. Una vez registradas las ideas, el grupo ha de tratar de combinarlas y perfeccionarlas hasta dar con la solución al problema.

2.2.3.5 Método de las palabras aleatorias por Hernández Ortuño Bernabé y Caballero Mora Marcela

Continuando con Bernabé Hernández y Marcela Caballero [12] el desarrollo de esta técnica una de las más fáciles plantea asociar cualquier palabra o imagen que proceda fuera del contexto en el cuál se trabaja, obteniendo nuevas relaciones mentales y por ende nuevas ideas en las cuales basar posibles soluciones.

Se desarrolla al extraer una palabra o imagen al azar (Para ello podremos recurrir a

cualquier método que nos dé como resultado una palabra o imagen. Por ejemplo: un diccionario, una bolsa con palabras de antemano, una base de datos existente, un buscador informático, una revista, etc.) Usando la primera palabra o imagen que surja. Esto es fundamental, una vez que tenemos la palabra o imagen elegida, realizaremos una lista de conceptos o relaciones que tengan que ver con ésta, para posteriormente analizar la lista obtenida como posibles soluciones en la resolución del problema a resolver.

2.2.3.6 Despliegue de la función de la calidad QFD por Cantú Delgado Humberto

Para el autor Cantú Delgado Humberto [13] el QDF tiene como objetivo asegurar que se cumplan las expectativas del cliente desde el diseño del producto, pasando por el proceso de manufactura, hasta que es utilizado por el consumidor.

En la planeación de productos y procesos operativos, ayuda a disminuir e incluso a eliminar, las iteraciones de rediseño que se realizan en los métodos tradicionales, ya que incorpora desde el principio los diferentes enfoques que intervienen en la definición de las características de productos y procesos. Esto significa que existen menores posibilidades de que el producto se termine de diseñar tras la retroalimentación que se obtiene del cliente cuando este experimenta problemas de calidad al utilizarlo, lo cual en la actualidad no es aceptable debido a que, ante la gran diversidad de opciones, el cliente no se toma la molestia de informar qué problemas le causa el producto: simplemente se va con la competencia. Por otro lado, la técnica QFD promueve una mejor comunicación y labor de equipo entre el personal que interviene en todas las etapas, desde el diseño hasta la comercialización del producto. Con el paso del tiempo, esta técnica ha recibido otros nombres: la voz del cliente, la casa de la calidad, ingeniería orientada hacia el cliente, matriz de planeación del producto y matriz de decisiones.

El procedimiento completo del QFD abarca cuatro fases:

1. Primera fase, se establece el diseño general del producto; se relacionan y evalúan los atributos requeridos por el cliente con las características técnicas del

producto, lo cual da como resultado las especificaciones de diseño.

2. La segunda fase se realiza la correlación y evaluación entre las especificaciones de diseño y las características de los principales componentes o partes del producto (fase de diseño a detalle), de lo que resultan las especificaciones convenientes para las partes.
3. La tercera fase correlaciona y evalúa las especificaciones de los componentes y las características del proceso de producción (fase de proceso), obteniendo como resultado las especificaciones del proceso.
4. La cuarta fase enlaza las especificaciones del proceso con las características de producción (fase de producción), para obtener las especificaciones de producción más apropiadas.

2.2.3.7 ROI y e-learning: más allá de beneficios y costes por Josep M. Duart

De acuerdo con Duart M. Josep [14] el ROI (Return On Investment) es el cálculo del retorno de una inversión habitualmente expresado en porcentaje. No es un sistema de control de costes que usamos como mecanismo para la reducción de gastos. El ROI, como instrumento de valoración, debe formar parte de la planificación de cualquier acción empresarial y por ello se trata de un mecanismo post ante y no post facto. Se trata, por lo tanto, de la valoración del retorno esperado de una inversión.

La fórmula de cálculo del ROI es simple: Beneficios/Costes.

Si, además, queremos hallar el porcentaje, tan sólo debemos multiplicar el resultado por 100. Pero, detrás de la simplicidad de los conceptos, se esconden muchos matices, especialmente si los aplicamos al campo de la formación y más aún al del e-learning.

El cálculo del ROI se efectúa a partir de los beneficios y de los costes de la acción que estamos planificando, de ahí que hayamos empezado comentando la complejidad y especificidad de estos conceptos aplicados a la formación. A pesar de lo que podemos pensar, el cálculo del ROI presenta más ventajas que dificultades a aquellos que tienen

por responsabilidad la formación en la empresa. Situar la formación al nivel de las demás inversiones y tratarla como tal ayuda a integrarla en las políticas de desarrollo de la competitividad de la empresa y a valorarla como elemento necesario para su implementación.

Los beneficios de la formación van más allá, como ya hemos visto, de los específicamente traducibles en valores monetarios. No debemos por ello dejar de tratar la formación como algo que debe ser medido. Los resultados de una medición establecen puntos de partida para la mejora. El problema debemos situarlo en la fórmula de medida y no en la necesidad o no de aplicarla.

2.2.3.8 Análisis paramétrico por Jorge Diego y Artacho Ramírez

Los autores Jorge Diego y Artacho Ramírez [11] definen que el método fue desarrollado por Hollina y Pugh en 1990 es un método que se emplea para identificar el lugar de un producto dentro del mercado en relación con los competidores, y también para descubrir las relaciones existentes entre los distintos parámetros inherentes al producto considerado. Este análisis implica el estudio de los productos rivales desde una consideración inicial de los datos conocidos a partir de catálogos publicados o extraídos mediante observación directa de dichos productos. El estudio tiene que ver con la búsqueda de relaciones entre parámetros para el área particular del producto en cuestión. Eso se lleva a cabo mediante la representación de gráficas que revelan estas relaciones.

La idea básica es tomar datos de parámetros de varios productos de distintas marcas y modelos de la competencia. Posteriormente, se empiezan a cruzar datos y se representan las relaciones gráficamente. Por último, se observan las gráficas para buscar relaciones que puedan dar pistas a la hora de diseñar.

2.2.3.9 Diseño de experimentos por Cervantes S. Armando y Marques D. S. María José

Por otra parte, los autores Cervantes S. Armando y Marques D. S. María José [15] el término diseño de experimentos hace referencia a una amplia gama de técnicas estadísticas que permiten comparar la igualdad o semejanza entre más de dos medias, o de que no existe efecto de los tratamientos utilizados. En otras palabras, sirve para probar el siguiente par de hipótesis.

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ (no hay efecto de tratamiento)

$H_a: \mu_i \neq \mu_j$, para toda $i \neq j$; $i, j = 1, 2, 3, \dots, k$

Que se lee: H_0 , La respuesta promedio de los k tratamientos de un experimento son estadísticamente iguales o semejantes; contra H_a , al menos un par de respuestas promedio son diferentes entre sí.

El camino más obvio es realizar comparaciones sucesivas de pares de medias mediante pruebas de t-student. Algo que se puede, pero no se debe hacer, ya que existe una regla empírica que establece una disminución en la confiabilidad del análisis, de acuerdo con la siguiente expresión: $\text{Confiabilidad} = (1 - \alpha)^c$, donde α es el nivel de significancia y c es el número de comparaciones. Por ejemplo, si se consideran 4 medias a comparar con una significancia del 0.05, en este caso se tienen 6 posibles comparaciones (1 - 2, 1 - 3, 1 - 4, 2 - 3, 2 - 4 y 3 - 4), entonces se tiene $(1 - 0.05)^6 = 0.735$, lo que implica una confiabilidad del 73.5 % en lugar del 95 % planteado inicialmente.

La técnica estadística que permite probar esta hipótesis, sin perder confiabilidad, es el análisis de varianza, que consiste en dividir la variabilidad total en dos componentes, la variabilidad debida a tratamiento o entre tratamientos, y la variabilidad aleatoria o dentro de los tratamientos. Por último, se comparan estas dos varianzas.

Antes de hablar de variaciones, es necesario recordar que la fórmula de cálculo de la varianza (ver ecuación 4) es:

Ecuación 4. Cálculo de la varianza [15].

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}$$

Es decir, la suma del cuadrado de las desviaciones de cada observación con respecto a su media, dividida entre los grados de libertad de los datos.

Entonces, se tienen tres varianzas en un experimento de este tipo.

1. La varianza dentro de un tratamiento, dada por las desviaciones de cada observación dentro de un tratamiento con respecto a su propia media, dividida entre sus grados de libertad. En términos del análisis de varianza, a este resultado numérico se le conoce como cuadrado medio del error y mide la variación debida al azar ya que en un experimento bien planeado todo el material dentro de un tratamiento debe ser homogéneo.
2. Una varianza total, dada por las desviaciones de cada observación con respecto a la media total o gran media, dividida entre los grados de libertad totales. Se puede demostrar que: Suma de cuadrados total = Suma de cuadrados entre tratamientos + suma de cuadrados del error. A la varianza total se le conoce como el cuadrado medio total.
3. La variación entre tratamientos se mide como las desviaciones de la media de cada uno de los tratamientos con respecto a la gran media, dividida entre sus grados de libertad. Aquí se supone que todas las variables de influencia están bajo control y la única variación se debe al efecto de tratamiento, a este valor se le conoce como el cuadrado medio de tratamientos.

Al tener 2 varianzas (ver ecuación 5), se puede proceder a una prueba de F, para comparar su igualdad si las dos varianzas son semejantes el valor de F es cercano a 1 y se tiene evidencia de que la variación entre tratamientos es muy parecida a la que se presentaría de manera aleatoria, por lo que no hay efecto de tratamiento. Para tener efecto de tratamiento se requiere que la varianza entre tratamientos sea mucho mayor que la varianza debida al azar y entonces, si el valor de F es mucho mayor a 1, se tendría

evidencia estadística para rechazar H_0 .

Ecuación 5. Prueba F para comparar más de dos varianzas [15].

$$F = \frac{\text{Varianza entre tratamientos}}{\text{Varianza dentro tratamientos}} = \frac{\text{Cuadrado medio entre}}{\text{Cuadrado medio Dentro}} = \frac{\text{Cuadrado medio Tratamientos}}{\text{Cuadrado medio Error}}$$

Rechazar H_0 implica que al menos un par de efectos promedio son diferentes, lo interesante es que el ANVA no dice nada acerca de cuál o cuáles pares de medias son diferentes. Para eso se debe recurrir a técnicas de comparación múltiple de medias, las cuales permiten comparar todos los posibles pares sin perder confiabilidad.

Análisis de varianza de un factor (One-Way) o diseño completamente al azar (DCA).

La característica esencial es que se realiza un experimento o estudio donde todas las posibles fuentes de variación o de influencia están controladas y sólo hay efecto de un solo factor en estudio, para el cual se consideran al menos 3 niveles o tratamientos, con n_i repeticiones dentro de cada nivel o tratamiento.

Estructura típica de los datos en el ANVA de un factor (One-Way) hablar de un diseño completamente al azar implica verdaderamente aleatorizar todos los elementos o componentes a participar en el experimento. Por ejemplo, en un experimento de invernadero hay que aleatorizar macetas, tierra y semillas a colocar en la maceta, así como el tratamiento que se debe aplicar a cada maceta. Esto sin contar la o las variables a medir con sus respectivas unidades de medición. Lo interesante es que en un experimento real quedan "revueltos" (más bien aleatorizados) los tratamientos y es hasta que se realiza el análisis estadístico que se llega a la estructura de la tabla 8.

La tabla 8 concentra en una columna los tratamientos o nivel de factor, con los datos muestrales aleatorios se crean las repeticiones de acuerdo al diseño de experimento, al terminar las repeticiones se suman los totales y se procede a obtener la media de los mismos (ver tabla 8).

Tabla 8. Datos típicos para un ANOVA de un factor (One-Way) [15].

Tratamiento o Nivel del factor	Repetición				Totales	medias
	1	2	...	n	$\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$	$\bar{Y}_{i.} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}}{n_i}$
1	Y_{11}	Y_{12}	...	Y_{1n}	$Y_{1.}$	$\bar{Y}_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	...	Y_{2n}	$Y_{2.}$	$\bar{Y}_{2.}$
.
.
.
k	Y_{k1}	Y_{k2}	...	Y_{kn}	$Y_{k.}$	$\bar{Y}_{k.}$

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij} = Y_{..} \quad \frac{Y_{..}}{\sum_{i=1}^k n_i} = \bar{Y}_{..}$$

La tabla del análisis de varianza identifica los cálculos de esta técnica, considerados para complementar las hipótesis resumidos en la tabla 9.

Tabla 9. Análisis de varianza [15].

Fuente de Variación (F.V.)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Grados de Libertad (g.l.)	Cuadrados Medios (C.M.)	F _o
Tratamientos	$SC_{TRATAMIENTOS}$	$k - 1$	$\frac{SC_{TRATAMIENTOS}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRATAMIENTOS}}{CM_{ERROR}}$
Error	SC_{ERROR}	$N - k$	$\frac{SC_{ERROR}}{N - k}$	
Total	SC_{TOTAL}	$N - 1$	—	

2.2.4 Conclusiones del capítulo

La literatura consultada amplía la propuesta de implementación de un dispositivo alineador de faros en la empresa DINA camiones, la infraestructura tecnológica deberá ayudar a resolver los problemas de campo y disminuir los tiempos de proceso para hacer más rentable la operación.

La estructura de la metodología que vamos a emplear concentra técnicas de creatividad como brainstorming, análisis de necesidades, análisis matricial, método de las palabras aleatorias, con la finalidad que un equipo multidisciplinario pueda

seleccionar el mejor equipo que se adapte a las necesidades del problema planteado.

Con la técnica de ALIDM se plantea la propuesta de cambio de faros de halógeno por LED logrando una ventaja competitiva de la empresa.

Se cumplirá el marco regulatorio de las normas que el mercado de autobuses requiere, NOM 067, EC-R48 y la FMVSS No. 108, actualizando las instrucciones de trabajo para los operativos de una forma más amigable e interactiva.

Se desarrolla un análisis paramétrico para probar la probabilidad entre un método convencional y el uso de un regloscopio, se apertura un DOE para probar que la variable de interés tiempo, refleje la asignación de un regloscopio al centro de trabajo que más rentable le sea a la operación, con una simulación del proceso en la manufactura de autobuses.

CAPÍTULO III. DESARROLLO

3.1 Metodología

Con la siguiente estructura (ver figura 11) se sigue la metodología propuesta, e iniciamos el desarrollo de la investigación.

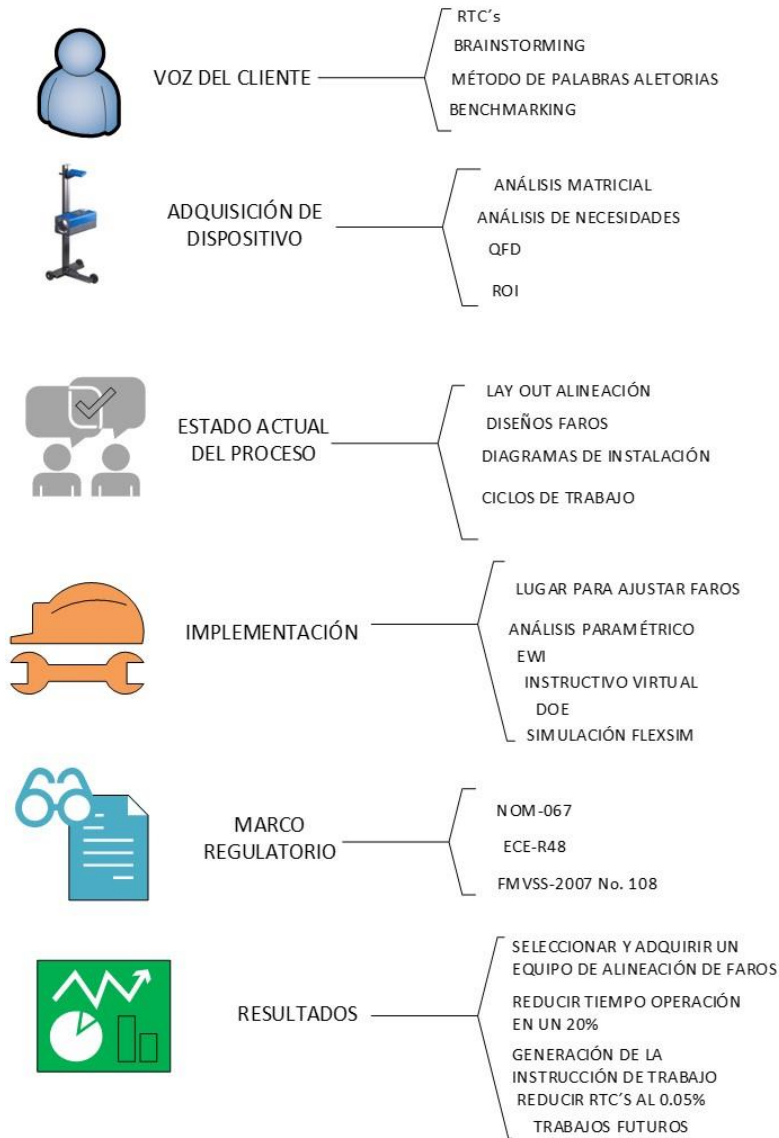


Figura 11. Metodología propuesta.

3.2 Voz del cliente

En la empresa DINA se da un valor excepcional a sus clientes mediante un compromiso hacia la calidad total, diseñando, manufacturando y comercializando autobuses con los más altos estándares de calidad, es por ello que se preocupa por las recomendaciones de nuestros clientes externos e internos en la cadena de proceso.

3.2.1 Reportes técnicos de campo

En DINA se tiene como forma de trabajo dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto por sus siglas APQP, la formación de equipos multidisciplinarios para implementar, mejorar y retroalimentar el proceso de manufactura de autobuses, es por ello que debido a los reportes técnicos de campo por sus siglas RTC, generados por nuestros clientes externos se da a la tarea de resolver el problema relacionados con alineación de faros.

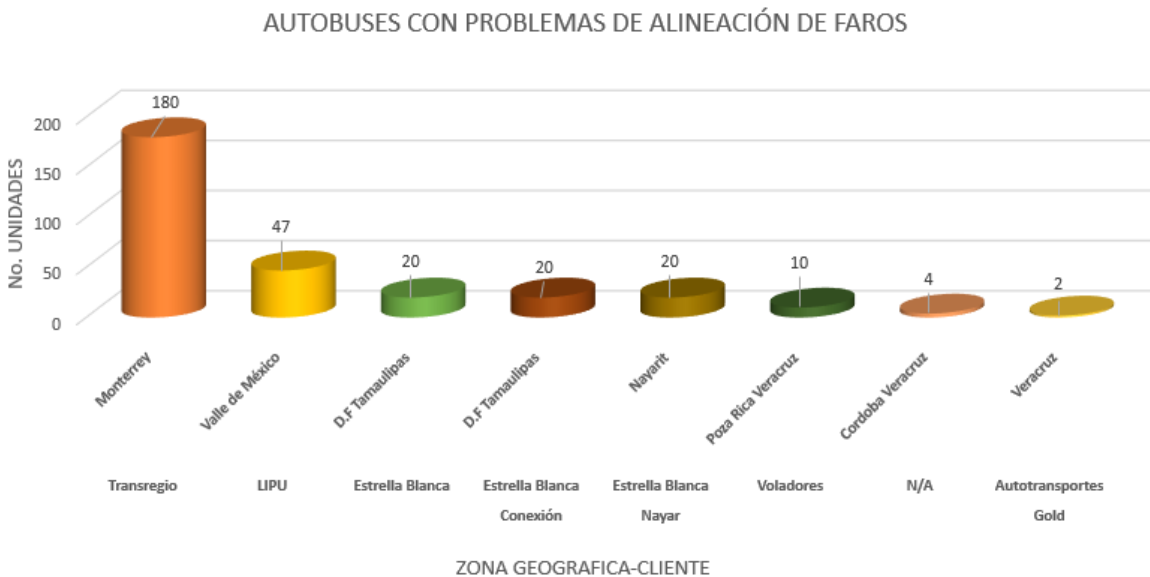
Para nuestros clientes externos el área de postventa, es la encargada recopilar la información, comunicar y pasar a firma con la alta dirección el RTC, para que se pueda asignar al área responsable y esta su vez pueda dar solución, mediante un formato de 8 disciplinas por sus siglas 8D's.

