

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE  
DE EJES CARDÁNICOS DE DANA TRANSEJES COLOMBIA.**

**ANGIE YISETH ROBLES JEREZ**



**TRANSEJES COLOMBIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2009**

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE  
DE EJES CARDÁNICOS DE DANA TRANSEJES COLOMBIA.**

**ANGIE YISETH ROBLES JEREZ**

**Proyecto de grado para optar al título de  
Ingeniera Industrial**

**Director (a)**

**Dra. Myriam Leonor Niño López**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA  
2009**

## DEDICATORIA

*A Dios  
Por sus infinitas bendiciones, por iluminar y guiar mi vida.*

*A mis padres Henry y Nancy  
Mi motivo de orgullo, por su infinito amor,  
Sacrificio y apoyo incondicional en el trayecto vivido.*

*A Diana y Silvia  
Por compartir todos los momentos de mi vida.*

*A mi tía Alix por su amor, consejo y apoyo incondicional.*

*A Jhon por apoyarme incondicionalmente,  
Por ser mi ilusión y por alegrar cada momento de mi vida.*

*A mi familia por creer en mí y por estar presentes en cada etapa de mi vida.*

*A mis maestros por ser fuente de enseñanza.*

*A todos mis amigos y amigas por las experiencias vividas.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Por medio de estas cortas líneas deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a:

Doctora Myriam Leonor Niño López, Docente de la escuela de estudios industriales y empresariales y directora de proyecto por su valiosa guía, aportes, sugerencias y apoyo incondicional.

A la empresa DANA TRANSEJES COLOMBIA por la oportunidad de realizar mi práctica empresarial y desarrollar este proyecto en una de sus líneas de producción.

Al grupo de compañeros de la empresa por toda la colaboración prestada.

A todas y cada una de las personas que hicieron posible la realización exitosa de este proyecto de grado, muchas gracias.

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 1  |
| 1. MARCO INSTITUCIONAL .....  | 3  |
| 1.1. NATURALEZA DEL NEGOCIO .....                                       | 3  |
| 1.2. RESEÑA HISTORICA .....   | 3  |
| 1.3. PRODUCTOS Y SERVICIOS.....   | 5  |
| 1.4. MERCADOS Y CLIENTES .....  | 5  |
| 1.5. CULTURA ORGANIZACIONAL.....  | 6  |
| 1.5.1. Visión. ....   | 6  |
| 1.5.2. Misión.....  | 6  |
| 1.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....                                    | 6  |
| 1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ÁREAS FUNCIONALES .....                 | 7  |
| 1.8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....                                      | 9  |
| 1.8.1. OBJETIVO GENERAL.....  | 9  |
| 1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                      | 10 |
| 1.8.3. ALCANCE DEL PROYECTO.....  | 10 |
| 2. MARCO TEÓRICO .....  | 12 |
| 2.1. MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....                      | 12 |
| 2.2. LA ESTRATEGIA DE LAS CINCO ESES .....                              | 14 |
| 2.3. SIMULACIÓN.....  | 15 |
| 2.3.1. Definición .....   | 15 |
| 2.3.2. Consideraciones de un modelo de simulación:.....                 | 15 |
| 2.3.3. Etapas en un proyecto de simulación .....                        | 16 |
| 2.3.4. Razones para simular.....  | 17 |
| 2.3.5. Promodel.....  | 17 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL EJE CARDÁNICO .....                                  | 19 |
| 3.1. DEFINICIÓN.....  | 19 |
| 3.2. FUNCIÓN DEL EJE CARDÁNICO .....                                    | 20 |
| 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....                             | 22 |
| 4.1. ANÁLISIS PORCENTUAL DE PRODUCCIÓN PARA LAS FAMILIAS....            | 25 |
| 4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LOS EJES<br>CARDÁNICOS..... | 26 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.3.   | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LA FAMILIA DE LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES.....                           | 32 |
| 4.3.1. | Descripción de las operaciones de subensamble para ejes cardánicos dobles.....                                 | 35 |
| 4.3.2. | Descripción del proceso de ensamble de los ejes cardánicos dobles .....  | 36 |
| 4.3.3. | Descripción del proceso de suministro de material para el ensamble de los ejes cardánicos dobles .....         | 39 |
| 4.4.   | ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES.....  | 40 |
| 4.4.1. | Evaluación de las operaciones .....  | 40 |
| 4.4.2. | Tiempos de ciclo de las operaciones de subensamble y del proceso de ensamble de los ejes cardánico dobles..... | 41 |
| 4.4.3. | Preparación de equipos:.....   | 43 |
| 4.5.   | ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES .....                                       | 46 |
| 4.6.   | ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE EJES CARDÁNICOS.....                         | 49 |
| 4.6.1. | Paradas no planificadas en el recurso restrictivo de la línea de ensamble .....                                | 50 |
| 4.6.2. | Alta acumulación de producto en proceso .....  | 52 |
| 4.6.3. | Medios de suministro de material no adecuados .....  | 54 |
| 5.     | PROPUESTAS DE MEJORA.....  | 56 |
| 5.1.   | ANÁLISIS DE CARGAS DE TRABAJO .....  | 56 |
| 5.1.1. | DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE CARGA DE TRABAJO.....   | 56 |
| 5.1.2. | PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE TRABAJO.....   | 59 |
| 5.2.   | PROPUESTA DE EXTERNALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE SUBENSAMBLE DE COMPONENTES .....                            | 65 |
| 5.2.1. | Reubicación y mejora subensamble de los tubos insonorizados .....  | 67 |
| 5.2.2. | Celda de trabajo para el subensamble de kits de rodamiento central .....                                       | 70 |
| 5.2.3. | Reubicación de la operación 80 ensamble de componentes (yugo brida) .....                                      | 74 |
| 5.3.   | PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS MEDIOS DE SUMINISTRO PARA LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS.....                    | 80 |
| 5.3.1. | Medios para el suministro de material sin ensamblar .....  | 82 |
| 5.3.2. | Medios de suministro de material subensamblado .....   | 85 |
| 5.4.   | PROPUESTA DE SOSTENIMIENTO DEL PROGRAMA DE 5S's EN LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS.....                            | 88 |