En este caso, se asigna problema al área de calidad para que de soporte y encuentre la causa raíz del problema, además de ser considerado un proyecto de maestría.

La tabla 10 muestra el concentrado de RTC de clientes y en la gráfica 2. Se observa la distribución geográfica por afectación de cliente, por problemas de faros y alineación de faros en su mayoría, en lo que va del año 2010 a 2014, para sumar 8 RTC con diferentes clientes.

Tabla 10. Voz del cliente.

VOZ DEL CLIENTE EXTERNO REPORTES TÉCNICOS DE CAMPO RTC 's							
ITEM	No. RTC	FECHA	MODELO	UNIDADES AFECTADAS	ZONA GEOGRÁFICA	CLIENTE	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
1	42	01/11/2010	Runner 10	4	Cordoba Veracruz	N/A	Luz faros desalineados
2	44	05/06/2012	Outsider	20	D.F - Tamaulipas	Estrella Blanca	Luz faros desalineados
3	66	07/08/2012	Outsider	20	D.F - Tamaulipas	Estrella Blanca- Conexión	Luz faros desalineados
4	133	22/10/2012	Runner 10	2	Veracruz	Autotransportes Gold	Luz faros desalineados
5	95	31/10/2013	Linner	180	Monterrey	Transregio	Luz faros desalineados
6	62	14/11/2014	Runner 10	42	Valle de México	Autobuses rapidos de Monte Alto Miguel Angel Farelas A LIPU	Luz faros desalineados
7	71	24/11/2014	Outsider	20	Nayarit	Estrella Blanca -Nayar	Luz faros desalineados
8	92	09/11/2014	Linner G	10	Poza Rica Veracruz	Voladores	Luz faros desalineados



Gráfica 2. Distribución geográfica faros mal alineados cliente.

Se identifica que 8 RTC afectan 298 Autobuses, de un parque vehicular al 2014 de 3298 autobuses en servicio, lo que indica que tenemos problemas en un 9 % de nuestro parque vehicular, afectando de manera severa a nuestro cliente Transregio con un 61 %, ubicado en Monterrey, Nuevo León y por lo menos cuatro zonas geográficas más con un 37 %.

3.2.2 Brainstorming

Es por ello que se trabaja con un equipo multidisciplinario formado por un representante de cada área para hacer un Brainstorming [12] denominado: Alineador de faros-regloscopio, ¿Cómo hacer su uso más eficaz y eficiente al operador en la línea de producción?

Las áreas participantes son las involucradas en el en proceso de alineación de faros y tienen la inducción de lo que se desea implementar para mejorar el proceso de cambio y alineación de faros de los autobuses.

Áreas participantes en el Brainstorming:

- Ingeniería. Porfirio Robles; Coordinador Sistema eléctrico
- Manufactura. Emanuel Tornel; Ingeniero de Manufactura
- Producción. Efraín Reyes; Coordinador de Producción
- Compras. Patricia García; Comprador
- Calidad. Jesús F. Mendoza T; Facilitador de metodología

En este desarrollo de ideas se centra en un dispositivo para alinear faros, el desarrollo de las ideas oscila en cinco aspectos fundamentales:

- a) Manual-uso para operador el dispositivo.
- b) Características de equipo.
- c) Metodología para el uso del dispositivo.

d) Normatividad que cumple.

e) Costo del dispositivo

Con estas directrices de cada uno de los bloques se califica a las ideas de acuerdo a la figura 12 los resultados son retadores ya que se tienen 10 ideas de orden de prioridad 1, lo que significa que en ello se contiene la solución que se estaba buscando, y se puede concluir lo siguiente:

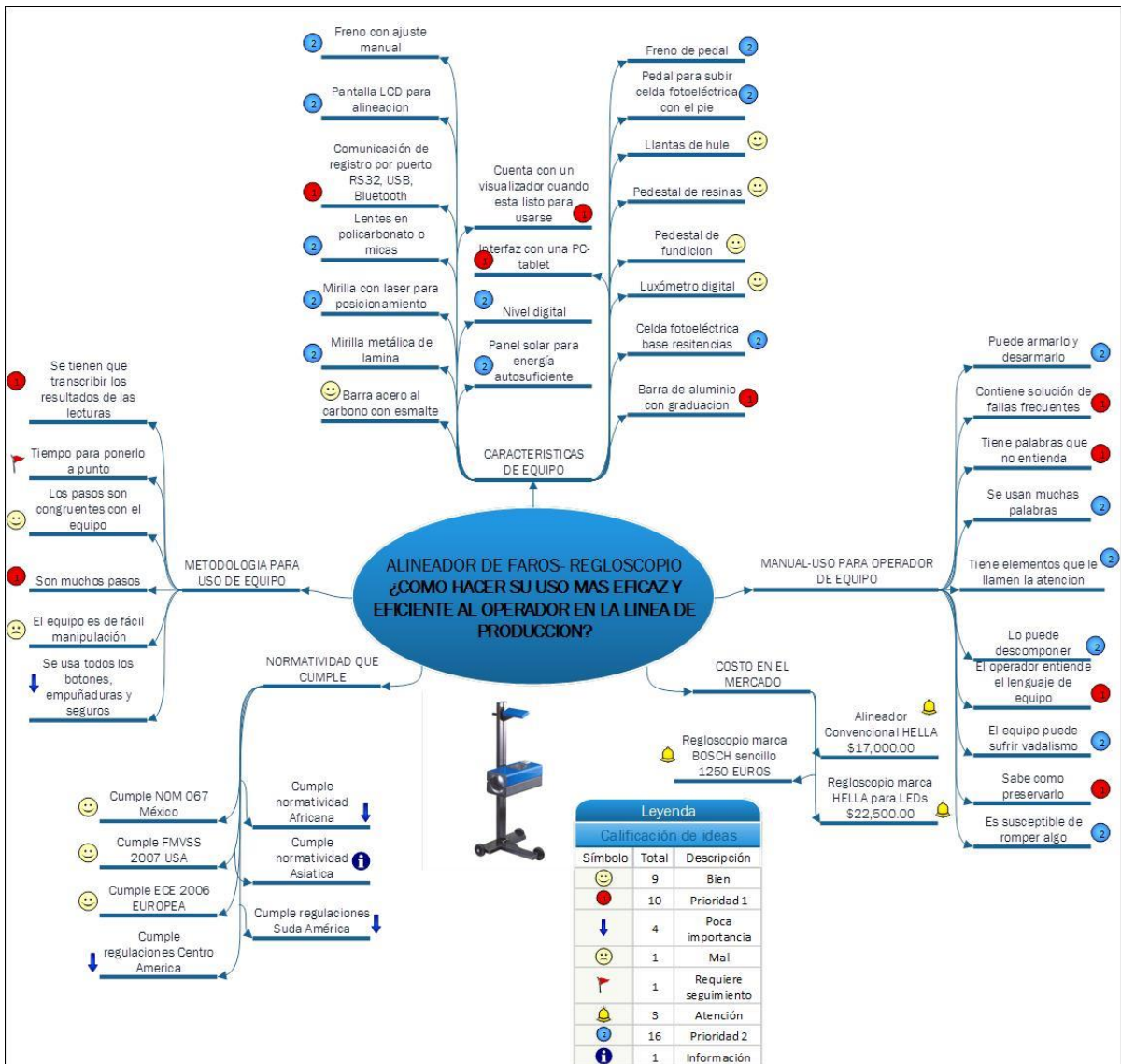


Figura 12. Brainstorming alineador de faros regloscopio.

Conclusiones Brainstorming (ver figura 12)

- a) En manual-uso de operador debe ser práctico, sin palabras rebuscadas, que describa que hacer cuando se presenta una falla en el dispositivo y una manera sencilla de como preservar.
- b) En la parte de materiales del dispositivo, este debe ayudar a satisfacer necesidades que faciliten su manejo, que tenga interfaz con una PC o Tablet, que la barra esté graduada para alinear más rápido, que puedan enviar datos por medio de bluetooth y que el equipo emita una alarma cuando está listo para su uso.
- c) La metodología para uso debe de describir poca secuencia de pasos y que no pierda tiempo el operario en transcribir datos.

El resto de las ideas calificadas se quedan en segundo grado hasta no demostrar que la prioridad asumida funciona de acuerdo a lo planificado.

3.2.3 Método de las palabras aleatorias

Para reforzar la técnica de Brainstorming se selecciona el método de palabras aleatorias [12], ya que es una buena técnica de pensamiento no direccionada, que da un enfoque diferente de ideas que contribuyen a mejorar la implementación de un dispositivo alineador de faros en la línea de producción de autobuses.

Se selecciona un témplate de palabras (ver figura 13) y cerrando los ojos cada uno de los miembros del equipo multidisciplinario señala con el dedo una palabra al azar, se busca su definición en el diccionario y se añaden palabras clave (ver tabla 11) que puedan convertirse en ideas de mejora o innovación para dar solución a la implementación del dispositivo de alineación de faros.



Figura 13. Témplate método de palabras aleatorias.

Tabla 11. Método de las palabras aleatorias.

METODO DE LAS PALABRAS ALETORIAS		
PALABRA	ATRIBUTOS ASOCIACIONES	RELACION CON PROBLEMA
		DISPOSITIVO ALINEACION DE FAROS-REGLOS COPIO ¿COMO HACER UN USO MAS EFICAZ Y EFICIENTE PARA EL OPERADOR EN LA LINEA DE PRODUCCION?
ELEGANTE	Distinto	Tiene que adaptarse a una línea de producción y no a un taller
	Buen gusto	El regloscopio debe ser lo suficientemente capaz de hacer el trabajo sin menos operaciones del operador
	Sencillo	No el más caro siempre es la mejor opción, debe tener lo mínimo necesario para hacer la actividad
RAPIDO	Gran velocidad	El equipo debe realizar la operación en el menor tiempo posible
	Invierte poco tiempo	El operador en su manejo debe hacer el menor número de pasos posible para ponerlo a punto
	Ágil	Que se pueda mover de una línea a otra sin tener una infraestructura costosa
COMPAÑERISMO	Relación amistosa	Siempre debe haber interacción hombre-maquina
	Colaboración	Debe haber una interacción entre quien diseña el proceso la metodología y el entendimiento del operador
	Solidaridad	La relación de empatía ingeniero-operador debe prev alecer para definir las operaciones
BARATA	Poco dinero	El costo del equipo debe ser competitivo y escalable
	Poco esfuerzo	No necesitamos invertir dinero para poder mover el equipo de una línea a otra
	Precio bajo	No siempre el dispositivo que cuesta menos es la mejor opción, hay que valorar sus características
RELEVANCIA	Importante	Las posibles fallas que pueda tener el equipo deben estar descritas y la manera de resolverlas de una manera fácil que el operario entienda
	Significativo	Debe haber un poka yoke que ayude al operario siempre a definir cuando la alineación fue hecha correctamente y que no deje pasar fallas
	Destacado	El regloscopio debe ser competitivo y tener una ventaja competitiva con respecto a los competidores

Conclusiones del método de las palabras aleatorias

Esta técnica nos ayuda a tener nuevas ideas fuera de contexto, que en la anterior técnica no se consideraron, lo más sobresaliente es que se generaron nuevos aspectos a considerar:

- a) El Regloscopio que se seleccione debe ser, no el más económico, pero sí el más eficiente que ayude al operador hacer el trabajo rápido.
- b) Nace una nueva idea, la relación hombre-máquina, la empatía se muestra por primera vez para que haya una relación entre quien diseña la operación y quien la realiza.
- c) Y una tercera, debe haber un punto a prueba de errores para que el error humano sea disminuido al mínimo en la operación.

3.2.4 Benchmarking

De acuerdo a las cotizaciones recabadas por el área comercial DINA desea adquirir un regloscopio que cumpla con requisitos normativos de la NOM 067, ECE-R48 y FMVSS No. 108, y que su valor comercial sea atractivo para la empresa.

El área de compras DINA solicita cotizaciones a proveedores, para generar un cuadro comparativo (ver tabla 12) considerando proveedores que son líderes en el mercado de equipos de alineación de faros, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 12. Cuadro comparativo alineadores de faros.








CUADRO COMPARTIVO PARA ALINEADORES DE FAROS			
DESCRIPCIÓN	MODELO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	COSTO
Nivelador de faros	Hella código 007 732-221	Nivelador con 3 funciones para luz alta, baja y luz de neblina. Con columna para tecnologías LED, Halógeno y Xenón. Capacitación en sitio.	\$17,000.00
Alineador de faros	Bosch código 0684100920	Equipo para alinear faros LED, Xenón y Halógeno, muestra rango de falla . Soporte en línea, con luxómetro y fodiados.	\$23,400.00
Alineador de faros	Tecnolux código 12 999	Con contrapesó en pedestal, caja óptica acabado en aluminio, barra graduada, puerto RS232 y USB, servicio de soporte en línea.	\$21,500.00

Los tres equipos que integran el cuadro comparativo de la tabla 12 tiene características diferentes el primero, brinda ventajas técnicas al poder alinear faros de Halógeno, Xenón y LED su valor comercial es bastante atractivo, la pantalla es analógica con capacidad de retener datos en la memoria interna del equipo , el segundo realiza lo mismo y añade un display que permite observar los grados de alineación, así como los límites de rango para detectar más fácilmente los errores de alineación, el tercero también alinea faros de los tres tipos, es compatible con la PC mediante puerto RS232 y contiene una memoria interna para almacenar datos, la visualización de la pantalla es analógica.

DINA para cumplir el marco normativo de la NOM 067[6] con respecto a su competencia hace un cuadro comparativo para ver que productor de autobuses urbanos emplean un dispositivo alineador de faros (ver tabla 13), regloscopio y norma que aplica.

El área de ingeniería de ventas de DINA es la encargada proporcionar estos datos en la entrevista realizada con su titular Antonio Nájera [16], donde comenta que DINA no está dentro del marco regulatorio de acuerdo a NOM 067[6] y tampoco cumple con los requerimientos de la Secretaria de Movilidad y Transporte del gobierno del D.F.

Tabla 13. Benchmarking autobuses método alineación.

BENCHMARKING DISPOSITIVO ALINEADOR DE FAROS AUTOBUSES URBANOS			
EMPRESA	ARQUITECTURA	METODO	NORMA
DINA		Convencional	Ninguna
AYCO		Convencional	Ninguna
VOLVO		Regloscopio	ECE-R48-FMVSS 2007 No. 108-Reglamento de transporte del D.F
BLUE BIRD		Regloscopio	FMVSS 2007 No.108-Reglamento de transporte del D.F
MERCEDES BENZ (URBANOS)		Convencional	Ninguna
BECCAR		Convencional	Ninguna
POLOMEX		Regloscopio	FMVSS 2007 No.108-Reglamento de transporte del D.F

En resumen, de la tabla 13, el equipo alineador de faros en conjunto con el método empleado muestra que DINA ocupa el método convencional carente de la aplicación de una norma, nuestros principales competidores nacionales como Volvo y Polomex, cumplen con la normatividad de un regloscopio, abriendo la oportunidad para regular esta debilidad de la compañía y cumplir con la normatividad requerida como la NOM 067 [6].

3.3 Adquisición de dispositivo

DINA está en constante renovación en sus procesos de manufactura, es por ello que busca la innovación en sus autobuses, desarrolla nuevos proyectos en los cuales tiene participación del Gobierno del estado de Hidalgo y los recursos destinados por Conacyt, DINA es una de las empresas que obtuvieron apoyos de los programas de estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación y del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (*Fordecyt*).

Dentro del presupuesto 2014, el área de calidad por parte del área de metrología hace uso de los recursos para la adquisición de equipos que contribuyan a asegurar y desarrollar la calidad de los nuevos proyectos bajo el marco regulatorio que aplique.

Al final de este capítulo se selecciona el equipo alineador de faros con el cuadro comparativo de la tabla 11 con la ayuda de las técnicas de creatividad aquí descritas, que contribuyen a tener un panorama para la mejor elección.

3.3.1 Análisis matricial

Esta técnica se basa en la construcción de una matriz (ver tabla 14) con las principales marcas de alineadores de faros que están a la vanguardia en el mercado, colocadas en el eje horizontal, y las necesidades de la planta como requisitos que se esperan del alineador de faros, colocados en el eje vertical. La matriz se complementa con los datos obtenidos de las fichas técnicas y cotizaciones solicitadas a las marcas que se indican.

La matriz se realiza con las marcas de alineadores de faros más conocidas tomando como referencia lo que utiliza la competencia, siendo los más representativos los de marca Hella, líder en sistemas de iluminación a nivel mundial, Bosch hace aplicaciones de regloscopios en la industria automotriz y Tecnolux se coloca como líder en optimizaciones en los procesos industriales.

A continuación, se muestra el modelo matricial desarrollado.

Tabla 14. Análisis matricial.

ANÁLISIS MATRICIAL MARCAS ALINEADORES VS NECESIDADES PLANTA				
ITEM	MARCAS ALINEADORES	HELLA	BOSCH	TECNOLUX
	NECESIDADES PLANTA			
1	Consumo de energía	Existen con batería independiente de litio, no requieren corriente eléctrica	Requieren corriente eléctrica para interfaz con pantalla, luxómetro con baterías independientes	No requiere corriente eléctrica, trabaja con baterías independientes
2	Interfaz con PC	Tiene puerto RS232, también hace comunicación con PC por bluetooth y USB.	Tiene comunicación inalámbrica, hay comunicación con PC por puerto RS232, USB e impresora integrada	Tienen modulo receptor para PC, hay modelos con bluetooth y pantalla touch screen
3	Lenguaje de equipo en español	Lenguaje de operación en español- Ingles-alemán	Indicaciones en ingles con manual de operación en español	Indicaciones en cinco idiomas
4	Fácil en su operación	Fácil manejo, movimientos manuales, lecturas digitales y analógicas	Se mueve de manera manual, existen de manejo automático por interfaz PC	Los iconos en equipo son amigables para su operación
5	Que sea refaccionable	Los modelos SEG IV, V y economic contienen partes a fin	Las partes son de equipo original, cualquier cambio requiere soporte técnico	Su gran variedad de modelos hace que sus partes se puedan solicitar rapidamente
6	Errores en la operación	Contiene iconos, codigo de colores y alarma auditiva que disminuyen el riesgo de interpretación de resultados	Son digitales, son amigables pero susceptibles a dañarse	Tiene iconos y alarma auditiva, los hay complejos por sus valores en pantalla, y facil lectura
7	Peso menor a 50 kg	Son ligeros, con peso menor a los 50 kg en todos sus modelos	En algunos modelos el pedestal y el equipo lo hacen pesados ligeramente cercanos a los 50 kg	Por su manufactura en algunos modelos en aluminio los hace liviano con peso menor a 50 kg
8	Alinea faros halógeno, xenón y LED	Por su configuración son integrales alinea faros halógeno, xenón y LED	Por su configuración hay individuales para alineación halógeno y xenón, e individuales para LED	Por su configuración son integrales alinea faros halógeno, xenón y LED
9	Cumple con normas americanas y europeas	Cumple con normatividad europea y americana	Cumple con normatividad americana, en algunos modelos son especificos europea y americana	Cumple con normatividad europea y americana
10	Costo menor a \$20,000.00 M. N.	El modelo SEG IV y SEG V su valor es menor a los \$20,000.00 y modelo SEG economy por arriba de los \$20,000.00	Su valor comercial esta por encima de los \$20,000.00	Su valor comercial esta por encima de los \$20,000.00

En resumen, la tabla 14 muestra el análisis matricial con ventajas y desventajas de un alineador de faros, además se hace una introducción a las principales características de los equipos, destacando que son fáciles de usar, con iconos y alarmas sonoras que nos ayudan con advertencias para hacer un buen uso del alineador, son livianos y cuentan con interfaz con la PC, tienen comunicación vía bluetooth y otros mediante USB, algunos cuentan con sus propios impresos, la energía que emplean es mínima mediante pilas recargables, y el valor se ajusta en algunas marcas al presupuesto asignado, en todos las marcas cumplen con las normatividades requeridas europeas y americanas.



Las necesidades de planta posteriormente nos van a servir para identificar las entradas de los “que” del QFD.

3.3.2 Análisis de necesidades

Como contexto general se realiza una serie de preguntas técnicas para implementar un dispositivo de alineación de faros y armonizar entre las áreas involucradas [11], Manufactura, Ingeniería, Producción, Calidad y Compras, las principales características técnicas, funcionales, costo e impacto que puede tener el equipo en la línea de producción.

En la tabla 15 se muestra los puntos importantes que debemos conocer del equipo de alineación de faros.

Tabla 15. Análisis de necesidades.

ANÁLISIS DE NECESIDADES DE UN ALINEADOR DE FAROS REGLOSCOPIO			
INTRODUCCIÓN			
NOMBRE DEL OBJETO	REGLOSCOPIO	¿PUEDE UTILIZARSE PARA OTRAS FUNCIONES DISTINTAS DE LA PRINCIPAL?	No.
¿TIENE OTROS NOMBRES?	REGLOMETRO, ALINEADOR DE FAROS	¿CUÁL ES LA FUNCION DEL OBJETO?	SE EMPLEA PARA ALINEAR FAROS DE AUTOS, AUTOBUSES, TRANSPORTE DE CARGA
ANÁLISIS FORMAL	ANÁLISIS FUNCIONAL	ANÁLISIS TÉCNICO	ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO
<p>Color: Azul/Negro</p>  <p>Piezas que componen al objeto:</p>  <p>Dimensiones: 1.75 cm de alto 1.65 cm de ancho Tamaño: estándar, depende del modelo</p>	<p>¿Cómo funciona el objeto?</p> <p>Mirilla sirve para tener dos puntos de referencia, luxómetro con celda fotoeléctrica, capta intensidad de luz de faro, base con ruedas para desplazamiento, con la rueda graduada seleccionas el tipo de modelo a alinear, en el plano del lente observas la refracción de luz y alineas faro.</p> <p>¿Qué tipo de energía utiliza para su funcionamiento?</p> <p>Energía mecánica proporcionada por el usuario para mover la celda fotoeléctrica hacia arriba o abajo, energía eléctrica para ver display del luxómetro 9V</p> <p>Riesgos en su utilización Los usuarios pueden golpearse con el pedestal por la forma geométrica que tiene el piso, dañar la celda fotoeléctrica por saltarla con seguros puestos</p>	<p>¿Con que materiales está construido?</p> <p>Una barra de acero al carbono, un pedestal de granito, una célula fotoeléctrica con resistencias, una lente de fresnel, espejo diagnóstico, palanca platfaca de regulación, empuñadora en plástico, una varilla de freno de acero al carbono y tres llantas de nylamid, una mirilla de lámina calibre 12.</p> <p>¿Cómo se ensamblan sus piezas?</p> <p>En la barra se introduce la celda fotoeléctrica, soporte de la mirilla y a su vez la barra cuadrada se inserta en el pedestal de granito que da soporte al cuerpo, el pedestal con la barra se le agregan tres llantas para su desplazamiento con una solera doblada que sirve de freno.</p> <p>Recubrimiento: Se pinta la barra en color negro, la foto celda eléctrica llega en acabado plástico pigmentada en color azul, el pedestal de granito está pintado con un recubrimiento epóxico gris.</p>	<p>¿Cuál es el precio del objeto?</p> <p>El valor comercial va de los \$17,000.00 hasta \$24,000 m.n. dependiendo del modelo, características técnicas del equipo.</p> <p>¿Qué necesidades satisface?</p> <p>La función primordial es alinear los faros de cualquier vehículo automotriz, auto, autobús, transporte pesado, con el alcance de faros de halógeno, xenón y LED</p> <p>¿Qué personas lo utilizan?</p> <p>Las empresas manufactureras de automóviles, autobuses y transporte pesado, los talleres de servicio, los verificadores de gobierno</p>

3.3.3 Despliegue de la función de calidad QFD

Con los antecedentes anteriores RTC, Benchmarking, Análisis matricial, Análisis de necesidades, Brainstorming y el Método de palabras aleatorias, se trabaja para generar un QFD (ver figura 14) [13], que muestre el escenario para la implementación de un dispositivo para la alineación de faros con base en las necesidades de la planta y las principales marcas que manufacturan dispositivos de alineación.

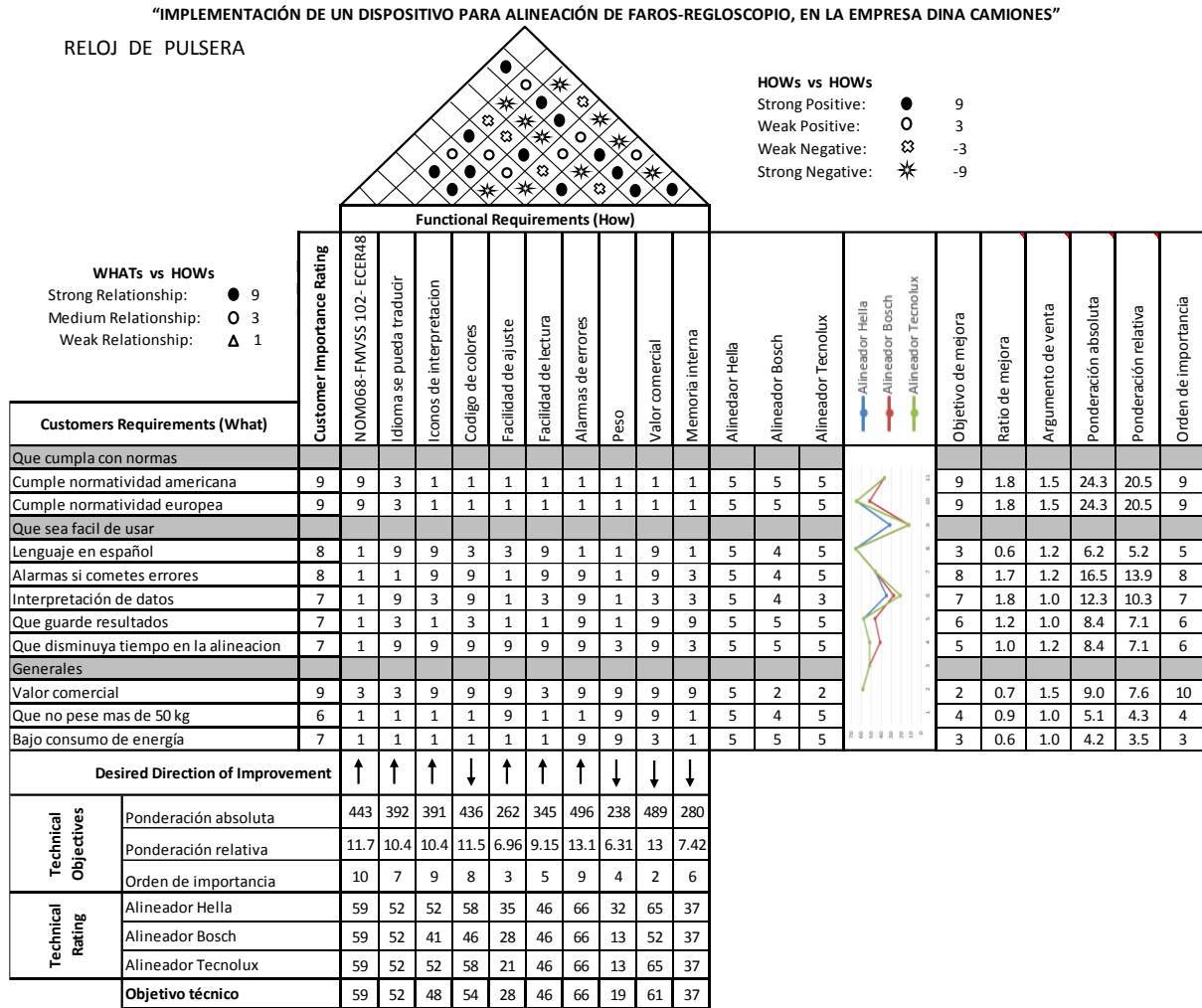


Figura 14. QFD para selección de un dispositivo de alineación de faros.

Desde el punto de vista técnico, el regloscopio debe cumplir la normatividad para la alineación de faros de los autobuses, ya que tiene un orden de importancia 10, este resultado es trazable, las tres marcas cumplen con la normativa NOM, europea y

americana (ver figura 14), de igual manera cabe señalar, que otra de las restricciones de la organización es el valor comercial, ayuda el que contenga alarma visual o sonora que ayude a identificar errores en su empleo. Otra característica significativa es que su manejo esté relacionado con código de colores e iconos para facilitar la interpretación de resultados.

Las marcas Hella, Bosch y Tecnolux en el orden de clasificación tiene una ventaja la marca Hella en cuanto precio, peso y facilidad de ajuste (ver figura 14) en la sección technical rating, el equipo de la serie IV cumple con el precio objetivo, es liviano y tiene la facilidad de ajuste que permite disminuir el tiempo de la lineación.

Con los resultados anteriores de común acuerdo con el equipo multidisciplinario se define la adquisición de un dispositivo marca Hella Modelo Universal serie IV 8PA 007 732, esto se concluye con la ayuda de las técnicas de creatividad que se emplearon anteriormente y que contribuyeron a la selección del alineador de faros.

Ahora se debe de calcular que la adquisición de este equipo cumple con el retorno de la inversión que la empresa tiene como criterio.

3.3.4 Calculo de ROI

Cada esfuerzo realizado por una compañía, en términos de adquisición de herramienta o equipo debe ser medido en términos de conversión y resultados obtenidos a partir de la cantidad invertida en ello y justo eso es lo que hace el ROI.

El ROI (Return On Investment) [14] o retorno de inversión es el valor económico generado como resultado de la implementación de diferentes acciones. Este indicador nos permite medir el rendimiento que hemos obtenido de una inversión.

Para DINA es importante determinar el retorno de la inversión ya que por políticas internas de la compañía se tiene determinado que cualquier retorno de la inversión debe ser menor a un factor de 2.5 años para activos.

La fórmula (ver ecuación 6) y el resultado obtenido para para determinar el ROI está definida de la manera siguiente:

Datos de entrada

Costo de mano de obra por hora = \$302,0

Días Laborables = 254 días

Beneficio obtenido por unidad = 3.95 minutos

Beneficio diario obtenido (6 unidades diarias) = 23.7 minutos

Inversión Regloscopio = \$17,000.0

Ecuación 6. Retorno de la Inversión con límite de tiempo [14].

$$ROI = \frac{\text{Beneficio} - \text{Inversion}}{\text{Inversion}} = ROI < 2.5$$

Sustitución del retorno de la Inversión con límite de tiempo en la ecuacion 6 [14].

$$ROI = \frac{\$30,299.66 - \$17,000.00}{\$17,000.00} = 0.78 < 2.5$$

Se concluye que el resultado de la ecuación 6, transponiendo valores obtenemos que el retorno de la inversión es de 8 meses, por lo cual es viable invertir en el equipo para generar ahorros en la compañía.

3.4 Estado actual del proceso

En la empresa DINA, se manufacturan autobuses urbanos, a diferencia de los autobuses foráneos estos están diseñados para trayectos cortos al interior de las ciudades o recorrer distancias entre pueblos circunvecinos.

El lay out de la planta está definido por centros de trabajos, en los cuales se realizan

todas las operaciones de ensamble de las unidades, en el centro de trabajo C21 definido para la alineación de faros se realiza múltiples actividades, una de ellas es la alineación de faros por un método analógico que consta de un caballete con líneas que sirven para alinear los faros por refracción del haz de luz, ahí mismo con la adquisición de un regloscopio, se capacita a los operarios con una instrucción electrónica de trabajo por sus siglas EWI, para dar paso a una nueva opción de cambio de tecnología aplicada a la operación de alineación de faros, en los diferentes modelos que se procesan en la línea de trabajo.

3.4.1 Layout ensamble faros

En DINA inicia la producción de acuerdo a un layout (ver figura 15) definido previamente, de manera alterna la manufactura inicia en los centros de trabajos H01 y C01, la operación recorre el resto de los centros de trabajos hasta llegar al centro de trabajo C21, donde el área de manufactura responsable de asignar las operaciones, define ejecutar la operación de alineación de faros, la operación la realizan dos operadores para los diferentes modelos que fluyen por este centro de trabajo.

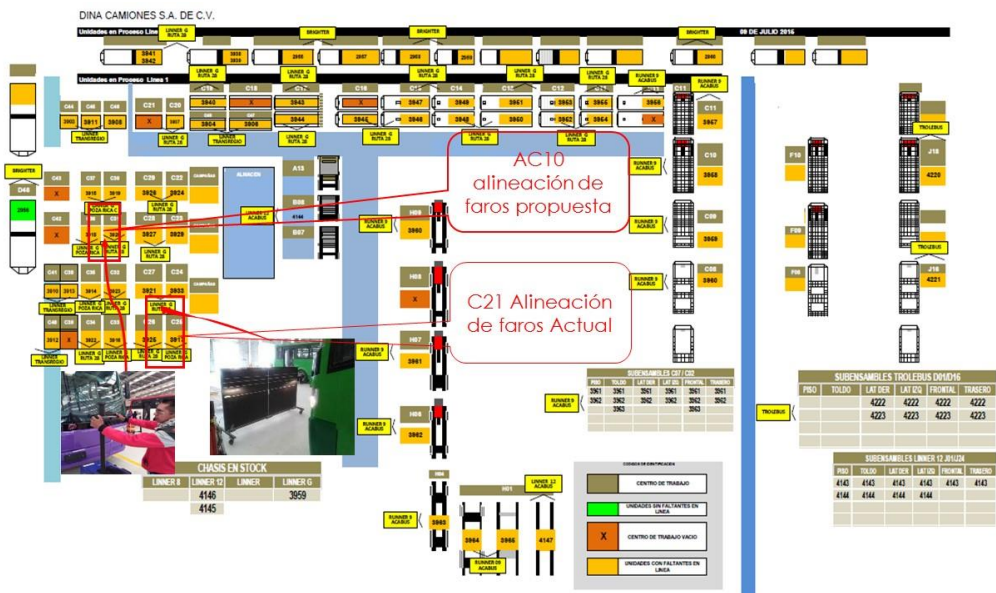


Figura 15. Layout línea de producción planta 1 DINA, alineación de faros [17].

Se considera una modificación al layout actual (ver figura 15), en el centro de trabajo C21 se tienen asignadas 16 operaciones con un tiempo estándar de 280.58 minutos, mientras que por las características de las 2 operaciones que se realizan en C31 o AC10 (nueva codificación de layout) su tiempo estándar es de 56.50 minutos, el resto de los centros de trabajo se descartan ya que por las características de las operaciones se generan interferencias.

3.4.2 Diseños faros

Los diseños particulares para el ensamble de faros se encuentran en la plataforma que DINA utiliza denominado Teamcenter que es software de Siemens, Product Lifecycle Management (PLM) [17]. Los diseños son publicados por el área de Ingeniería (ver tabla 16), para que todos los usuarios puedan acceder, con el fin de ejecutar diferentes tareas.

Los diseños consolidan una lista de partes que a su vez van a conformar un diagrama de instalación, que después se toman como referencia para generar las Instrucciones electrónicas de trabajo, para que los operarios ejecuten las operaciones.

Los faros de acuerdo a la forma estética de los autobuses los podemos agrupar e tres grupos:

- a) Faro paraboloide. La superficie del reflector tiene forma paraboloide. Ésta es la técnica más antigua que se utiliza para la distribución de la luz de un faro. Los podemos encontrar semiesféricos para modelos básicos como Runner, Runner G, Linner, Linner G.
- b) Faro elipsoidales "los de la lupa", así los conoce la mayoría de la gente. Se desarrollaron en los años 80. En ellos, el cristal del faro se sustituye por una lente y el reflector tiene forma elipsoide para concentrar la luz en el foco de esta lente. Tienen la ventaja de ser muy pequeños, lo que los hace ideales para diseñar frontales muy afilados. Estos se emplean en modelos Brighter, Buller y Ridder G.
- c) Faros de geometría libre. La superficie del reflector de los faros posee una forma libremente configurada. Esto quiere decir que sólo pueden calcularse y

optimizarse con la ayuda de un ordenador. El reflector se divide en segmentos que iluminan distintas zonas de la carretera y del entorno. Estos se ensamblan para los modelos Outsider, Linner 12 y Picker.

La tabla 16 muestra una mezcla modelos con las principales características en el ensamble de faros en la gama de autobuses que manufactura DINA.

Tabla 16. Matriz tipo de faros por modelo autobús DINA.

MATRIZ MODELOS INSTALACIÓN FAROS						
MODELO	MODELO FISICO	No. PARTE	DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	PROVEEDOR	FOCO	DISEÑO
Runner 8, 9, 10, G		201019250	DC38000188	Impersealco	Halógeno	
		201019260				
Linner, G		201019250	DC38000167	Impersealco	Halógeno	
		201019260				
Linner 8		20105911B	DC38061106	Hella	Halógeno	
		201059120				
Linner 12		201019250	DC38000213	Hong Kong Ascenda	Halógeno	
		201019260				
Outsider		201019250	DC38000186	Hong Kong Ascenda	Halógeno	
		201019260				
Buller		20105911B	DC38058108	Hella	Halógeno	
		201059120				
Brighter		20105911B	DC38058113	Hella	Halógeno	
		201059120				
Trollebus		20105911B	DC38059238	Hella	Halógeno	
		201059120				
Hustler		201039260	DC08054102	Hella	Led	
Picker		20109374B	DC38000187	Hong Kong Ascenda	Halógeno	
		20109375B				

3.4.3 Diagramas de instalación

En DINA, se busca que la ingeniería se aplique de manera innovadora en los autobuses, por medio de procesos más flexibles, en la plataforma de Teamcenter [17] una vez que se configuran los diseños se crean los diagramas de instalación, así como un modelado tridimensional del mismo (ver figura 16), ambos describen de forma visual un grupo de partes y como cada una de ellas tiene trazabilidad para realizar un ensamble. Se muestra el diagrama de instalación DC38000167 (ver figura 17) para el modelo HTQ 120-R Linner 12 y el DC38000693 instalación de faros y direccionales para el modelo Runner (ver figura 18) ambos modelos son los de mayor producción. Esta metodología se aplica para cada modelo que fabrica DINA.



Figura 16. Modelado 3D HTQ 120-R Linner 12 parte frontal [17].

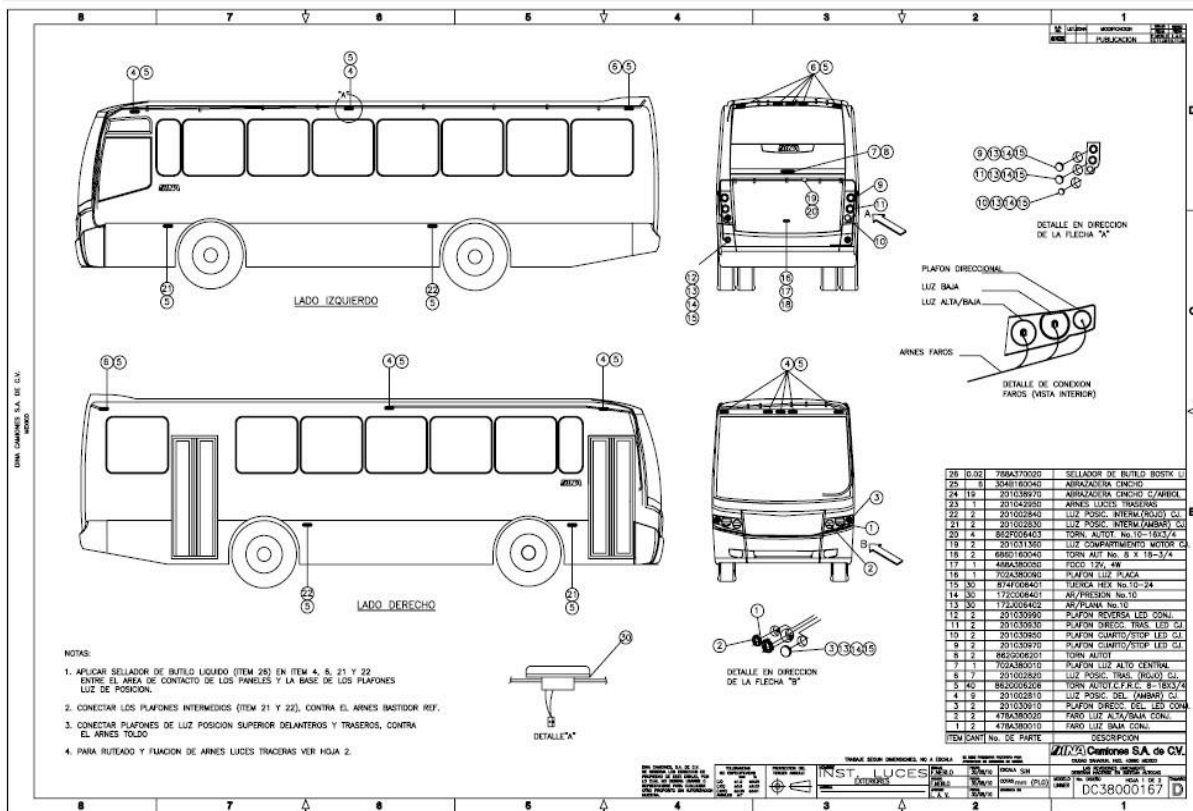


Figura 17. Diagrama de instalación DC38000167 Instalación luces modelo 120-R Linner 12 [17].