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| 5.4.1. | Ficha Estándar de 5s´s.....   | 90  |
| 5.4.2. | Ficha de caracterización del procedimiento de las jornadas de orden y limpieza de la línea .....        | 92  |
| 5.4.3. | Lista de chequeo para el control del estado de 5 S's.....   | 93  |
| 5.5.   | PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL TAMAÑO DEL LOTE DE ENTRADA A LA LÍNEA DE ENSAMBLE.....                 | 95  |
| 5.5.1. | Recolección y análisis de datos.....  | 97  |
| 5.5.2. | Modelo de simulación proceso de ensamble de ejes cardánicos.....  | 98  |
| 5.5.3. | Selección del mejor escenario para determinar el tamaño de lote de entrada a la línea de ensamble ..... | 110 |
| 6.     | IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS .....  | 113 |
| 6.1.   | PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA.....   | 113 |
| 6.2.   | EJECUCIÓN DE LOS PLANES DE TRABAJO DE LAS PROPUESTAS  | 114 |
| 6.2.1. | Externalización de las operaciones de subensamble.....  | 115 |
| 6.2.2. | Mejoramiento de los medios de suministro.....   | 127 |
| 6.2.3. | Sostenimiento del programa de 5s´s en la línea de ejes cardánicos                                       | 132 |
| 6.3.   | ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN .....  | 138 |
| 6.3.1. | ANÁLISIS DEL INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS .....                            | 138 |
| 6.3.2. | ANÁLISIS DEL INDICADOR DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS .....                               | 140 |
| 7.     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....  | 142 |
| 7.1.   | CONCLUSIONES.....   | 142 |
| 7.2.   | RECOMENDACIONES.....  | 145 |
| 8.     | BIBLIOGRAFÍA.....   | 146 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Estructura Organizacional DANA TRANSEJES COLOMBIA .....                                   | 7  |
| Figura 2. Ejes cardánicos .....   | 19 |
| Figura 3. Componentes de un eje cardánico .....   | 21 |
| Figura 4. Ubicación eje cardánico.....  | 21 |
| Figura 5. Análisis porcentual de las cifras de producción año 2009 .....                            | 26 |
| Figura 6. Diagrama de proceso .....   | 27 |
| Figura 7. Esquema de la línea de ejes cardánicos.....   | 28 |
| Figura 8. Familia de cardanes pesados .....   | 29 |
| Figura 9. Familia de cardanes dobles .....  | 30 |
| Figura 10. Familia de cardanes sencillos .....  | 30 |
| Figura 11. Familia cardanes super pesados .....   | 31 |
| Figura 12. Análisis porcentual de la producción de las aplicaciones .....                           | 33 |
| Figura 13. Diagrama de ensamble de ejes cardánicos dobles .....                                     | 34 |
| Figura 14. Componente espiga azul deslizante .....  | 36 |
| Figura 15. Plano de la planta y rutas de suministro para la línea .....                             | 39 |
| Figura 16. Diagrama de flujo de los ejes cardánicos dobles .....                                    | 43 |
| Figura 17. Tiempos de preparación de equipos .....  | 44 |
| Figura 18. Diagrama de causa-efecto.....  | 50 |
| Figura 19. Operarios en las operaciones de subensamble .....  | 51 |
| Figura 20. Ubicación de los puestos de trabajo para subensambles.....                               | 51 |
| Figura 21. Acumulación de producto en proceso .....   | 53 |
| Figura 22. Suministro de material a los puesto de subensamble .....                                 | 54 |
| Figura 23. Medios de suministro de material para la línea de subensamble .....                      | 54 |
| Figura 24. Presentación y socialización del diagnóstico de la situación actual del<br>proceso ..... | 55 |
| Figura 25. Diagrama de Gantt proceso de ensamble cardán doble NPR.....                              | 57 |
| Figura 26. Gráfica resumen distribución actual de cargas de trabajo .....                           | 58 |
| Figura 27. Diagrama de precedencia proceso de ensamble cardán doble.....                            | 62 |
| Figura 28. Propuesta de distribución de estaciones.....   | 63 |
| Figura 29. Gráfica resumen distribución propuesta de cargas de trabajo por<br>operario.....         | 64 |
| Figura 30. Comparativo entre las distribuciones actual y propuesta de cargas de<br>trabajo.....     | 65 |
| Figura 31. Paradas no planificadas línea ejes cardánicos .....                                      | 67 |
| Figura 32. Ubicación del puesto de trabajo del subensamble tubos insonorizados.....                 | 68 |
| Figura 33. Gráfica total de actividades retrabajos .....  | 69 |
| Figura 34. Ubicación del puesto de trabajo del subensamble kits de rodamiento ..                    | 70 |
| Figura 35. Diagrama de hilos.....   | 73 |
| Figura 36. Propuesta celda de trabajo para subensamble kits de rodamiento .....                     | 73 |
| Figura 37. Recorrido de un eje cardánico doble.....   | 74 |
| Figura 38. Diagrama de proceso actual vs propuesto .....  | 75 |
| Figura 39. Dispositivos instalados en la prensa de 60 toneladas (vista superior)..                  | 76 |
| Figura 40. Resumen de costos de implementación propuesta de externalización ..                      | 80 |
| Figura 41. Estantería kanban ejes cardánicos .....  | 81 |
| Figura 42. Material sin ensamblar para ejes cardánicos .....  | 83 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 43. Puntos de suministro a la línea de ejes cardánicos dobles .....               | 84  |
| Figura 44. Componentes subensamblados kit de rodamiento y conjunto yugos ...             | 86  |
| Figura 45. Costos de fabricación nuevos medios de suministro.....                        | 87  |
| Figura 46. Reunión de 5 S's en la línea de ejes cardánicos.....                          | 89  |
| Figura 47. Formato ficha estándar 5 S's .....  | 91  |
| Figura 48. Formato ficha de caracterización del procedimiento de las jornadas ...        | 92  |
| Figura 49. Formato lista de chequeo para el control del estado de 5 S's .....            | 93  |
| Figura 50. Diagrama secuencia Promodel parte 1 .....                                     | 101 |
| Figura 51. Gráfica nivel de acumulación promedio de producto en proceso .....            | 107 |
| Figura 52. Comportamiento del estado de los puestos de trabajo.....                      | 107 |
| Figura 53. Niveles de acumulación de material por escenario .....                        | 108 |
| Figura 54. Tiempos de proceso y espera por escenario .....                               | 109 |
| Figura 55. Tiempos de proceso y espera por escenario .....                               | 110 |
| Figura 56. Relación tiempo promedio de espera vs nivel de acumulación promedio .....     | 111 |
| Figura 57. Comparativo tamaño de lote actual vs lote par 30 .....                        | 111 |
| Figura 58. Reuniones de socialización de las propuestas de mejora .....                  | 114 |
| Figura 59. Diagrama plan de trabajo subensamble tubos insonorizados .....                | 115 |
| Figura 60. Antes de la mejora.....   | 116 |
| Figura 61. Después de la mejora (reubicación).....                                       | 117 |
| Figura 62. Diagrama plan de trabajo celda subensamble kit de rodamiento .....            | 117 |
| Figura 63. Prensa logan antes y después de la mejora .....                               | 118 |
| Figura 64. Zona de trabajo para el subensamble kit antes de la mejora .....              | 120 |
| Figura 65. Nueva celda de trabajo para realizar el subensamble kit .....                 | 120 |
| Figura 66. Diagrama plan de trabajo reubicación operación 80 (yugo brida) .....          | 121 |
| Figura 67. Dispositivos para ensamble de componentes yugo fijo- yugo brida ...           | 122 |
| Figura 68. Pruebas de funcionalidad de los dispositivos .....                            | 123 |
| Figura 69. Diferencia de ensamble de los componentes en la operación 30.....             | 125 |
| Figura 70. Comparativo tiempos de procesamiento antes y después de la mejora .....       | 126 |
| Figura 71. Diagrama plan de trabajo mejoramiento de los medios de suministro             | 127 |
| Figura 72. Prototipo de los nuevos medios de suministro .....                            | 128 |
| Figura 73. Preparación del material para la ejecución de las pruebas del prototipo ..... | 129 |
| Figura 74. Medios de suministro antes de la mejora .....                                 | 129 |
| Figura 75. Recorrido suministro de material a la línea de ejes cardánicos .....          | 130 |
| Figura 76. Desplazamiento antes y después de la mejora.....                              | 131 |
| Figura 77. Tiempos de preparación y suministro antes y después de la mejora .            | 132 |
| Figura 78. Diagrama plan de trabajo mejora de sostenimiento del programa 5 S's .....     | 133 |
| Figura 79. Capacitación de 5 S's línea de ejes cardánicos .....                          | 133 |
| Figura 80. Gráfica del estado de 5 S's por puesto de trabajo Junio-Julio 2009 ...        | 137 |
| Figura 81. Tendencia del estado de 5 s's en la línea de ensamble de ejes cardánicos..... | 138 |
| Figura 82. Indicador de productividad línea de ejes cardánicos.....                      | 139 |
| Figura 83. Indicador OEE línea de ejes cardánicos .....                                  | 141 |