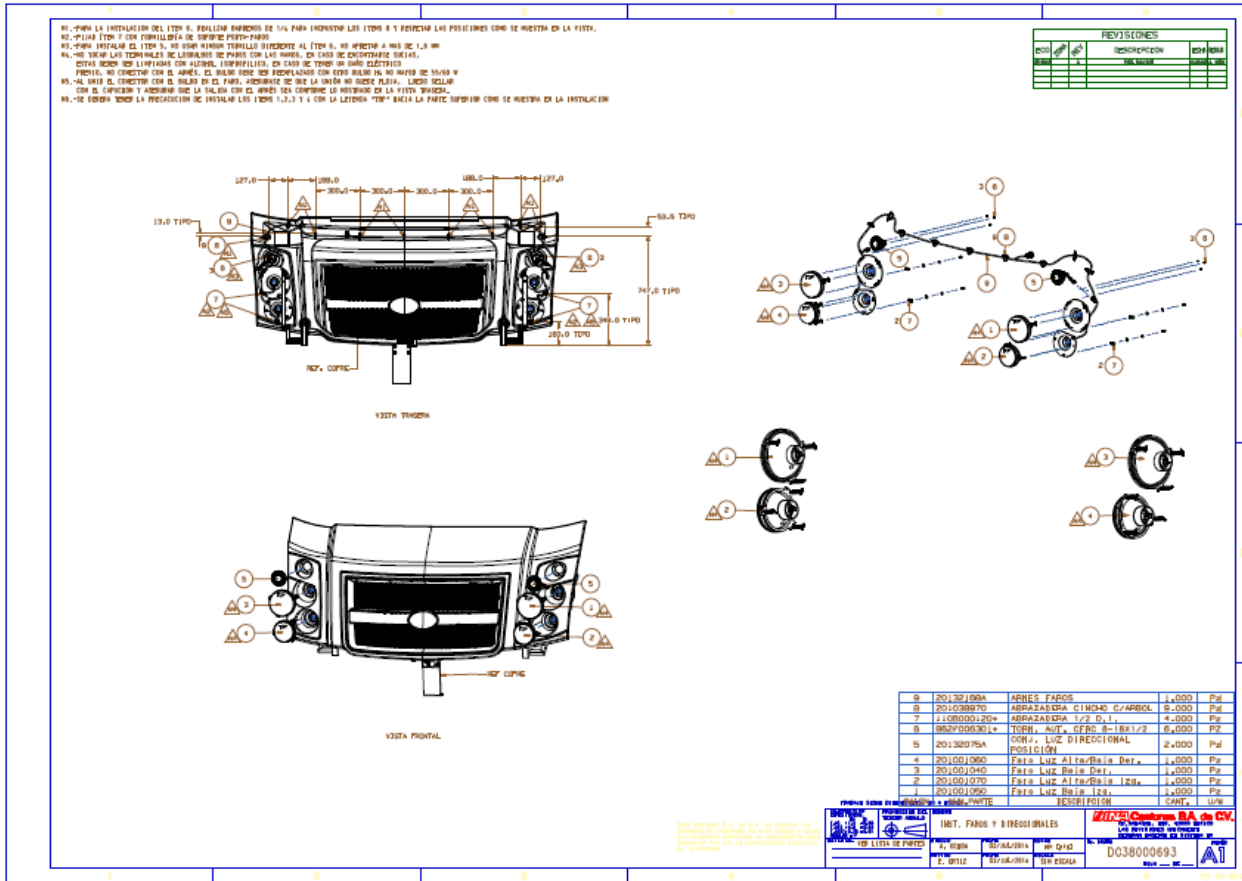


Figura 18. DC38000693 Instalación faros y direccionales modelo Runner [17].

3.4.4 Ciclos de trabajo

Los ciclos de trabajo son instrucciones de trabajo (ver figura 19) donde los operarios leen las actividades que deben desarrollar para realizar los ensambles en la línea de producción, el área de manufactura toma como referencia la información de los diagramas de instalación, agrega máquinas y herramientas para realizar el trabajo, estas instrucciones se difunden al personal operativo y se encuentran disponibles en los puntos de verificación de información en cada centro de trabajo. Estos se actualizan cada vez que el área de Ingeniería da a conocer un aviso de modificación. Se muestra un ciclo de trabajo para el ensamble de luces y alineación de faros para un modelo Linner.



MODELO: HTQ120-R LINNER

CICLO DE TRABAJO
FO-MA-60

CENTRO DE TRABAJO		DESCRIPCIÓN							
J34-J43		ENSAMBLE FINAL DE LA UNIDAD							
NO. OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	DIAGRAMA DE INST.	NO. DE PARTE	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UM	ITEM	UBIC. PISO	AVISO DE MODIFICACIÓN
J341010 INSTALAR FARO FRONTAL LADO IZQUIERDO									
DIAGRAMA DE INSTALACION :									
DC38000218	INST. SOPORTES FAROS								
DC38000213	INST. LUCES EXTERIORES								
		20131343A		Soporte Faro Izquierdo	1.00	PZ	2	J34	AM141320
		20131342B		Soporte Faro	2.00	PZ	5	J34	AM141320
		172C002001		Arandela Presion 3/8	6.00	PZ	6	J34	AM141320
		862D002004		Torn Ch 3/8-16X1.00	6.00	PZ	7	J34	AM141320
		874K002002		Tuerca Hex Autot. 3/8-16	6.00	PZ	8	J34	AM141320
		172J000001		Arandela Plana 1/4 D.I. Zn	8.00	PZ	9	J34	AM141320
		172C000001		Arandela Presion 1/4 Zn	8.00	PZ	10	J34	AM141320
		874F000007		Tuerca Hex 1/4-28	8.00	PZ	11	J34	AM141320
		201019250		Faro Delantero Izquierdo Conj	1.00	PZ	2	J34	AM150618
		201022400		Foco 24V 75/70W Doble Filamento	1.00	PZ	26	J34	AM150618
HERRAMIENTAS									
1	Pistola de impacto								
1	Dado 9/16								
1	Dispositivo para ajuste de faros								
1	Llave matraca 1/4								
PASOS									
1	Colocar el soporte faro (ítem 5) junto con el soporte (ítem 4) y fijar por medio de arandela (ítem 6), tuerca (ítem 8) y tornillo (ítem 7).								
2	Fijar el soporte izquierdo (ítem 2) al soporte de carrocería por medio de arandela (ítem 6), tuerca (ítem 8) y tornillo (ítem 7) tal como se encuentra en el diagrama de instalación.								
1	Colocar el dispositivo de ajuste de faros frente a la unidad								
2	Encender los faros de la unidad								
3	Mover y ajustar los faros haciendo que las luces caigan en su línea correspondiente								

Figura 19. Ciclo de trabajo instalación faros y ajuste faros [17].

3.4.5 Tiempos de alineación de faros

El área de mejora continua de la planta DINA hace levantamientos de los tiempos de operación en cada uno de los centros de trabajo (ver figura 20), con el objetivo de encontrar áreas de oportunidad para reducir tiempo ciclo de trabajo en la línea de producción, de ahí se obtienen los tiempos estándar para el ensamble y alineación de faros que se muestran a continuación. Se toma una muestra en los diferentes modelos para obtener el tiempo estándar, dando como resultado, un tiempo estándar de 11.33 minutos promedio por unidad, indistintamente del modelo seleccionado, esta operación la realizan dos personas.

FECHA: 25/06/2014

CENTRO DE TRABAJO	OPERACIÓN (CICLO DE TRABAJO)	DESCRIPCION
C21	C21100	AJUSTAR FAROS

				RESUMEN PROMEDIO UNIDADES							
				UNIDAD 1		UNIDAD 2		UNIDAD 3			
				TIEMPO REAL	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO REAL	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO REAL	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO ESTÁNDAR	
				CRONÓMETRO	SIN OCIO	CRONÓMETRO	SIN OCIO	CRONÓMETRO	SIN OCIO	PROMEDIO	
C21100	ACTIVIDAD	TIEMPO	RESPONSABLES DE LA ACTIVIDAD	PERSONAS	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
	AJUSTAR FAROS		ANTONIO/MARCO								
	ALINEAR FAROS AJUSTE EN LA ALINEACIÓN			2	12	12				4	
					22	22				7.333333333	
										0	
										0	
										0	
	TOTAL			2	34	34	0	0	0	11.333333333	
			1 HORA 60+		-26	-26					
			2 HORAS 120+								
	TIEMPO CRONÓMETRO										
	TIEMPO REAL										
	TIEMPO DE OCIO	00:00									

Figura 20. Tiempo ciclo promedio para alineación faros.

3.4.6 Alineación de faros

Como se mencionó anteriormente, en DINA la actividad de alineación de faros la realizan dos personas en el centro de trabajo C21, para ello una vez que ensamblan los faros de acuerdo al diagrama de instalación y las indicaciones del ciclo de trabajo, se procede a hacer la alineación de una manera convencional (ver figura 21), colocan la pantalla a 3,0 m de distancia de la unidad en la que se visualizan cuatro marcas transversales y una línea central, montada en un caballete que está a 30,0 cm del suelo con un ancho de 3,0 m, posteriormente, se procede a incidir el haz de luz sobre las líneas, tratando de centrar el reflejo luminoso de ambos faros en la línea transversal, tanto para el faro de luz de cruce como el de alta intensidad.

Se solicitan informes documentales al área de manufactura para determinar bajo que norma se hace el proceso de alineación de faros y quien define la distancia entre el autobús y la pantalla, sin que el Ing. Pablo Suarez [18] coordinador del área de Manufactura pudiera decir de una manera fidedigna de donde obtuvo la información o norma que referencia a este método.



Figura 21. Alineación de faros método convencional.

3.5 Implementación

DINA busca hacer más eficiente la línea de ensamble y se preocupa por las inconformidades de los clientes, por lo tanto derivado de los antecedentes donde se menciona que los faros tienen problemas de alineación, se da seguimiento con el equipo multidisciplinario, y con el alineador de faros recién adquirido al proveedor Hella primero analizando la información e implementando el equipo de alineación en el centro de trabajo de acuerdo a un diseño de experimentos, fortalecido con una simulación para detectar algún cuello de botella o tiempos muertos de proceso, generando las instrucciones electrónicas de trabajo EWI [17], capacitando al personal operativo asignado a la actividad.

3.5.1 Lugar para ajustar los faros

Para realizar un ajuste exacto de los faros es de gran importancia contar con un suelo que presente unas características y un estado determinado. Para ello existe la norma DIN ISO 10604, donde describe de modo específico la superficie de comprobación y donde se indican los grados de tolerancia permitidos.

En DINA se selecciona el centro de trabajo AC10 que cuenta con este requerimiento, para realizar esta comprobación se emplea una CMM portátil brazo faro EDGE para tomar la longitud entre el dispositivo alineador obteniendo un resultado de 0.005 mm y

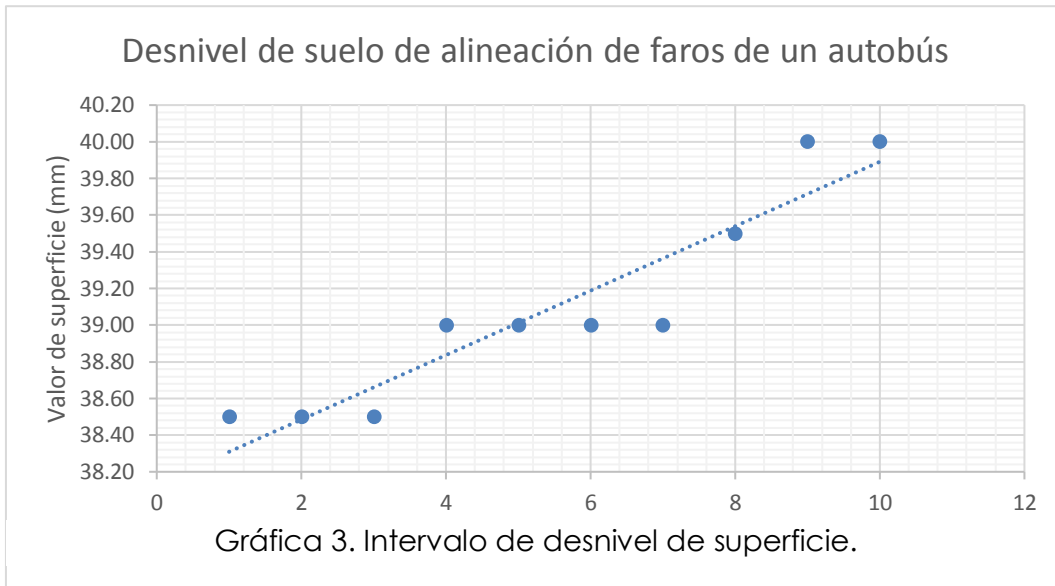
la distancia que tenemos a los faros por medio de un nivel laser y regleta graduada (ver figura 22), y la distancia entre los faros y la longitud del camión para distancia mayor a 8.5 m de acuerdo a norma DIN ISO 10604, de largo de ser posible no debe de exceder de 1.0 m mm/m, con el nivel de laser se obtuvo valores en cada metro lineal en una longitud de 10 m (ver tabla 17) y se muestra en la gráfica 3 y figura 23 el intervalo en 10 m lineales de superficie del piso es de 1.5 mm como diferencia.



Figura 22. Medición de superficie.

Tabla 17. Mediciones de superficie de suelo.

TABLA DE MEDICIONES DE DESNIVEL DE SUELO		
ITEM	DISTANCIA (m)	VALOR (m)
1	1.0	38.50
2	2.0	38.50
3	3.0	38.50
4	4.0	39.00
5	5.0	39.00
6	6.0	39.00
7	7.0	39.00
8	8.0	39.50
9	9.0	40.00
10	10.0	40.00
PROMEDIO		39.10



Con lo cual damos cumplimiento a la norma DIN ISO 10604 donde indica que la distancia del equipo a los faros no puede exceder más de 0.5 mm/m (ver figura 23), el exceder esta tolerancia significa que habrá una diferencia de 10 cm sobre los 10 m (proporción de 10 m por 50 cm: el coeficiente es igual a 20). En un autobús cuyos faros estén montados a una altura de 60 cm, la luz de cruce tiene un alcance de 60 metros (con 1% inclinación = 10 cm de inclinación sobre 10 m de alcance luminoso).

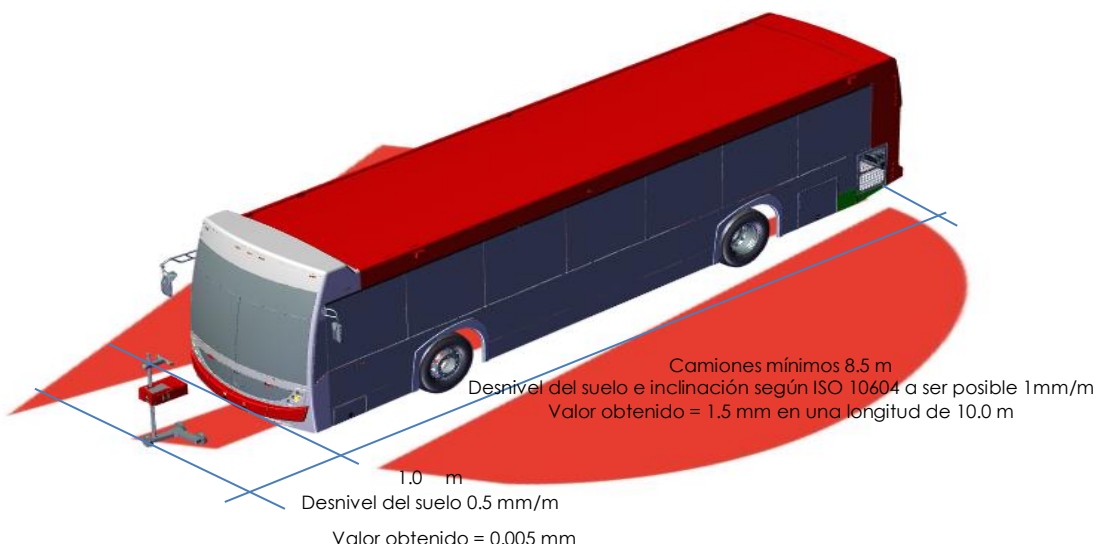


Figura 23. Tolerancias superficie de suelo Norma DIN ISO 10604 para autobús.

Esto significa que la luz del faro podría desviarse unos 60 cm, con ello se hace evidente la influencia que ejerce la superficie de comprobación sobre la distribución de la luz, ya que la diferencia entre el deslumbramiento y conducir casi a oscuras es solo cuestión de milímetros.

Con el resultado obtenido de la figura 23. Se concluye que el centro de trabajo AC10 propuesto cumple con la norma DIN ISO 10604 para asegurar que la superficie del suelo se encuentra dentro de las tolerancias permisibles para un buen desempeño del equipo de alineación de faros para autobuses urbanos.

3.5.2 Análisis paramétrico de un dispositivo para alinear faros

Se realiza un análisis en la línea de producción de DINA empleando el método convencional, un regloscopio marca HELLA, los datos son estimados en la línea de producción de DINA en cinco modelos diferentes de autobuses.

Se utiliza este método ya que las dos variables que se desea estimar no tienen una afinidad directa, pero intrínsecamente convergen al mismo objetivo. Se desea estimar la fiabilidad de dos métodos para alinear faros que utilizan cada uno una variable diferente y poder inferir si existe una correlación entre las variables.

La hipótesis que se desea probar es si existe una diferencia significativa en el empleo de dos métodos diferentes para la alineación de faros. Se toman datos de diferentes modelos con tiempos de alineación propios y dos alternativas de equipo de alineación, faros detectados mal alineados por autobús y se concentra en la tabla 18. Se utiliza como soporte el software Minitab [19] en la herramienta análisis paramétrico.

Tabla 18. Hoja de trabajo de análisis paramétrico [16].

Hoja de trabajo 1 ***								
↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	MODELO	TIEMPO ALINEACION CONVENCIONAL	REGLOSCOPIO HELLA	REGLOSCOPIO BOSCH	NOM 067	FAROS DESALINEADOUNIDADES X DIA	FAROS DESALINEADOUNIDADES C REG	
1	1	10.5	10.5	8.5	9.5	0.6	3	1
2	2	12.5	12.5	9.3	9.8	0.6	2	1
3	3	15.5	15.5	9.8	10.1	0.6	3	0
4	4	13.4	13.4	8.4	8.9	0.6	4	0
5	5	12.8	12.8	7.5	9.3	0.6	2	0

De los datos anteriores se evalúan en el programa Minitab [16] para hacer un análisis paramétrico y se compara el tiempo de alineación entre un ajuste convencional mediante una reflexión de haz de luz de los faros en un caballete y el empleo de un regloscopio. Se emplea una distribución log normal ya que existe solo una variable aleatoria en la cual se centran el método convencional y el uso de un regloscopio que es el tiempo de alineación, por lo tanto, sigue una distribución normal. El desarrollo de la prueba se toma un nivel de confianza del 95 %. Se emplea el estadístico Anderson-Darling (véase tabla 19 y gráfica 4) para evaluar el ajuste de la distribución y validar las siguientes hipótesis:

- H_0 : El tiempo de alineación por método convencional es mayor que por regloscopio.
- H_1 : El tiempo de alineación por método convencional no es mayor que por regloscopio.

Tabla 19. Resultados análisis paramétrico [16].

Análisis de distribución: CONVENCIONAL

Variable: CONVENCIONAL

Información de censura Conteo
 Valor no censurado 5

Método de cálculo: Cuadrados mínimos(tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Lognormal

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimado	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Ubicación	2.55253	0.0702490	2.41484	2.69021
Escala	0.157082	0.0737105	0.0626181	0.394050

Log-verosimilitud = -9.693

Anderson-Darling (ajustado) = 2.400

Coefficiente de correlación = 0.973

Características de distribución

	Estimado	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Media(MTTF)	12.9989	0.925482	11.3059	14.9455
Desviación estándar	2.05455	1.01019	0.783779	5.38568
Mediana	12.8395	0.901965	11.1880	14.7348
Primer cuartil(Q1)	11.5488	0.993913	9.75617	13.6707
Tercer cuartil(Q3)	14.2746	1.22850	12.0589	16.8974
Rango intercuartil(IQR)	2.72579	1.29806	1.07186	6.93180

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
1	8.90936	1.65097	6.19601	12.8109
2	9.29915	1.55192	6.70483	12.8973
3	9.55525	1.48505	7.04614	12.9579
4	9.75254	1.43290	7.31230	13.0071
5	9.91603	1.38947	7.53466	13.0500
6	10.0573	1.35191	7.72795	13.0889
7	10.1829	1.31861	7.90036	13.1249
8	10.2966	1.28858	8.05697	13.1589
9	10.4012	1.26116	8.20114	13.1914
10	10.4984	1.23588	8.33523	13.2229
20	11.2495	1.05430	9.36180	13.5179
30	11.8243	0.948086	10.1047	13.8365
40	12.3386	0.896878	10.7002	14.2278
50	12.8395	0.901965	11.1880	14.7348
60	13.3608	0.971180	11.5867	15.4065
70	13.9420	1.11788	11.9144	16.3145
80	14.6543	1.37340	12.1952	17.6092
90	15.7028	1.84855	12.4673	19.7779
91	15.8495	1.92177	12.4970	20.1013
92	16.0104	2.00363	12.5279	20.4610
93	16.1893	2.09639	12.5604	20.8666
94	16.3914	2.20333	12.5950	21.3321
95	16.6250	2.32956	12.6324	21.8794
96	16.9036	2.48359	12.6741	22.5447

ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN: REGLOMETRO

Variable: REGLOMETRO

Información de censura Conteo
 Valor no censurado 5

Método de cálculo: Cuadrados mínimos(tiempo de falla(X) en el rango(Y))

Distribución: Lognormal

Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimado	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Ubicación	2.15912	0.0521169	2.05697	2.26127
Escala	0.116537	0.0558635	0.0455438	0.298194

Log-verosimilitud = -6.201

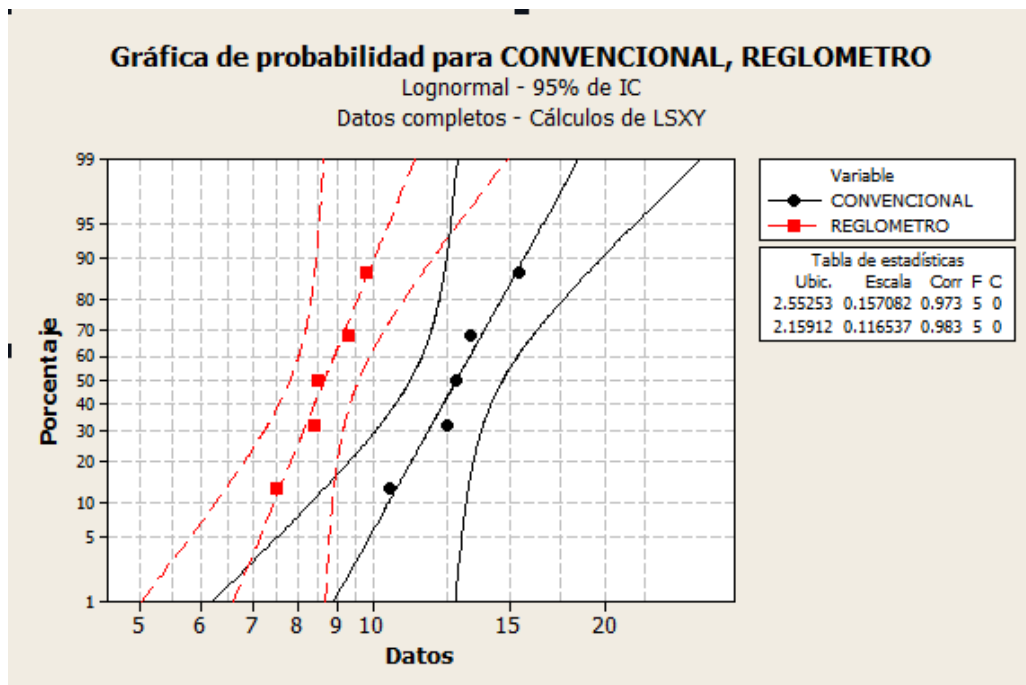
Bondad de ajuste
 Anderson-Darling (ajustado) = 2.360
 Coeficiente de correlación = 0.983

Características de distribución

	Estimado	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
Media (MTTF)	8.72254	0.458125	7.86930	9.66829
Desviación estándar	1.01996	0.501722	0.388932	2.67481
Mediana	8.66351	0.451515	7.82225	9.59524
Primer cuartil (Q1)	8.00860	0.515042	7.06017	9.08445
Tercer cuartil (Q3)	9.37196	0.602721	8.26207	10.6310
Rango intercuartil (IQR)	1.36336	0.658732	0.528854	3.51467

Tabla de percentiles

Porcentaje	Percentil	Error estándar	IC normal de 95.0%	
			Inferior	Superior
1	6.60624	0.924997	5.02076	8.69237
2	6.81947	0.859336	5.32708	8.72996
3	6.95832	0.816095	5.52933	8.75661
4	7.06462	0.782897	5.68538	8.77847
5	7.15229	0.755556	5.81468	8.79761
6	7.22777	0.732113	5.92632	8.81503
7	7.29461	0.711477	6.02532	8.83128
8	7.35497	0.692978	6.11479	8.84668
9	7.41031	0.676171	6.19678	8.86148
10	7.46161	0.660746	6.27273	8.87583
20	7.85413	0.551283	6.84466	9.01248
30	8.14991	0.487251	7.24875	9.16311
40	8.41146	0.454256	7.56664	9.35061
50	8.66351	0.451515	7.82225	9.59524
60	8.92310	0.481887	8.02689	9.91938
70	9.20946	0.550597	8.19114	10.3544
80	9.55629	0.670758	8.32805	10.9657
90	10.0590	0.890752	8.45626	11.9655
91	10.1286	0.924212	8.46996	12.1121
92	10.2048	0.961489	8.48412	12.2746
93	10.2893	1.00356	8.49892	12.4568
94	10.3844	1.05186	8.51458	12.6649
95	10.4940	1.10857	8.53144	12.9081
96	10.6243	1.17737	8.55005	13.2016
97	10.7866	1.26509	8.57139	13.5742
98	11.0062	1.38691	8.59756	14.0896
99	11.3614	1.59081	8.63474	14.9492



Gráfica 4. Probabilidad para Convencional, Reglometro [16].

3.5.3 Conclusiones de análisis paramétrico

En la gráfica 4. Podemos deducir de acuerdo a la interpretación de los valores que el programa formuló, la línea de tendencia (Anderson-Darling, ajustado), se acepta la hipótesis alternativa ya que existe diferencia significativa en el tiempo de alineación de los dos métodos para la alineación de faros.

Para las hipótesis

- H_0 : El tiempo de alineación por método convencional es mayor que por regloscopio.
- H_1 : El tiempo de alineación por método convencional no es mayor que por regloscopio.

Se puede concluir que se acepta H_1 : El tiempo de alineación por método convencional no es mayor que por regloscopio, en otras palabras existe una diferencia significativa, para alinear faros por el método convencional y con el uso del reglometro, la diferencia

se estima en la tabla 18 de percentiles, en la cual podemos inferir que para el uso convencional el tiempo promedio de ajuste de un faro con el método convencional es de 8.9 minutos en un unidad y para el uso del regloscopio es de 6.6 minutos en una unidad, si en un día de trabajo producimos 8 unidades el tiempo estimado para alinear los faros mediante el método convencional sería de 10.29 minutos y con el regloscopio es de 7.35 minutos, es decir, un ahorro de 3 minutos por unidad indistintamente del modelo que se desea alinear.

3.5.4 Instrucciones electrónicas de trabajo

La Instrucción Electrónica de Trabajo (EWI) [17] es una aplicación basada en web que ayuda a comunicar el contenido de manufactura al piso de producción. Esta solución se asegura que haya documentación de manufactura bajo demanda, asegurando así que se muestre la información más actualizada y precisa. Los usuarios del piso de producción tienen la oportunidad de comunicarse en retroalimentación a departamentos específicos, por ejemplo, a ingeniería o planeación, respecto a cualesquier asuntos que ocurran en los flujos de trabajo de Teamcenter [17]. Así, se promueve la eficiencia de producción y evitando los reprocesos.

La interfaz de Instrucción Electrónica de Trabajo (EWI), [17] es fácil de usar para los operadores del piso de producción, proporcionando así un despliegue amigable con el usuario. La funcionalidad EWI [17] habilita la rápida proyección de datos 3D y permite que los usuarios visualicen y manipulen datos dentro de ventanas de navegación sencillas.

Beneficios de la EWI [17]

1. Asegurar que se proporciona la información más reciente y actualizada al piso de producción, mejorando la calidad de productos, reduciendo reprocesos y ahorrando tiempo
2. Soportar la colaboración entre Ingeniería y Manufactura – EBOM, MBOM, BOP
3. Soportar gestión de cambio entre Ingeniería, Manufactura y Piso de Producción

4. Comunicación depurada y eficiente con el piso de planta
5. Interfaz amigable con usuario para los operadores de ensamblado
6. Manufactura y proceso de calidad de circuito cerrado
7. Promoción de un ambiente sin papeles en el piso de producción
8. Creación de reportes para planes de construcción, incluyendo instrucciones de trabajo, imágenes, notas de taller o marcados y mejoras

En conjunto con el área de ingeniería de métodos se desarrolla la EWI 0680 ajuste de faros, para todos modelos de autobuses de la compañía DINA, tomando como referencia los estándares antes mencionados y las instrucciones del fabricante del regloscopio, una vez realizada se procede a subirla a la plataforma de PLM Teamcenter [17] para que esté disponible como un objeto para que los operarios puedan consultarla. Se muestra en figura 24. EWI 0680 ajuste de faros, además de ambiente para visualizar ensamblado en 3D de un autobús Linner. La versión completa de la EWI 0680 ajuste de faros se puede consultar en la sección de anexos.

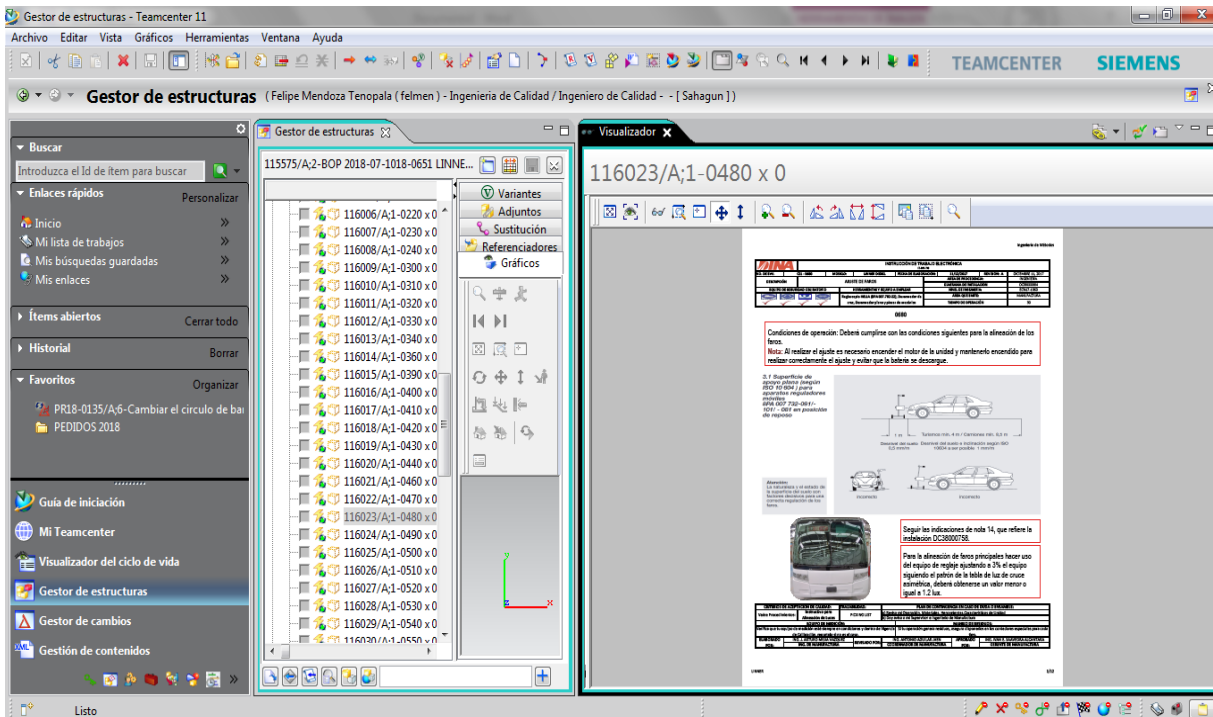


Figura 24. EWI 0680 ajuste de faros para modelo Linner [17].

3.5.5 Instructivo electrónico de trabajo

Trabajar directamente con datos CAD, NX en 3DVIA [21] Composer de Dassault Systemes, ayuda a los ingenieros de métodos a generar animaciones de gran calidad en 3D. Asimismo, reestructura la tecnología 3D en la organización y proporciona un "lenguaje" universal que elimina malentendidos, le ayuda a trabajar más rápido en la creación de instructivos virtuales que ayuden al operador a ser más interactivo con las instrucciones de proceso que le aplican. Se menciona algunas ventajas que esta plataforma ofrece:

1. Crear documentación de productos precisa y rica en gráficos.
2. Reducir costos de documentación en un 25 %.
3. Darle vida a la documentación con animaciones en 3D interactivas.
4. Los ingenieros están libres para diseñar, no para crear documentación.
5. No requiere sustitución continua de documentos por daños en papel.
6. Más didácticos al operador respecto a instructivos impresos en 2D.

Se muestra a continuación las imágenes del instructivo virtual desarrollado para la alineación de faros en la línea de producción en las figuras 25, 26 y 27.

INSTRUCTIVO PARA ALINEACIÓN DE LUCES



Figura 25. Instructivo virtual para alineación de faros [21].

INSTRUCTIVO PARA ALINEACIÓN DE LUCES

- 1.- La unidad debe estar estatica en su estación de trabajo y sin personal sobre la unidad.
- 2.- Colocar el regloscopio HELLA frente a la unidad a una distancia de 30-70 cm del punto mas cercano del vehículo.

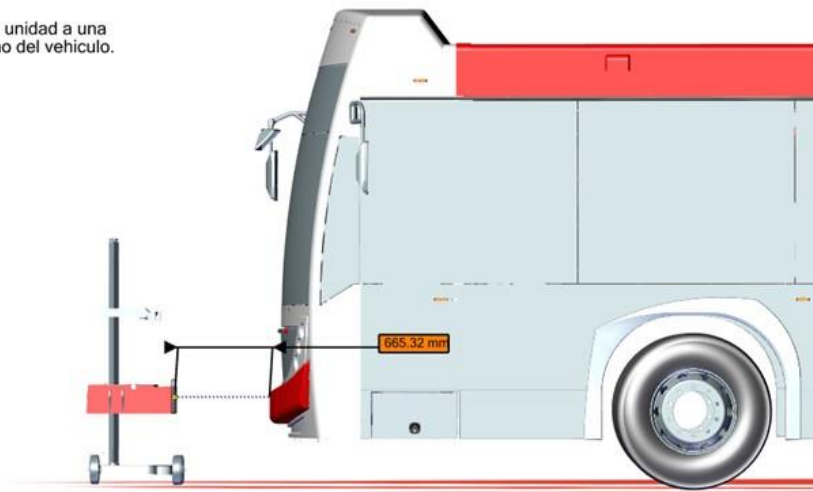


Figura 26. Instructivo virtual para alineación de faros distancia regloscopio [21],



Figura 27. Instructivo virtual para alineación de faros bloqueo columna [21].

Las figuras 25, 26 y 27 describen paso en un ambiente de 3D el proceso de alineación de faros desde que la unidad llega al centro de trabajo, hasta que es alineado el blog completo lo podemos consultar en la plataforma de Teamcenter [17] para que esté disponible para los operarios.

3.5.6 Diseño de experimentos

La finalidad del diseño de experimentos [15] es seleccionar el centro de trabajo donde reúna las mejores características para implementar el dispositivo de alineación de faros, para el planteamiento del DOE, es necesario definir las entradas y salidas del proceso que se estudia (ver figura 28), para seleccionar el mejor modelo de DOE, se muestra en la siguiente figura las variables que intervienen en el proceso, y las variables de interés que van a estar sujetas a estudio en el DOE en el proceso de alineación de faros de un autobús.

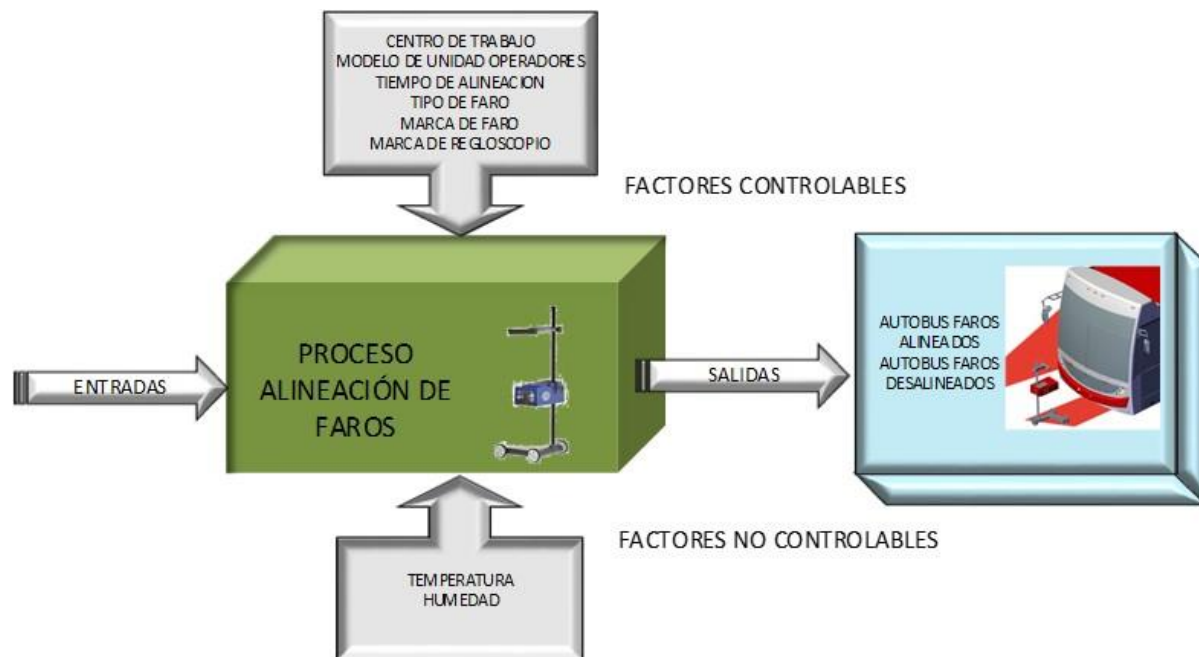


Figura 28. Esquema variable de interés para DOE.