## LISTA DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Familias de ejes cardánicos.....  | 22  |
| Tabla 2. Cifras de producción de 2009 .....  | 25  |
| Tabla 3. Resumen de datos para el análisis porcentual.....                               | 25  |
| Tabla 4. Producción de las aplicaciones primer semestre 2009.....                        | 32  |
| Tabla 5. Subensambles para ejes cardánicos dobles .....                                  | 35  |
| Tabla 6. Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de cardánes dobles ..... | 37  |
| Tabla 7. Operaciones en la línea de ensamble de ejes cardánicos.....                     | 40  |
| Tabla 8. Tiempos de ciclo cardánes dobles NPR.....                                       | 42  |
| Tabla 9. Tiempos de ciclo cardánes dobles I-190 .....                                    | 42  |
| Tabla 10. Tiempos de preparación de equipos (cambio aplicación).....                     | 44  |
| Tabla 11. Tiempos de preparación (aplicación cardán doble) .....                         | 45  |
| Tabla 12. Capacidad instalada mensual de cardánes NPR .....                              | 47  |
| Tabla 13. Capacidad instalada mensual de cardánes I-190.....                             | 47  |
| Tabla 14. Capacitación instalada promedio para cardánes dobles .....                     | 48  |
| Tabla 15. Tasa de utilización de la capacidad de la línea para cardánes dobles ..        | 49  |
| Tabla 16. Datos de acumulación de material .....   | 53  |
| Tabla 17. Orden y tiempos del ensamble para un eje cardánico doble .....                 | 57  |
| Tabla 18. Resumen distribución actual de cargas de trabajo .....                         | 58  |
| Tabla 19. Orden propuesto y tiempos del ensamble para un cardán doble.....               | 61  |
| Tabla 20. Resumen de distribución propuesta de cargas de trabajo por operario.           | 64  |
| Tabla 21. Tabla de relaciones.....   | 72  |
| Tabla 22. Tabla de relaciones y razones .....  | 72  |
| Tabla 23. Valor .....  | 72  |
| Tabla 24. Listado del herramental.....   | 77  |
| Tabla 25. Dispositivos para ensamblar el conjunto yugo fijo-yugo brida .....             | 78  |
| Tabla 26. Demanda mensual de cardánes dobles 2009 .....                                  | 85  |
| Tabla 27. Registro de bitácoras línea ejes cardánicos .....                              | 103 |
| Tabla 28. Registro de resultados modelo Promodel.....                                    | 104 |
| Tabla 29. Registro corridas Promodel vs datos reales .....                               | 104 |
| Tabla 30. Escenarios evaluados .....   | 106 |
| Tabla 31. Niveles de acumulación de material por escenario .....                         | 108 |
| Tabla 32. Tiempos de proceso y espera por escenario.....                                 | 109 |
| Tabla 33. Listado de los participantes en las reuniones.....                             | 114 |
| Tabla 34. Tiempo total de procesamiento de un eje antes y después de la mejora .....     | 126 |
| Tabla 35. Desplazamiento antes y después de la mejora .....                              | 131 |
| Tabla 36. Tiempos de preparación y suministro antes y después de la mejora...            | 132 |
| Tabla 37. Resultados de auditorías 5 S's Junio-Julio 2009 .....                          | 136 |
| Tabla 38. Resumen de resultados .....  | 136 |