Una vez esquematizadas las variables de interés, será necesario plantear la hipótesis que cuestionen el proceso, seleccionar la cantidad de réplicas e identificar el modelo del diseño de experimentos que pueda representar los factores considerados.

De la figura 28, nuestras variables de interés son:

- a) Centro de trabajo existen diferentes centros de trabajo donde se puede realizar la operación de alineación de faros de un autobús, aunque existe existen limitantes porque tienen interferencia con otras operaciones.
- b) Modelo de unidad actualmente se trabajan dos modelos de unidad básicos con sus diferentes familias Runner 8, 9, 10 y 11 con una versión a gas Runner G, y el modelo Linner con su versión a gas Linner G.
- c) El tiempo de alineación que es controlable y que depende de la habilidad de los operarios.

VARIABLES DE DESCARTE.

- a) Operarios en este caso se desprecia a los operarios ya que es indistinto la persona que pueda realizar la operación de alineación de un autobús.
- b) Temperatura como es una línea de proceso abierto no se tiene control sobre la temperatura y genera un costo elevado controlar la temperatura de proceso.
- c) Humedad no es un factor en este momento que tenga una relevancia significativa ya que controlar la humedad eleva el costo de la operación.
- d) Tipo de faro no influye en el método de alineación ya que es la misma metodología.
- e) Marca de regloscopio, ya que se tiene definido uno de marca Hella y en este momento no se cuenta con otro equipo.

Al seleccionar el modelo de DOE a utilizar es necesario verificar que se cumple con los tres principios básicos para su validación:

1. Aleatorización: el orden en que se realizan los ensayos y corridas del experimento no deben seguir un orden predeterminado, deberán ser completamente al azar.
2. Repetición: correr más de una vez las combinaciones entre factores a fin de determinar una estimación del error experimental, la cual se convierte en una unidad de medición básica para determinar si las diferencias observadas en los datos son en realidad estadísticamente diferentes.
3. Formación de bloques: es una técnica de diseño que se utiliza para mejorar la precisión de las comparaciones que se hacen entre los factores de interés. La formación de bloques se emplea para reducir o eliminar la variabilidad transmitida por factores perturbadores, que son aquellos que pueden influir en la respuesta experimental, pero en los que no hay un interés específico.

Continuando con el planteamiento del diseño de experimento identificamos la variable de respuesta y bloques del experimento ver tabla 20.

- a) Variable de respuesta: tiempo de alineación en minutos.
- b) Bloques del experimento:
- c) Centro de trabajo C21
- d) Centro de trabajo C31
- e) Modelo Runner
- f) Modelo Linner

Número de réplicas = 5 es cantidad suficiente que toma de muestra para experimento.

Modelo: diseño de bloques completos al azar.

Selección de modelo: con este diseño se plantea estudiar la influencia de un factor tratamiento con niveles en una variable de interés. Para un diseño completamente aleatorizado, se asume que todos los autobuses experimentales en el proceso de alineación de faros son homogéneos en lo relativo a características que puedan influenciar la variable respuesta, de modo que la única fuente de variación que se pretende controlar es el tratamiento aplicado, se genera estructura de experimentación en tabla 20.

Hipótesis propuestas.

Hipótesis para bloque modelo:

H_0 : Modelo de autobús no tiene inferencia en el tiempo de alineación

H_1 : Modelo de autobús tiene inferencia en el tiempo de alineación

Hipótesis para bloque centro de trabajo:

H_0 : El centro de trabajo no tiene inferencia en el tiempo de alineación

H_1 : El centro de trabajo tiene inferencia en el tiempo de alineación

Hipótesis para bloque relación modelo-centro de trabajo

H₀: Modelo y centro de trabajo no tienen inferencia en el tiempo de alineación

H₁: Modelo y centro de trabajo tienen inferencia en el tiempo de alineación

Se plantea un diseño por bloques completamente aleatorizado debido a que únicamente es de interés una variable de respuesta tiempo de alineación y en un diseño experimental completamente aleatorizado los datos se consideran como si fueran una muestra aleatoria de una distribución normal.

Estructura de experimentación del DOE.

Tabla 20. Estructura de experimentación del DOE.

DOE ALINEACION DE FAROS	BLOQUE MODELO									
	RUNNER					LINNER				
BLOQUE CENTRO DE TRABAJO	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Réplica 5	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	Réplica 4	Réplica 5
AC4										
AC10										

Se genera la toma de tiempos y se registran en tabla 21 en el proceso de alineación de faros en los autobuses Runner y Linner, obteniendo los siguientes resultados aleatorizados.

Tabla 21. Resultados aleatorizados de alineación de faro.

FACTOR	TIEMPO DE ALINEACIÓN (min)
C21	8.6
RUNNER	8.6
C21	9.9
LINNER	9.9
C31	8.5
LINNER	8.5
C31	8.2
LINNER	8.2
C31	7.6
RUNNER	7.6
C31	7.4
RUNNER	7.4
C21	8.5
RUNNER	8.5
C21	8.4
RUNNER	8.4
C31	7.3
RUNNER	7.3
C21	9.7
LINNER	9.7
C31	8.3
LINNER	8.3
C21	9.8
LINNER	9.8
C21	8.5
RUNNER	8.5
C21	8.7
RUNNER	8.7
C31	7.8
RUNNER	7.8
C21	9.3
LINNER	9.3
C31	8.6
LINNER	8.6
C31	8.7
LINNER	8.7
C21	9.5
LINNER	9.5
C31	7.7
RUNNER	7.7

Con ayuda del software Minitab [19] se calcula el DOE planteado el resultado se muestra en la tabla 22, será utilizando el 95,0 % del nivel de significancia para evaluar las hipótesis

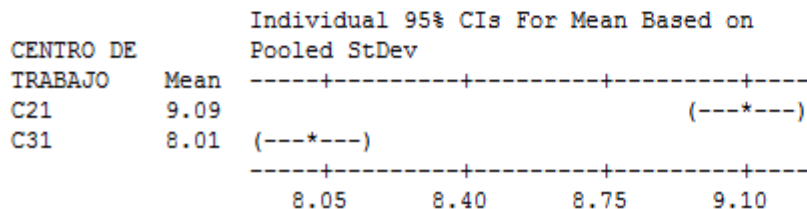
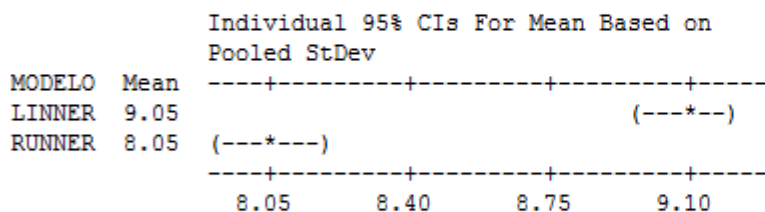
planteadas, con ello se utiliza la siguiente tabla 22. ANOVA correspondiente al diseño aleatorizado del bloque modelo, para la prueba de hipótesis.

Tabla 22. Resultados ANOVA [19].

Two-way ANOVA: TIEMPO DE ALINEACIÓN (min) versus MODELO, CENTRO DE TRABAJO

Source	DF	SS	MS	F	P
MODELO	1	5.000	5.00000	127.39	0.000
CENTRO DE TRABAJO	1	5.832	5.83200	148.59	0.000
Interaction	1	0.050	0.05000	1.27	0.276
Error	16	0.628	0.03925		
Total	19	11.510			

S = 0.1981 R-Sq = 94.54% R-Sq(adj) = 93.52%



Un análisis de varianza ANOVA [15] y con el empleo de la tabla 22. Se prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

El nivel de significancia es igual $\alpha=0,05$. (Nivel de confianza = 95%).

Para evaluar las hipótesis planteadas en un inicio se usará el valor de p que oscila entre 0 y 1. El valor p es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula.

Las probabilidades más bajas proporcionan una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula entonces se determina lo siguiente en base al resultado de la tabla 22:

Para el bloque modelo, como $p \leq \alpha = 0.050$ vs $0.000 \leq 0.050$ Se acepta H_1

Por lo tanto, se infiere, se rechaza H_0 al menos un modelo de autobús si tiene diferencia en tiempo de alineación.

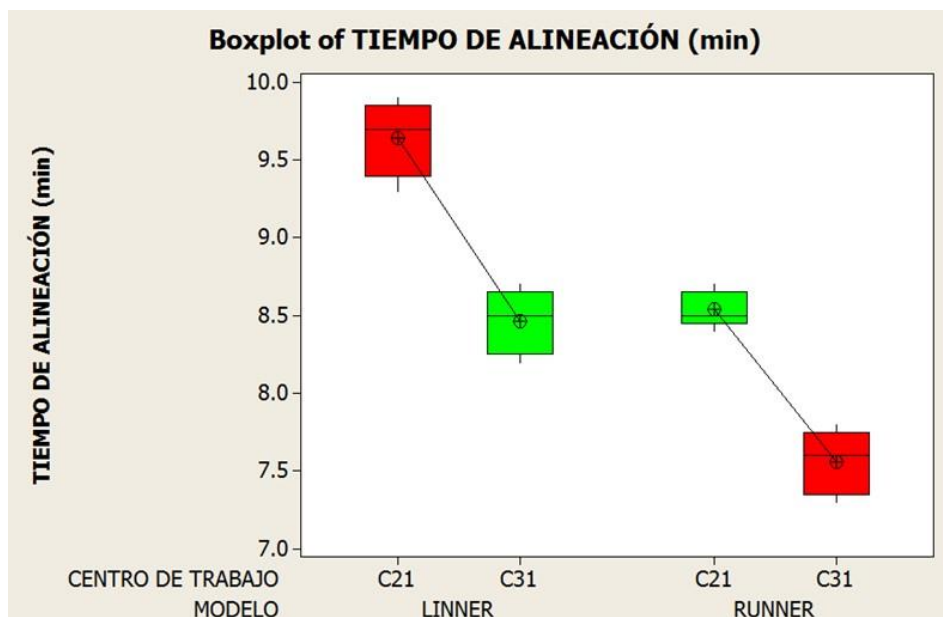
Para el bloque centro de trabajo, como $p \leq \alpha = 0.050$ vs $0.000 \leq 0.050$ Se acepta H_1

Por lo tanto, se infiere, se rechaza H_0 al menos un centro de trabajo si tiene diferencia en tiempo de alineación.

Para la interacción, modelo-centro de trabajo $p \leq \alpha = 0.050$ vs $0.276 \geq 0.050$ Se rechaza H_0 , por lo tanto, se infiere, se acepta H_1 al menos un centro de trabajo- modelo tienen relación en tiempo de alineación de faros de un autobús.

Como se tiene dos bloques centro de trabajo y modelo la relación es muy estrecha para clarificar los conceptos anteriores se muestra en la gráfica 5

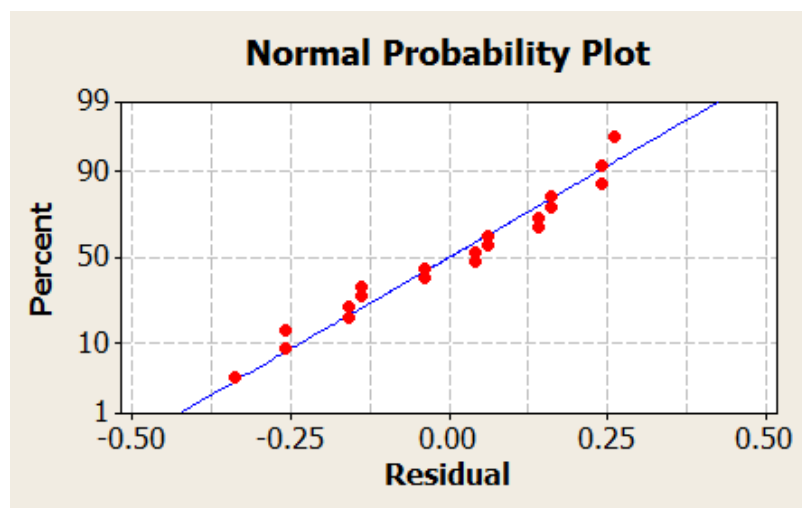
. La gráfica de cajas que nos ayuda a comprender mejor los conceptos.



Gráfica 5. Gráfica de cajas [16].

El gráfico 5 de cajas, podemos inferir que las medias coinciden en el tiempo estándar de 8.5 minutos, indistintamente si es modelo Linner o Runner, el centro de trabajo que tiene menor tiempo de proceso de alineación de faros de un autobús es C31, se hace la recomendación al área de manufactura para que considere anexar la operación de alineación al centro de trabajo C31 o AC10.

Una vez realizados los cálculos correspondientes al diseño de experimentos planteado, se evalúan los supuestos de residuos, en los cuales se observa que los mismos asumen un comportamiento normal, por lo cual se valida la condición de aleatoriedad del experimento, como se observa en la gráfica 6.



Gráfica 6. Gráfica de aleatoriedad [16].

3.5.7 Simulación de proceso de alineación de faros en software FlexSim

FlexSim [20] es un software de simulación de eventos discretos o de flujos continuos. Es una de las más poderosas herramientas para modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso imaginable, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministro, y mucho más. FlexSim permite construir y ejecutar una simulación en un atractivo entorno 3D desde el comienzo.

Lo que se desea plantear es la simulación de un ambiente real de proceso de alineación de faros en los centros de trabajo de la empresa DINA, en la estación donde la operación la realizan dos operarios con un tiempo estándar de 11.33 minutos por cada

operario en el centro de trabajo AC4 o C21 en el anterior lay out, y la propuesta de cambiar el proceso de alineación al centro de trabajo AC10 o C31, donde se muestra que es la mejor opción para realizar la operación de alineación de faros, el tiempo promedio de este centro de trabajo es de 8.5 minutos la modalidad es que solo lo realiza un operario. Se muestra la siguiente figura 29 la simulación de proceso de alineación de faros de un autobús en el centro de trabajo AC4 aplicando la operación de método convencional.

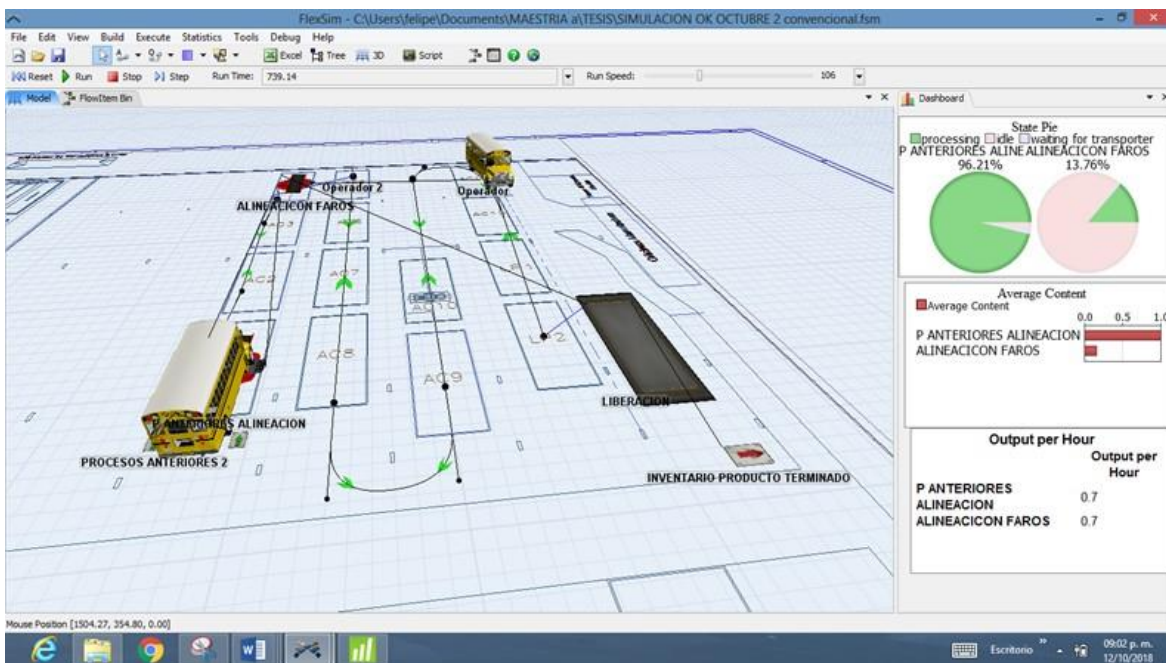


Figura 29. Simulación de alineación faros en centro de trabajo AC4 [20].

Para plantear la nueva propuesta de alineación de faros de un autobús en el centro de trabajo AC10 se simula en la siguiente figura 30, donde un operario hace la actividad en menor tiempo con el uso del regloscopio.

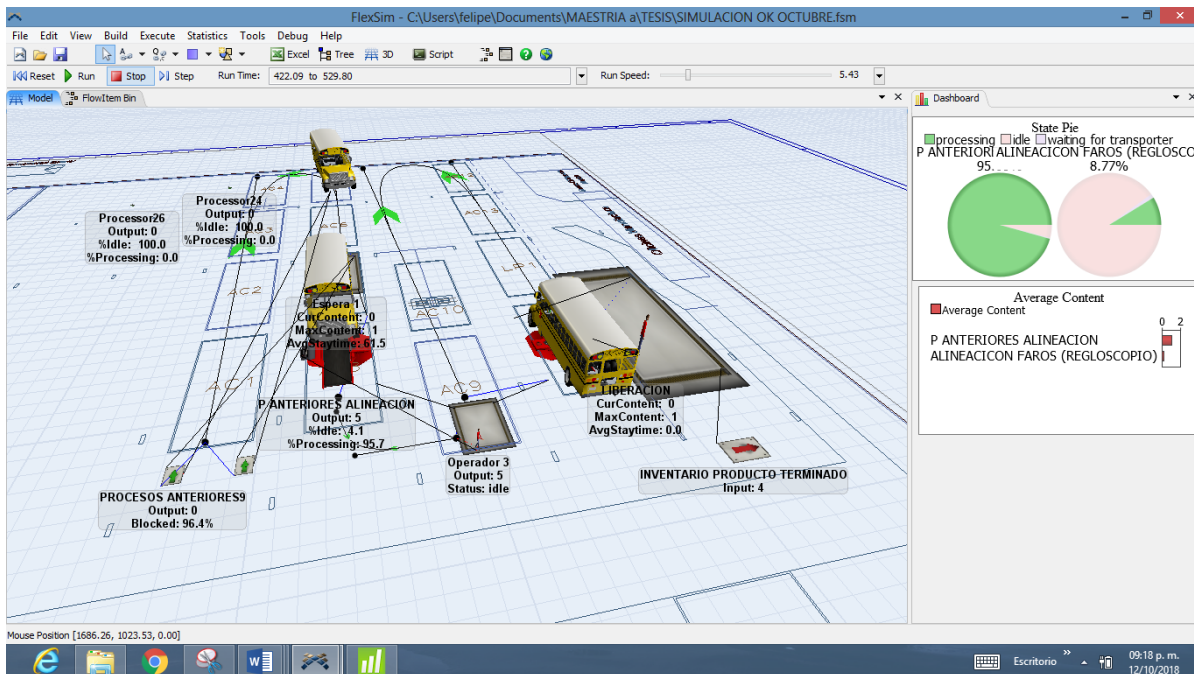


Figura 30. Simulación de alineación faros en centro de trabajo AC10.







La finalidad de las figuras 29 y 30 es hacer solo una comparativa visual en un ambiente de simulación a través del software FlexSim [18]. Los datos con los que se cuenta actualmente son un takt time de 88.3 minutos por centro de trabajo con una producción diaria de 6 autobuses, se investigara en trabajos futuros como ayuda la reducción de tiempo de los tiempos operación de alineación de faros para el balanceo de la línea de producción.