## LISTA DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo A. Registro de toma de tiempos ejes cardánicos dobles.....  | 147 |
| Anexo B. Secuencias de producción en los meses de Enero y febrero, para las aplicaciones relacionadas en el presente proyecto ..... | 162 |
| Anexo C. Constancia de asistencia a la reunión del diagnóstico de la situación actual de la línea de ensamble.....                  | 163 |
| Anexo D. Ayuda visual subensamble de tubos insonorizados y formato control de material defectuoso.....                              | 165 |
| Anexo E. Planos de los dispositivos para ensamble con yugo fijo-yugo brida.....   | 166 |
| Anexo F. Cotización para implementar mejoras externalización de subensambles .....  | 168 |
| Anexo G. Listado de materiales a suministrar en medios móviles (carros) .....   | 170 |
| Anexo H. Diseño de los nuevos medios móviles de la línea ejes cardánicos.....   | 171 |
| Anexo I. Cotización fabricación de los nuevos medios móviles (carros) .....   | 175 |
| Anexo J. Auditoría programa 5 S´s Febrero 2009.....   | 180 |
| Anexo K. Bitácoras de producción par validación del modelo.....   | 181 |
| Anexo L. Resultados 10 replicas del modelo para su validación.....  | 191 |
| Anexo M. Resultados escenarios de evaluación (5 Replicas).....  | 192 |
| Anexo N. Gráficas de nivel de acumulación y tiempos escenarios de evaluación (5 Replicas).....                                      | 193 |
| Anexo O. Plan de control modificado (operación 30).....   | 199 |
| Anexo P. Tiempos de ciclo proceso de ensamble después de la mejora.....   | 203 |
| Anexo Q. Registro de tiempos de preparación y suministro de material .....  | 205 |
| Anexo R. Fichas estándar 5 S´s línea ejes cardánicos .....  | 207 |
| Anexo S. Ficha caracterización procedimiento jornadas de orden y limpieza .....   | 208 |
| Anexo T. Reportes de capacitaciones línea ejes cardánicos .....   | 209 |