3.6 Marco regulatorio

DINA se caracteriza por manufacturar productos que cumplan con los requerimientos normativos, la alineación de faros no es la excepción, con la nueva puesta en marcha del alineador de faros, cumplimos con la Norma Oficial Mexicana 067 [6] que regula al transporte terrestre definiendo especificaciones técnicas y de seguridad, se suma la Norma ECE-R48 [7] norma europea que regula la homologación de vehículos en la instalación y señalización luminosa y la FMVSS No. 108 [8] norma americana, que

estandariza y regula. Lámparas, dispositivos reflectantes para vehículos de pasajeros. Las tres se consolidan para obtener el marco regulatorio con el cual procedemos a manufacturar nuestras unidades. La tabla 23 muestra el cumplimiento de los tres marcos regulatorios seleccionando la visibilidad como característica crítica y dimensiones de altura para posicionar faros, estas variables son las que agregan valor al proyecto a implementar.

Tabla 23. Requerimientos Normatividad NOM 068, ECE-R48 y FMVSS No. 108.

MATRIZ MODELOS CUMPLIMIENTO REGULACIONES NOM 067, ECE-R48 Y FMVSS No 108							
MODELO	MODELO	NOM 067 $1,40 \leq 0,6 (m)$		ECE-R48 VISIBILIDAD Horizontal 10°/ Exterior 45°		FMVSS No. 108 Visibilidad suma faros < 75 Cd	
Runner 8, 9, 10, G		Luces bajas	1,05	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,26	Exterior	43°	Faro Der	20
Linner, G		Luces bajas	1,09	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,35	Exterior	43°	Faro Der	20
Linner 8		Luces bajas	1,07	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,25	Exterior	43°	Faro Der	20
Linner 12		Luces bajas	1,10	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,35	Exterior	43°	Faro Der	20
Outsider		Luces bajas	1,09	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,35	Exterior	45°	Faro Der	20
Buller		Luces bajas	1,05	Horizontal	10°	Faro Izq	25
		Luces altas	1,35	Exterior	45°	Faro Der	25
Brighter		Luces bajas	1,17	Horizontal	9°	Faro Izq	30
		Luces altas	1,37	Exterior	43°	Faro Der	30
Trollebus		Luces bajas	1,05	Horizontal	9°	Faro Izq	30
		Luces altas	1,35	Exterior	43°	Faro Der	30
Hustler		Luces bajas	1,10	Horizontal	10°	Faro Izq	30
		Luces altas	1,35	Exterior	45°	Faro Der	30
Picker		Luces bajas	1,09	Horizontal	9°	Faro Izq	20
		Luces altas	1,35	Exterior	43°	Faro Der	20

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En este capítulo tiene como objetivo el presentar los resultados obtenidos en la propuesta de la implementación de un dispositivo para la alineación de faros en la empresa DINA, al poder comprobar las hipótesis generadas y alcanzar los objetivos propuestos.

4.1 Seleccionar y adquirir un equipo de alineación de faros

Con el cuadro comparativo de la tabla 12, donde se compara tres tipos de alineadores de faros y su valor comercial, y con ayuda de las técnicas de creatividad, análisis matricial, análisis de necesidades, QFD y cálculo del ROI, se selecciona y se adquiere un equipo del proveedor Hella de la serie IV, que cumple con las características que el equipo multidisciplinario definió como mejor alternativa para un alineador de faros con un valor comercial de \$17,000.00 m.n., Debido a que Hella es proveedor de DINA y actualmente tiene buenas relaciones comerciales, mientras que los otros competidores valor comercial del alineador de faros está por encima de los \$20 000.0

4.2 Reducir tiempo de operación en un 20.0 %

En la implementación del dispositivo de alineación de faros en el centro de trabajo AC10 de acuerdo a los resultados del DOE [15], podemos corroborar que anteriormente con el método convencional dos operadores consumían un tiempo estándar por operador de 11.33 minutos en promedio, con la implementación del regloscopio la actividad la realiza un solo operador en tiempo estándar de 8.5 minutos indistintamente del modelo que este ensamblándose en la línea de producción, es decir hubo reducción de tiempo del 34, 0 % de operación con respecto al método convencional que se venía ocupando. En grafica 4. Se corrobora el tiempo estándar obtenido en la media de dos modelos de autobuses con la propuesta de cambio de centro de trabajo.

4.3 Generación de la instrucción de trabajo para alinear faros

Con la realización de la EWI [17] 0680 ajuste de faros, y el instructivo electrónico de trabajo en el programa 3DVIA [21], se consolida la información para cumplir las normas de alineación de faros NOM 068, ECE-R48 y FMVSS 2007 No. 108, ambas instrucciones proporcionan al operario un ambiente didáctico, en el cual el operador sigue la secuencia pasos en la plataforma del Teamcenter PLM [17], las cuales indistintamente de la persona que realice la actividad pueden operar al regloscopio sin necesidad de agendar capacitación cada vez que haya cambio de personal en la operación, por el contrario, las instrucciones de trabajo son amigables que existe la oportunidad de extender el instructivo electrónico de trabajo al resto de las operaciones. La limitante es la adquisición del software y asignación de personal que se encargue para realizarlas.

4.4 Reducir reportes técnicos de campo o reportes problema al 0.05%

En la plataforma de Teamcenter [17] (ver figura 31) actualmente existe un módulo que concentra todos los PR problem report, anteriormente se denominaban reportes técnicos de campo, estos aplican para planta y campo, se extrajo un reporte de todos los PR de 2018 (ver figura 32), y hacer un filtro en excel (ver figura 33) para poder visualizar si existe una reincidencia de problemas reportados tanto en campo como en planta de una mala alineación de faros los resultados son los siguientes.

En el transcurso del año 2018 se han creado 524 PR, sin que a la fecha se haya reportado un autobús con problemas de faros mal alineados de acuerdo a filtro en hoja de Excel en la figura 33. en los últimos seis meses no ha vuelto a repetir un PR.

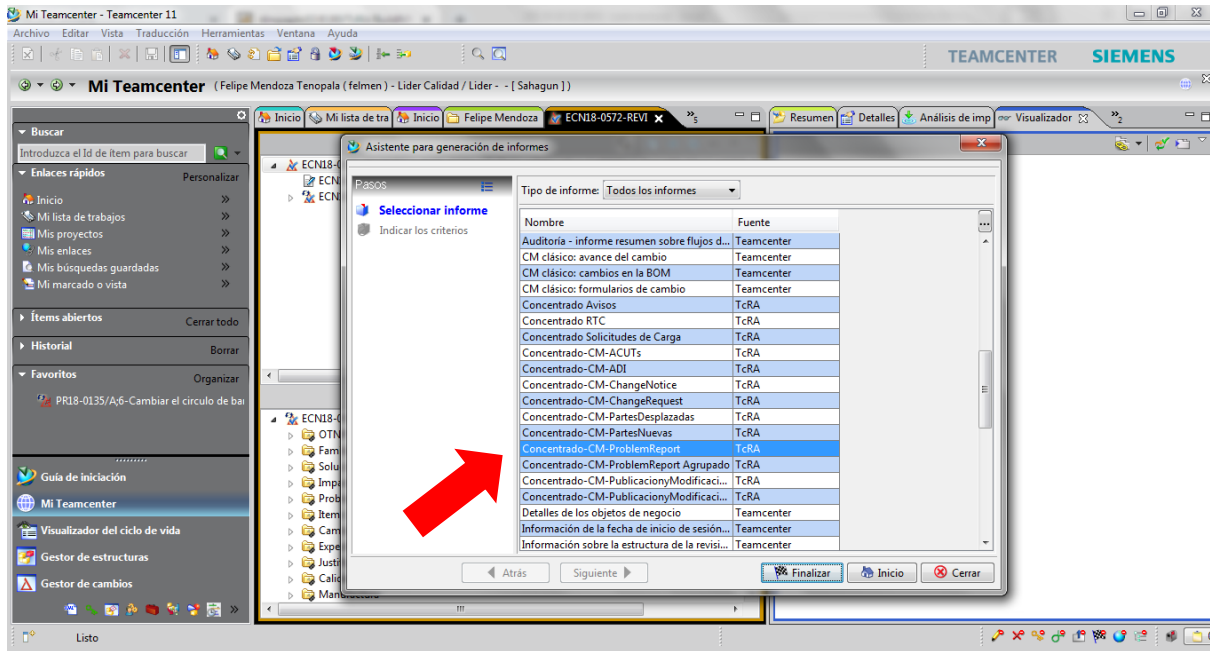


Figura 31. Plataforma teamcenter concentrado CM problem report [17].

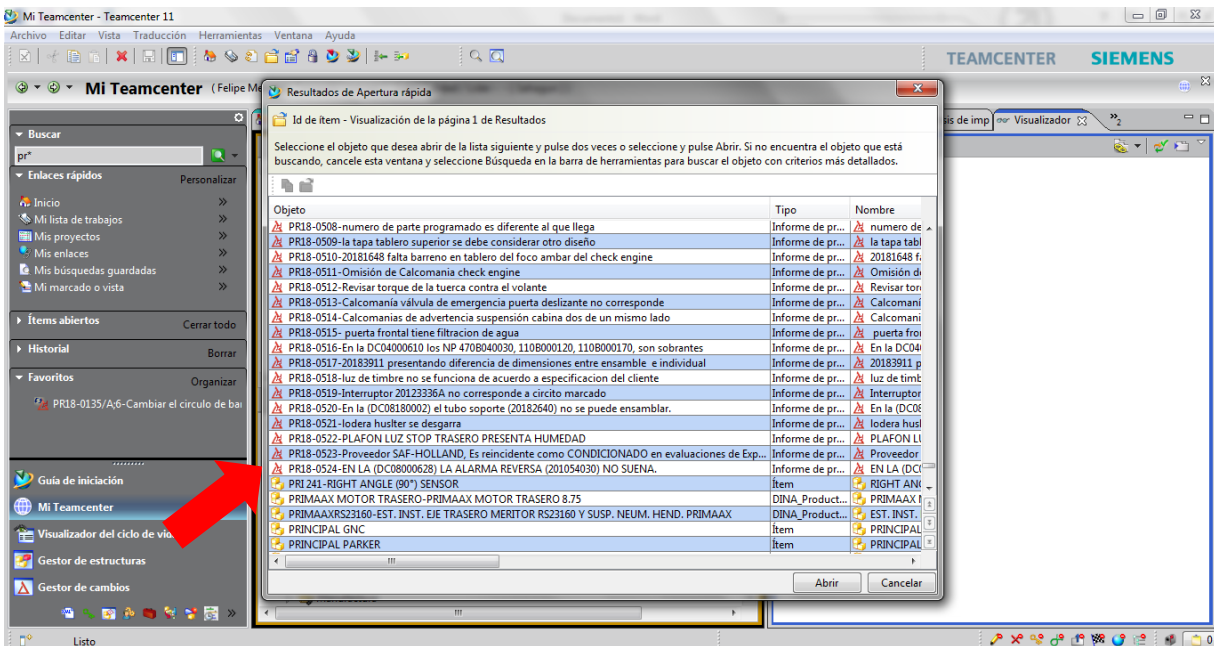


Figura 32. Plataforma Teamcenter objeto PR creado al 14- oct-2018 [17].

Problem Report	PR Origen	Descripcion Corta	Descripción	Solicitante	Gerente	Analista	Gerente Responsable de Solución PR	Ingeniero Responsable	Estado	Actividad Actual	Fecha de Creación
PR18-0381	CALII PLANTA	Ordenar de A a Z	En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Perseo			Perseo Aldo Contreras Gutierrez		En proceso	Elaborating	17/Aug/2018 10:17:39
PR18-0380	CALII PLANTA	Ordenar de Z a A	Se realiza	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Omar			Omar Guzman Muñoz		En proceso	Elaborating	17/Aug/2018 07:18:25
PR18-0379	CALII PLANTA	Ordenar por color	Regularizar	Manufactura/MBOM Autor/Roberto Carlos Perez			Roberto Carlos Perez Avedaño		En proceso	Elaborating	16/Aug/2018 13:50:55
PR18-0378	CALII PLANTA	Filtros de texto	En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/David	Ingeniería de Calidad	Lider /Lider/F	David Castro Monroy		En proceso	Elaborating	15/Aug/2018 15:26:36
PR18-0377	CALII PLANTA	faro	En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Perseo	Ingeniería de Calidad	Lider /Lider/F	Ingeniería/Gerente/Arturo Zermelo Garcia	Ingeniería/Ingeniero/Juan Manuel Sanchez Ortega	En proceso	Reviewing	15/Aug/2018 12:38:13
PR18-0376	CALII PLANTA	No hay coincidencias	Tornillos de	Metodos Nuevos Productos/MBOM Autor/Evelyn					En proceso	Elaborating	14/Aug/2018 11:00:01
PR18-0375	CALII PLANTA		No existe	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Omar	Ingeniería de Calidad	Lider /Lider/F	Ingeniería/Gerente/Arturo Zermelo Garcia	Ingeniería/Ingeniero/Francisco Xavier Reyes Contreras	En proceso	Reviewing	14/Aug/2018 08:41:43
PR18-0374	CALII PLANTA		En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/David	Ingeniería de Calidad	Lider /Lider/F	Ingeniería/Gerente/Arturo Zermelo Garcia	Ingeniería/Ingeniero/Marco Antonio Lara López	En proceso	Reviewing	10/Aug/2018 16:34:49
PR18-0373	CALII PLANTA		En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Perseo	Ingeniería de Calidad	Lider /Lider/F	Perseo Aldo Contreras Gutierrez		En proceso	Elaborating	08/Aug/2018 12:03:51
PR18-0372	CALII PLANTA	20182440 no se puede soportar de un extremo por falta de estructura	En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Perseo			Perseo Aldo Contreras Gutierrez		En proceso	Elaborating	08/Aug/2018 11:26:58
PR18-0371	CALIDAD PLANTA	En la DC35000439 subensamble 20182707, se surte material en C1	En la DC	Ingeniería de Calidad/Ingeniero de Calidad/Perseo			Perseo Aldo Contreras Gutierrez		En proceso	Elaborating	08/Aug/2018 10:55:18

Figura 33. Concentrado PR en excel filtro "faro".

Se puede corroborar el objetivo de alcanzar el 0.05 % de problemas reportados con problemas de alineación de faros por lo tanto se puede comprobar que el método de alineación de faros con el uso del regloscopio ha dado los resultados esperados.

4.5 Reducir tiempo de operación en un 20.0 %

En la implementación del dispositivo de alineación de faros en el centro de trabajo AC10 de acuerdo a los resultados del DOE [15], podemos corroborar que anteriormente con el método convencional dos operadores consumían un tiempo estándar por operador de 11.33 minutos en promedio, con la implementación del regloscopio la actividad la realiza un solo operador en tiempo estándar de 8.5 minutos indistintamente del modelo que este ensamblándose en la línea de producción, es decir hubo reducción de tiempo del 34,0 % de operación con respecto al método convencional que se venía ocupando. En grafica 4. Se corrobora el tiempo estándar obtenido en la media de dos modelos de autobuses con la propuesta de cambio de centro de trabajo.

4.6 Trabajos futuros

Con la aportación de diferentes herramientas, este proyecto puede ampliar su alcance, con ayuda del software FlexSim, se puede obtener una simulación de proceso que permita estimar los tiempos de proceso, moviendo las operaciones de centro de trabajo que permitan balancear las operaciones para alcanzar el tiempo ciclo objetivo.

Esta metodología desarrollada con el aporte de las técnicas de creatividad cambia el pensamiento de las personas que participan en los equipos multidisciplinarios, ya que conceptos básicos pueden ser tomados para mejorar el producto, haciendo más amigables las instrucciones de trabajo de los operadores, que se transforman en ventajas competitivas para organización y reducción de costos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

El trabajo aquí expuesto, proporciona una propuesta de solución a la necesidad de implementar un dispositivo para alineación de faros, para cubrir en primer término los reclamos de clientes por faros mal alineados, que se traducen en costos de \$ 80,000.00 anuales por insatisfacción. En segundo término, se elimina el no cumplimiento con la norma nacional NOM 067, y se da cumplimiento a normas internacionales como la EC-R48 y FMVSS No. 108, que se transforman en mejoras competitivas para la compañía.

Por último, el ahorrar tiempo de proceso más del 20.0 % propuesto, se transforma en ahorros anuales para la organización, en este caso si se producen 6 unidades diarias en un inicio se consumen 22.6 minutos tiempo operación y actualmente solo 8.5 minutos, si el valor de una hora operario se estima en \$302,0 se estiman ahorros diarios por \$70.0 por hora operario, lo que es significativo para la organización.

APORTACIÓN DE LA TESINA

El trabajo expone el desarrollo de una metodología y una mejora al proceso, que integra técnicas de creatividad como pilares para la implementación de un dispositivo para la alineación de faros, desde la concepción de la idea, hasta consolidar información en la plataforma denominada PLM, Gestión del ciclo de vida de un producto, con la ayuda de los softwares, MINITAB, 3DVIA y FlexSim. Se generó la fuente de información para cambiar un método convencional de alineación, por un estándar de calidad apegado a normas, que contribuyeron a erradicar reclamos de los clientes por faros mal alineados y, dicho sea de paso, se optimizó el consumo de tiempo de mano obra para el proceso de alineación, que significa ahorro para la compañía.

RECOMENDACIONES

Durante la ejecución de este trabajo se encontró con la limitante de no tener datos de proceso, del balanceo de las operaciones en los respectivos centros de trabajo, lo que repercutió en no poder hacer una simulación a fondo, solo se identificó la estación con mejor viabilidad para realizar la operación de alineación de faros y se pudo corroborar la superficie de alineación. Se invitó al área de Manufactura y Producción, lo relevante que significa contar con el balanceo de las operaciones para identificar cuellos de botella.

Esta labor realizada, más adelante puede complementarse para mejorar el tiempo de alineación de faros y puede servir de manera indirecta para identificar oportunidades de automatización de procesos que redunde en disminución de costos para la compañía.

Con la metodología empleada de manera integral, técnicas de creatividad más plataforma de gestión del ciclo de vida de un producto, se pueden implementar cambios relevantes de tecnología para mejorar el proceso, que pueden trascender no solo para la manufactura de autobuses, por el contrario se puede extrapolar a otras fuentes de trabajo como los transportes de carga o maquinaria, además de poder servir a pequeñas empresas del ramo carroceros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Dietsche, Karl-Heinz. Manual de la técnica del automovil. 4a. Alemania: Robert Bosch GmbH, octubre de 2003. Vol. 25. ISBN=3934584829.
- [2] López Cárdenas Juan Pablo, Dávila Marín Porfirio Fernando. Diseño y construcción de un tablero didactico de un sistema de luminarias inteligentes para direccionar de acuerdo a la trayectoria y velocidad del vehiculo. Riobamba, Ecuador : s.n., Enero de 2012. <http://hdl.handle.net/123456789/1333>.
- [3] Wilfrido, Chairez Elías Adrián. Aplicación de la metodología Taguchi para la disminución de defectos en un sub-ensamble de faro automotriz. Delicias, Chihuahua, México : Segundo Congreso Internacional de Investigación, 23 al 25 de Septiembre de 2009. CIPITECH 09 ISBN 978-1-4276-4108-3.
- [4] Alex D. Hwang, Eli Pel. Development of a headlight glare simulator for a driving simulator. US : Transp Res Part C Emerg Technol, 29 de Nov de 2012. págs. 129-143. PMID:PMC3891694.
- [5] Dewar Robert E, Olson Paul. Human factors in traffic safety. 2o. Ed. Tucson, US : Lawyers & Jugges Publishing Company, 2007.
- [6] NOM-067-sct-2/secofi-1999, Norma Oficial Mexicana. Transporte terrestre-servicio de autotransporte económico y mixto-midibús-características y especificaciones técnicas y de seguridad. México : Diario Oficial de la Federación, 1 de Noviembre de 1999.<http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrates/DGAF/Normatividad/Especificaciones Vehículos/NOM-067.pdf>.
- [7] ECE-R48. Norma Europea No. 48 de la Comision de las Naciones Unidas Económica para Europa de las Naciones Unidas (UN/ECE). Prescripciones uniformes relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la instalación de iluminación y señalización luminosa. 30 de Mayo de 2007. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:137:0001:0067:IT:PDF>.
- [8] Standars, FMVSS 2007 No. 108 Federal Motor Vehicle Safety. Lamps, Reflective Devices, and Associated Equipment; National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), DOT. New Jersey, US : s.n., 4 de Diciembre de 2007. file:///C:/Users/felipe/Downloads/TP-108-13.pdf.
- [9] Ángel, Valencia. Manufactura flexible en el proceso de iluminación de un autobús Volvo. [entrev.] Mendoza Tenopala Jesús Felipe. Tultitlan, 30 de Junio de 2015. Departamento de Ingeniería de nuevos productos.
- [10] Fernando, Cruz. Sistema de alineación de faros en autobuses urbanos en la empresa AYCO. [entrev.] Mendoza Tenopala Jesús Felipe. Huehuetoca, 10 de Julio de 2015.

- [11] Alcalde Marzal Jorge Diego Mas José A, Artacho Ramirez Miguel A. Diseño de producto, métodos y técnicas. España : Alfa Omega, 2004. Universidad Politecnica de Valencia.
- [12] Hernandis Ortuño Bernabe. Creatividad, Inovacion y Desarrollo de nuevos Productos. Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2006.
- [13] Humberto Cantú Delgado, Caballero Mora Marcela. Desarrollo de una Cultura de Calidad. [ed.] Mares Jesús Chacón. Tercera . México : Mc Graw Hill, 2006. pág. 276. ISBN-10: 970-10-5816-X ISBN-13: 978-970-10-5816-9.
- [14] Josep, Duart M. ROI y e-learning: más allá de beneficios y costes. Barcelona : UOC, 2002. págs. 6-7.
- [15] Cervantes Sandoval Armando, Marques Dos Santos María José. Diseño de Experimentos. Mexico D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México, 2007. ISBN: 970-32-2913-1.
- [16] Antonio, Najera. Benchmarking normativo competencia autobuses urbanos. [entrev.] Mendoza Tenopala Jesús Felipe. Ingeniería de ventas. Sahagún , 13 de Junio de 2015.
- [17] Siemens. Product Lifecycle Management PLM Software Inc. Teamcenter 11. 2015. Siemens.
- [18] Pablo, Suarez. Manufactura en el ensamble de faros. [entrev.] Mendoza Tenopala Jesus Felipe. Sahagún, 2015 de Junio de 15.
- [19] Inc., Minitab. Minitab 16.2.0. 2010. LEAD Technologies Inc..
- [20] FlexSim Software Products, Inc. FlexSim problem solved. Orem, Utah, USA : s.n., 2014. www.flexSim.com.
- [21] Systemes, 3D VIA Dassault. 3D VIA Composer. US : s.n., 2008.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla para determinar la intensidad luminosa de un faro [8]

FRONT TURN SIGNAL LAMP PHOTOMETRY REQUIREMENTS (Table 1 of 2)(see TABLE VI of FMVSS No. 108)																
GROUP NUMBER	TEST POINT (degrees)	MIN. RATIO COMBINED W/PARKING LAMP	MIN. RATIO COMBINED W/CLEARANCE LAMP	BASE REQUIREMENTS						2.5X BASE REQUIREMENTS						
				MINIMUM PHOTOMETRIC INTENSITY ⁽¹⁾⁽²⁾ (cd)			GROUP MINIMUM PHOTOMETRIC INTENSITY (cd)			MINIMUM PHOTOMETRIC INTENSITY ⁽¹⁾⁽²⁾ (cd)			GROUP MINIMUM PHOTOMETRIC INTENSITY (cd)			
				Lighted Sections			Lighted Sections			Lighted Sections			Lighted Sections			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	20L	5U	3	3	25	30	35	130	155	180	62.5	75	87.5	325	387.5	450
		5D	-	3	25	30	35				62.5	75	87.5			
	5L	10U	3	3	40	48	55				100	120	137.5			
		10D ⁽³⁾	-	3	40	48	55				100	120	137.5			
2	10L	5U	3	3	75	88	100	250	295	340	187.5	220	250	625	737.5	850
		H	3	3	100	120	140				250	300	350			
		5D	-	3	75	88	100				187.5	220	250			
		5U	5	5	175	205	235				437.5	512.5	587.5			
3	H	V	5	5	200	240	275	950	1130	1295	500	600	687.5	2375	2825	3237.5
		V	5	5	200	240	275				500	600	687.5			
		5R	5	5	200	240	275				500	600	687.5			
		V	5D	-	3	175	205				235	437.5	512.5			
4	10R	5U	3	3	75	88	100	250	295	340	187.5	220	250	625	737.5	850
		H	3	3	100	120	140				250	300	350			
		5D	-	3	75	88	100				187.5	220	250			
		5R	10U	3	3	40	48				55	100	120			
5	20R	10D ⁽³⁾	-	3	40	48	55	130	155	180	100	120	137.5	325	387.5	450
		5U	3	3	25	30	35				62.5	75	87.5			
		5D	-	3	25	30	35				62.5	75	87.5			
		5D	-	3	25	30	35				62.5	75	87.5			

- (1) The measured values at each test point must not be less than 80% of the minimum value.
- (2) The photometric intensity values between test points must not be less than the lower specified minimum value of the two closest adjacent test points on a horizontal or vertical line.
- (3) Where turn signal lamps are mounted with their axis of reference less than 750 mm. above the road surface photometry requirements below 5° down may be met at 5° down rather than at the specified required downward angle.
- (4) When a clearance lamp on a vehicle 2032 mm. or more in overall width is combined with a front turn signal lamp and the maximum luminous intensity of the clearance lamp is located below horizontal and within a 1.0° radius around the test point, the ratio for the test point may be computed by using the lowest value of the clearance lamp luminous intensity within the generated area.

Anexo 2. EWI 0680 ajuste de faros [17]

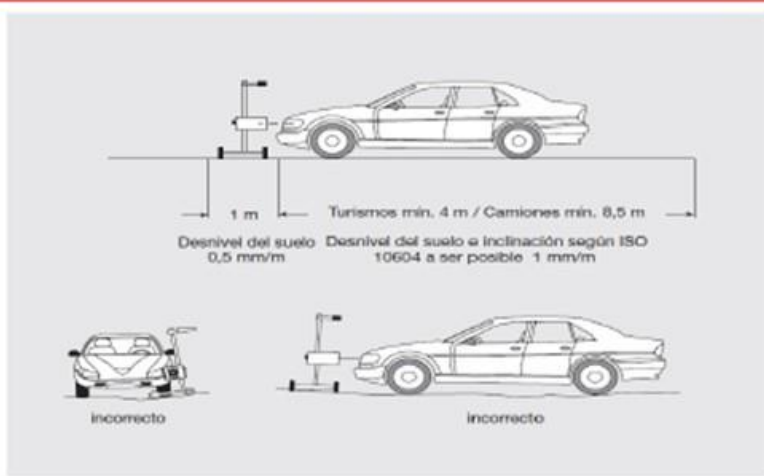
INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA <small>IT 466-70</small>							
NO. DE EWL:	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A
DISCIPCIÓN				AJUSTE DE FAROS		ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR		DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	DC38000758
				Regloscopio HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico		NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN1 7-1000
						ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA
						TIEMPO DE OPERACIÓN	30

0680

Condiciones de operación: Deberá cumplirse con las condiciones siguientes para la alineación de los faros.

Nota: Al realizar el ajuste es necesario encender el motor de la unidad y mantenerlo encendido para realizar correctamente el ajuste y evitar que la batería se descargue.

3.1 Superficie de apoyo plana (según ISO 10 604) para aparatos reguladores móviles SPA 007 732-091/-101/- 081 en posición de reposo



Atención: La naturaleza y el estado de la superficie del suelo son factores decisivos para una correcta regulación de los faros.



Seguir las indicaciones de nota 14, que refiere la instalación DC38000758.

Para la alineación de faros principales hacer uso del equipo de reglaje ajustando a 3% el equipo siguiendo el patrón de la tabla de luz de cruce asimétrica, deberá obtenerse un valor menor o igual a 1.2 lux.

CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Vease Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Dov aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:			MANEJO DE RESIDUOS:	
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.			Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.	
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN COORDINADOR DE MANUFACTURA	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA			ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA GERENTE DE MANUFACTURA

INA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA					
NO. DE EWL		MODELO:	FECHA DE ELABORACIÓN:	REVISIÓN:	MARZO 15, 2018		
C21 - 0680	RUNNER 9G	15/03/2018	A				
DESCRIPCIÓN		AJUSTE DE FAROS		ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA		
				DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:	DCS/000600		
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO		HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR		NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN1 7-1000		
		Regloscopio HELLA (8PA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico		ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA		
				TIEMPO DE OPERACIÓN	30		

INSTRUCCIONES PARA ALINEACIÓN DE LUCES PRINCIPALES



1.- La unidad tendrá que estar estática en su estación de trabajo y sin personal sobre la unidad, para poder realizar las operaciones de alineación de luces.

2.- Colocar el regloscopio HELLA (8PA 007.732-22), frente a la unidad a una distancia de 30 – 70 cm del punto más cercano del vehículo.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:		MANEJO DE RESIDUOS:		
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.		
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN COORDINADOR DE MANUFACTURA	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA			ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA IT-MA-70					
NO. DE EWL	C21-0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN: A	MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN	AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA		
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO	HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR			DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	DCS800800		
	Regloscopio HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico			NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN17-1080		
				ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA		
				TIEMPO DE OPERACIÓN	50		

3.- Orientación del aparato óptico hacia el automóvil (con visor de banda ancha).

Nota: Los aparatos con base de ruedas deben enderezarse para cada faro que se vaya a comprobar, si no son fijos.



a) Regular regloscopio en la superficie del piso
El nivel de la caja óptica del aparato de reglaje se ajusta mediante la graduación de la palanca manual (3.0) en el interior de la burbuja de aire (en su caso, a cada lado del faro)
Para ello es preciso aflojar ambos tornillos de bloqueo.
Tras el ajuste, fijar los tornillos de bloqueo con una llave hexagonal SW5.



b) Aflojar el bloqueo de la columna (3.1).
Colocar la caja óptica (3.2) con visor de banda ancha (3.3) de forma que la línea del visor (la ranura) alcance la misma altura y toque de forma simétrica los puntos del eje longitudinal del vehículo.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:			
Vease Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura			
EQUIPO DE MEDICIÓN:			MANEJO DE RESIDUOS:			
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.			Si tu operación genera residuos, asegure disponerlos en los contadores especiales para cada tipo.			
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:	ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA	
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA		GERENTE DE MANUFACTURA	

		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA					
		P.M.A.10					
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 90	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN				AJUSTE DE FAROS		ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR		DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:	DC3800000
				Regulador HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico		NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN1 7-1060
						ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA
						TIEMPO DE OPERACIÓN	30



c) Ajustar el bloqueo de la columna (3.1) sin bloquear la orientación. Si se aflojan los tornillos (3.4), el visor de banda ancha (3.3) puede desplazarse hacia la derecha o izquierda para obtener una mejor visión.



d) Ajuste vertical del visor de banda ancha (3.3). Los puntos proyectados en el automóvil deben estar por debajo de la altura del visor. Tras aflojar la rueda manual (3.5), el soporte del visor puede ajustarse a la columna a la altura requerida.



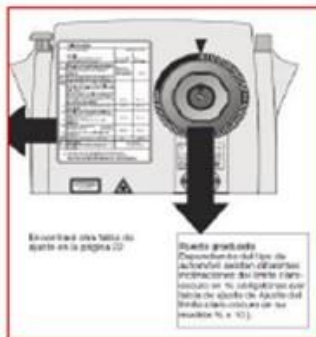
CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:			MANEJO DE RESIDUOS:	
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.			Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.	
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA	ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA IT-44-39					
NO. DE EWL:	C21-0660	MODELO:	RUNNER 90	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN				AJUSTE DE FAROS		ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR		DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:	DC3800000
				Reglajecoplo HELLA [BPA 007.732-22], Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico		NIVEL DE INGENIERÍA:	EON17-1060
						ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA
						TIEMPO DE OPERACIÓN	30

4.- El aparato de reglaje se coloca delante del faro que se va a comprobar. Orientar la caja óptica hacia el centro del faro, apoyándose con la empuñadura (3.6).



5.- Girar la rueda graduada (3.7) hasta el tope. El láser se enciende aproximadamente en unos 15 segundos.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:		PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Vease Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura		
EQUIPO DE MEDICIÓN:			MANEJO DE RESIDUOS:		
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.			Si tu operación genera residuos, asegure disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.		
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:	ING. IVAN E. SAAVEDRA ALCANTARA
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA		GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA # 44-39					
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 90	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A MARZO 15, 2018
DISCRIPCIÓN	AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA		
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO	HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR			DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	DC3800800		
   	Reglocopto HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico			NIVEL DE INGENIERÍA:	EON17-1090		
				ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA		
				TIEMPO DE OPERACIÓN	30		



Alinear la caja óptica de forma que el punto rojo del láser que se proyecta sobre el dispersor quede en el centro del faro o, en el caso de los dispersores transparentes, se proyecte la lámpara directamente.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:		MANEJO DE RESIDUOS:		
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.		
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA	ING. IVAN E. SAAVEDRA ALCANTARA
				GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA IT 486-39						
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A	MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN				AJUSTE DE FAROS		ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA	
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR		DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:	DC3800800	
Regulador de velocidad, Casco, Guantes, Zapatos de seguridad				Regulador HELLA (8PA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico		NIVEL DE INGENIERÍA:	ECH1 7-1000	
						ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA	
						TIEMPO DE OPERACIÓN	30	

6.- Centrada la caja óptica al faro, se debe girar la rueda graduada al 3% según lo correspondiente a la tabla de ajuste que indica el equipo para la alineación del límite claro-oscuro.



7.- Encender las luces del vehículo y ajustar de manera manual la luz de cruce (baja) y luz de carretera (alta), conforme a especificaciones del proveedor o fabricante.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:			MANEJO DE RESIDUOS:	
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.			Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.	
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA	ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA
				GERENTE DE MANUFACTURA

		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA II 494-79					
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN: A	MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN	AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA		
				DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	DC3800600		
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO	HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR			NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN1 7-1060		
	Regloscopio HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y piezas de mecánico			ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA		
				TIEMPO DE OPERACIÓN	30		

Luz de cruce:



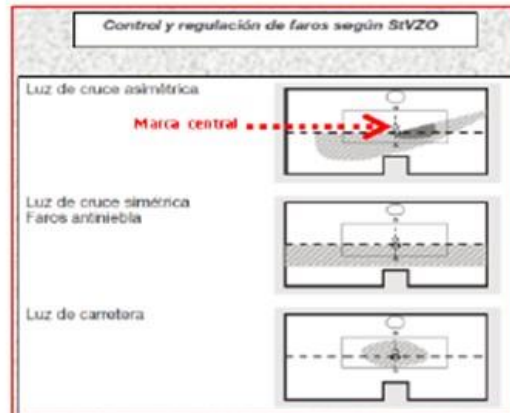
Luz de carretera:

Nota: Repetir desde paso 4 para ajuste de los faros restantes.

CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura	
EQUIPO DE MEDICIÓN:		MANEJO DE RESIDUOS:		
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.		
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN COORDINADOR DE MANUFACTURA	APROBADO POR: ING. IVAN E. SAAVEDRA ALCANTARA GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA						
		IT 466-70						
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A	MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN		AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:		INGENIERÍA	
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO		HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR			DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:		DC3800060	
		Regloscopio HELLA (EPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico			NIVEL DE INGENIERÍA:		EON17-1060	
					ÁREA QUE EMITE:		MANUFACTURA	
					TIEMPO DE OPERACIÓN		30	

Se muestran graficas según manual de instrucción del aparato de reglaje de faros universal serie IV de HELLA.



8.- Luxómetro fotoeléctrico.

Mediante la célula fotoeléctrica del luxómetro se puede controlar, una vez regulados los faros, si se supera el grado máximo de deslumbramiento permitido en la luz de cruce y si se alcanza la intensidad luminosa mínima requerida en la luz de carretera, o se supera la intensidad luminosa máxima en la luz de carretera.

Ajustar la rueda graduada según la tabla de reglaje.

Luxómetro:

a) Luz de cruce:

Pulsar tecla del luxómetro, leer el valor.

Valores:

Faros principales $\leq 1,2$ Lux

CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:	TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura
EQUIPO DE MEDICIÓN:		MANEJO DE RESIDUOS:	
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		Si tu operación genera residuos, asegure disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.	
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA
APROBADO POR:		APROBADO POR:	ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA
			GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA					
NO. DE EWL		MODELO:	FECHA DE ELABORACIÓN:	REVISIÓN:	MARZO 15, 2018		
C21 - 0680	RUNNER 9G	15/03/2018	A				
DESCRIPCIÓN	AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA		
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				DIAGRAMA DE INSTALACIÓN:	DC3800600		
HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR				NIVEL DE INGENIERÍA:	EON1 7-1000		
Regloscopio HELLA (SPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico				ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA		
				TIEMPO DE OPERACIÓN	30		

b) Luz de carretera:

Pulsar tecla del luxómetro y leer el valor.
 Valores:
 48 – 240 Lux para faros halógenos o faros principales.
 70 – 180 Lux para faros principales xenón.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:	TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:			
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad		
EQUIPO DE MEDICIÓN:		b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura			
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		MANEJO DE RESIDUOS:			
		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.			
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:	ING. IVAN E. SAAVEDRA ALCANTARA
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA		GERENTE DE MANUFACTURA

DINA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA						
		IT-MA-39						
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A	MARZO 15, 2018
DESCRIPCIÓN	AJUSTE DE FAROS			ÁREA DE PROCEDENCIA:	INGENIERÍA			
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO	HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR			DIAGRAMA DE INSTALACIÓN	DCI8000800			
   	Regloscopio HELLA [SPA 007.732-22], Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico			NIVEL DE INGENIERÍA:	ECN1.7-1000			
				ÁREA QUE EMITE:	MANUFACTURA			
				TIEMPO DE OPERACIÓN	30			

Notas:

A manera de referencia se muestran los luxes obtenidos de los datos resultantes en las pruebas de luces en alineación de faros diseño Dina 20145738 referencia Hella 906268011AT.

Luz de cruce:

Valores:
Faros principales $\leq 1,2$ Lux



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:	TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura
EQUIPO DE MEDICIÓN:		MANEJO DE RESIDUOS:	
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.	
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA
APROBADO POR:		APROBADO POR:	ING. IVAN E. SAAVEDRA ÁLCANTARA
			GERENTE DE MANUFACTURA

INA		INSTRUCCIÓN DE TRABAJO ELECTRÓNICA					
		IT-466-39					
NO. DE EWL	C21 - 0680	MODELO:	RUNNER 9G	FECHA DE ELABORACIÓN:	15/03/2018	REVISIÓN:	A
DESCRIPCIÓN				ÁREA DE PROCEDENCIA:		INGENIERÍA	
AJUSTE DE FAROS				DIAGRAMA DE INSTALACIÓN		D-3800800	
EQUIPO DE SEGURIDAD OBLIGATORIO				NIVEL DE INGENIERÍA:		EON17-1060	
				ÁREA QUE EMITE:		MANUFACTURA	
HERRAMIENTAS Y EQUIPO A EMPLEAR				TIEMPO DE OPERACIÓN		30	
Regloscopio HELLA (EPA 007.732-22), Desarmador de cruz, Desarmador plano y pinzas de mecánico							

Luz de carretera:

Valores:

36-38 Lux para faros de halógeno o faros principales.



CRITERIOS DE ACEPTACION DE CALIDAD:		TRAZABILIDAD:	PLAN DE CONTINGENCIA EN CASO DE DUDA O ENSAMBLE:	
Veáse Procedimientos:	Instructivo para Alineación de Luces	PICKING LIST	a) Reviso mi Operación, Materiales, Herramientas, Características de Unidad	
EQUIPO DE MEDICIÓN:		b) Doy aviso a mi Supervisor e Ingeniero de Manufactura		
Verifica que tu equipo de medición esté siempre en condiciones y dentro de Vigencia de Calibración, reportalo si no es el caso.		MANEJO DE RESIDUOS:		
		Si tu operación genera residuos, asegura disponerlos en los contenedores especiales para cada tipo.		
ELABORADO POR:	ING. J. ARTURO MEJIA VAZQUEZ	REVISADO POR:	ING. ANTONIO AGUILAR JAEN	APROBADO POR:
	ING. DE MANUFACTURA		COORDINADOR DE MANUFACTURA	ING. IVAN E. SAAVEDRA ALCANTARA
				GERENTE DE MANUFACTURA