## RESUMEN

**TITULO:** MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE EJES CARDÁNICOS DE DANA TRANSEJES COLOMBIA<sup>♦</sup>

**AUTOR:** ROBLES JEREZ, Angie Yiseth<sup>♦♦</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento, Proceso, Ensamble, Subensamble, Productividad, Eficiencia, Ejes cardánicos.

### **DESCRIPCIÓN:**

DANA TRANSEJES COLOMBIA es una organización privada dedicada a fabricar y comercializar productos, sistemas y servicios de alta tecnología con énfasis en el sector automotriz, a través del ensamble de ejes diferenciales, cardánicos y homocinéticos, incluyendo el mecanizado de las partes que conforman los ejes homocinéticos: Juntas Fijas, Tulipas, Interjes y Trípodas.

Se destaca por ser una empresa que está en constante mejoramiento tanto en sus procesos productivos como en la formación y desarrollo de su equipo humano, para satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes. Adoptando esta filosofía se desarrolla el presente proyecto de grado, enfocado al mejoramiento del proceso productivo en la línea de ejes cardánicos.

Para esto, inicialmente se realizó un diagnóstico donde se evaluó la situación actual dentro del proceso de la línea de ensamble, y cuyo objetivo era identificar las causas de los principales problemas y las oportunidades de mejora en las operaciones de ensamble y subensamble.

Contando con la participación activa del equipo de trabajo de la línea de ensamble y tomando como referencia el diagnóstico realizado, se formulan propuestas de mejora direccionadas a incrementar la productividad del proceso. Estas propuestas consistieron básicamente en las externalización de las operaciones de subensamble, el mejoramiento de los medios de suministro, el sostenimiento del programa de 5 S's y la estandarización del tamaño del lote de entrada para generar un flujo de material uniforme.

Finalmente, se procedió a hacer la implementación de dichas propuestas bajo la aprobación de la gerencia de producción, y donde se evidenció un incremento de productividad en la línea al evaluar los resultados con los indicadores de eficiencia y productividad de la empresa.

---

<sup>♦</sup> Proyecto de grado. Modalidad de práctica empresarial.

<sup>♦♦</sup> Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingenierías físico-mecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Programa Ingeniería Industrial; Dra. Myriam Leonor Niño López, directora de proyecto; Ingeniero Elkin Díaz Jiménez, codirector de proyecto.

## ABSTRACT

**TITLE:** IMPROVEMENT OF THE PRODUCTIVE PROCESS IN THE ASSEMBLY LINE OF DRIVE SHAFTS OF DANA TRANSEJES COLOMBIA<sup>♦</sup>

**AUTHOR:** ROBLES JEREZ, Angie Yiseth<sup>♦♦</sup>

**KEY WORDS:** Improvement, Process, Assemble, Subassembly, Productivity, Efficiency, Drive shaft.s

### **DESCRIPTION:**

DANA TRANSEJES COLOMBIA is a private organization dedicated to make and to commercialize products, systems and services of high tech with emphasis in the automotive sector, through the assemble of differential axles, drive shafts and half shaft, include the mechanize of fixed joints, tulips, interconnection shafts and tripods for half shafts.

Stands out for be a company that is constantly improving both in their production processes as in the formation and development of its human team, to meet the needs and expectations of its customers. Adopting this philosophy is developed this degree project, focused to the improvement of the productive process in the assembly line of drive shafts

For this, initially it was made a diagnosis which assessed the current situation within the process of the assembly line, and whose objective was identifying the causes of the major problems and opportunities for improvement in operations of assemble and subassembly.

With the active participation of the staff of the assembly line and with base in the diagnosis, has made suggestions of improvements directed at enhancing the productivity of the process. These proposals basically consisted in the externalization of the operations of subassembly, the improvement of means supply, sustenance of the program of 5-S's and the standardization of size of the batch input to generate a uniform flow of material.

Finally, we proceeded to implement these proposals with the approval of the production management, and which demonstrated an increase in productivity in the line to assess the results with the indicators of efficiency and productivity

---

<sup>♦</sup> Degree Project. Modality practica business.

<sup>♦♦</sup> Faculty of Physic mechanical Sciences UIS; School of Industrial and Enterprise Studies; Industrial Engineering Program; Dra. Myriam Leonor Niño López, Project director; Ingeniero Elkin Díaz Jiménez, Project co director.

## INTRODUCCIÓN

El sector automotor en Colombia representa una fuente clave para el crecimiento de la economía regional y nacional. El alto grado de competitividad que enfrentan actualmente las empresas de este sector impulsa a la implementación de técnicas de mejoramiento continuo en todos sus procesos que permitan lograr elevados índices de productividad, eficiencia y calidad para la permanencia de sus negocios en el mercado.

Para DANA TRANSEJES COLOMBIA es prioridad mantener sus estándares de calidad y cumplir con los requerimientos de sus clientes, es por esta razón que la empresa se ha interesado siempre en la implementación de mejoras en sus procesos productivos, para responder de manera idónea la creciente demanda de productos de óptima calidad y de servicios de alto nivel, de una forma cada vez más rápida y eficiente. Situación que abordó la autora de este proyecto en la práctica empresarial con el mejoramiento del proceso productivo en la línea de ensamble de ejes cardánicos.

Por tanto, se realizó inicialmente un diagnóstico de la situación actual del proceso de ensamble de los ejes cardánicos, el cual consistió en hacer una descripción de las operaciones, seguido de un estudio de métodos y tiempos, un análisis de capacidad y la descripción de las operaciones de suministro de materiales, todo esto con el fin de identificar las fortalezas y los principales problemas de la línea de ensamble.

Una vez identificados los problemas se procedió a la formulación de propuestas enfocadas al mejoramiento del proceso, para esto se realizó una descripción de las causas de los problemas y se definieron los planes de trabajo para cada una de ellas. Estas fueron expuestas ante el comité directivo del área donde se desarrolló el proyecto para su respectiva aprobación.

Para la implementación de las propuestas aprobadas, se inició con una socialización ante el equipo de la línea de ensamble, luego se ejecutaron las

actividades del plan de trabajo donde además se incluyó el entrenamiento para la puesta en marcha de las mejoras y la toma de datos. Finalmente se evaluaron los resultados obtenidos comparando el estado de la línea antes y después de implementadas las mejoras.

En el proceso de elaboración del presente proyecto se contó con la participación activa de la gerencia de producción, el coordinador de producción y del personal operativo de la línea, con el fin de cumplir los objetivos establecidos.

## **1. MARCO INSTITUCIONAL**

### **1.1. NATURALEZA DEL NEGOCIO**

DANA TRANSEJES COLOMBIA es una empresa de carácter privado, filial de DANA CORPORATION, líder mundial en ingeniería, manufactura y distribución de productos y sistemas para los mercados automotriz e industrial. Dedicada principalmente a la producción de ejes diferenciales, cardanes y sistemas modulares. Garantiza a través de su asociación con GKN, el soporte tecnológico para la fabricación de ejes homocinéticos.<sup>1</sup>

Es una organización dedicada al negocio de la transmisión y transformación de potencia en el sector automotor. Está localizada en la zona industrial de Girón, municipio anexo a Bucaramanga. Cuenta con un área total de 50.806 metros cuadrados de los cuales tiene 19.538 construidos entre oficinas, planta y bodega.<sup>2</sup>

### **1.2. RESEÑA HISTORICA**

DANA TRANSEJES COLOMBIA fue fundada el 28 de abril de 1972. Localizada en la Zona Industrial de Girón - Bucaramanga, cuenta además con operaciones en la ciudad de Bogotá, atendiendo de igual forma los mercados de equipo original (ensambladoras), reposición y exportaciones, con la participación de la casa matriz DANA CORPORATION como su principal accionista quien suministra la tecnología de ejes diferenciales y ejes cardánicos. A continuación se reseñan algunos sucesos relevantes para el desarrollo de la organización en el ámbito nacional.

- En 1974: Se iniciaron operaciones de ensamblado de ejes diferenciales, y en 1975-1978: se inició el proceso de mecanizado con el montaje de las líneas de tubos y semiejes.
- 1979-1981: Se iniciaron operaciones de las líneas de yugos de acople.

---

<sup>1</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA. Página de inicio. En: Página oficial DANA TRANSEJES COLOMBIA, [en línea], disponible en: <<http://www.transejes.com/>> [citado en Enero 6 de 2009]

<sup>2</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA 2008. Boletín de despliegue estratégico. 1 ed. 6 p.

- 1981: Instalación de líneas de ejes cardánicos en 1983-1984: Se inició la venta de ejes homocinéticos Mazda.
- En 1986: Puesta en marcha de la línea de mecanizado de juntas fijas.
- 1988: se realizaron cambios en el sistema de producción en línea dedicada al nuevo concepto de producción en celdas.
- 1989: Se realizó el lanzamiento del " Plan excelencia". y en 1990: Se compro la planta Medellín - pistones.
- 1992: Se adquieren líneas de mecanizado denominado GI para la producción de junta móvil de ejes homocinéticos.
- 1995: Transejes se asocia con la multinacional GKN líder en el mercado de ejes homocinéticos. En 1997: Se cerró la planta de Ibagué y se inicia el proceso de certificación QS -9000.
- 1998: Transejes recibe la certificación QS-9000 y traslada la manufactura de cascos, yugos, tubos y semiejes a Danaven, Venezuela.
- 2000: Transejes cuenta desde entonces con un gran socio, GKN de Inglaterra que suministra "Know How" para la manufactura y ensamble de los ejes homocinéticos, generando 154 empleos directos aproximadamente.
- 2001: Se inicia el proceso de implementación de la norma ISO-14001 y en Mayo del 2002 se obtiene la certificación para la planta de Bucaramanga. Se amplía la operación de módulos a un concepto integral del servicio de modularidad y simultáneamente actualizándose electrónicamente todo el proceso de ensamble de esta operación iniciada en 1998 en la ciudad de Bogotá. Se inicia el proceso de certificación de ISO-14001 para la planta de Bogotá y en Agosto del 2002 se certifica la planta de Módulos en Bogotá en QS-9000: 1998 Tercera Parte. Se inicia el proceso de capacitación en ISO TS – 16949 para lograr la certificación en el 2004.
- 2004-2005: Se obtiene la certificación ISO/TS-16949 y entran en etapas de prueba las plantas de Guatiguará y Forcol.
- En el 2005-2006: Se incorporan los servicios con la planta de Sofasa mediante la figura de Outsourcing.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA. Quienes somos. En: Corporativo, [en línea]. <<http://www.transejes.com/quienes.php>> [citado en Enero de 2009]

### **1.3. PRODUCTOS Y SERVICIOS**

Ensamble de Ejes Cardánicos

Ensamble de Ejes Diferenciales

Ensamble de Ejes Homocinéticos

Mecanizado de componentes de Eje Homocinético: Juntas Fijas, Tulipas, Interejes y Trípodes.<sup>4</sup>

### **1.4. MERCADOS Y CLIENTES**

Los productos y servicios que DANA TRANSEJES COLOMBIA fabrica y comercializa están direccionados para atender los requerimientos de las ensambladoras de equipo original tanto en Colombia como Venezuela y Ecuador, además del mercado de reposición que atiende la demanda nacional como la exportación a Venezuela, Ecuador y Argentina.

Algunos de sus clientes para ejes diferenciales y cardánicos de equipo original son: General Motors Colmotores, Sofasa, Compañía Colombiana Automotriz, Navitrans, Non Plus Ultra y Monoblock en Colombia; Danaven TTG y Ford en Venezuela; Maresa y General Motors en Ecuador.

Para ejes homocinéticos están: General Motors Colmotores, Sofasa y Compañía Colombiana Automotriz en Colombia; Ford, General Motors, Danaven SMA, Toyota y Mitsubishi en Venezuela; General Motors - Ómnibus BB en Ecuador. Red de mayoristas para el mercado de reposición con ejes diferenciales, cardánicos, homocinéticos y sus componentes, para el mercado nacional, andino y Mercosur.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA. Diferenciales. En: Productos, [en línea]. <<http://www.transejes.com/prodifere.php>> [citado en Enero 6 de 2009]

<sup>5</sup> SEPÚLVEDA GÓMEZ, Luz Adriana. Diseño e implementación de mejoras en el suministro de materiales a la línea de ensamble de ejes homocinéticos para TRANSEJES S.A. basado en el sistema Kanban. UIS, 2006.

Castillo, Jaime. Presentación de Inducción Organizacional DANA TRANSEJES COLOMBIA 2008.

## **1.5. CULTURA ORGANIZACIONAL**

### **1.5.1. Visión.**

DANA TRANSEJES es una Organización de Clase Mundial, líder en su género en la Región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.

### **1.5.2. Misión.**

DANA TRANSEJES es una Organización de Clase Mundial, líder en su género en la Región Andina, competitiva y confiable en el mercado global, con negocios rentables desarrollados de una manera profesional y ética.

A NUESTROS CLIENTES, Contribución a su desarrollo, satisfaciendo sus necesidades y excediendo sus expectativas.

A NUESTROS ACCIONISTAS, Un continuo incremento en el retorno a su inversión.

A NUESTRA GENTE, Un clima de mutuo respeto y desarrollo integral.

A LA SOCIEDAD, Mayor bienestar y desarrollo, preservando el medio ambiente y cumpliendo con las regulaciones gubernamentales.

A NUESTROS PROVEEDORES, Una relación de largo plazo y mutuo desarrollo.<sup>6</sup>

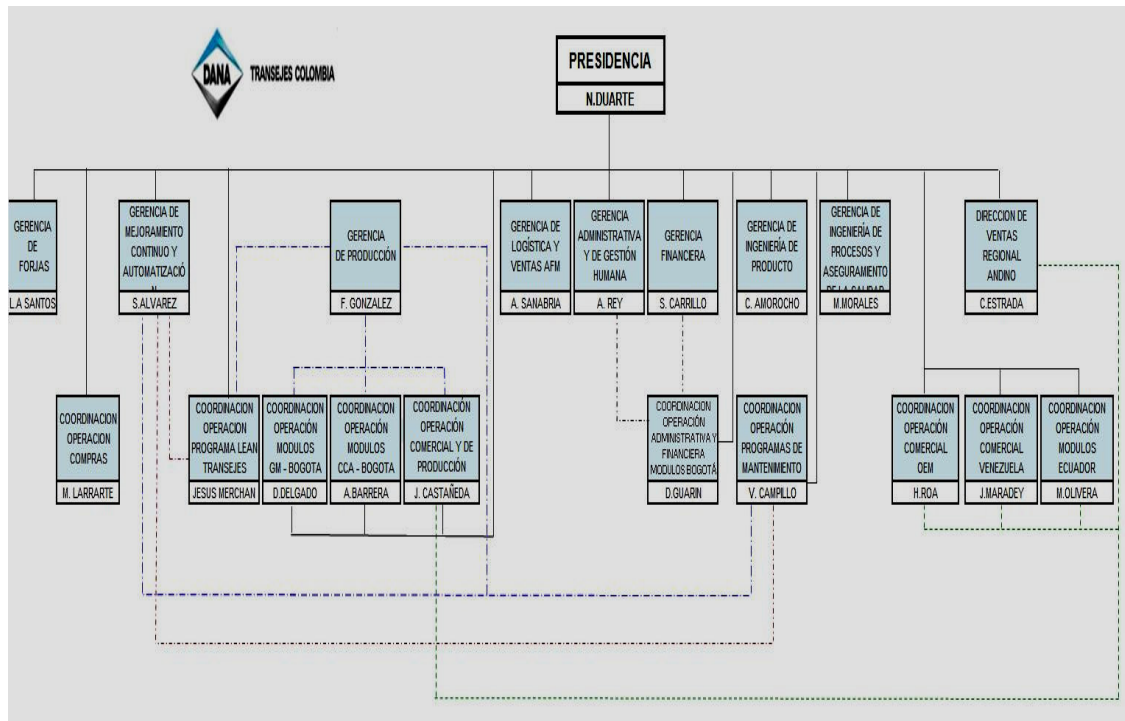
## **1.6. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL**

DANA TRANSEJES COLOMBIA cuenta con una estructura jerárquica de cuatro niveles, conformada en la parte directiva por la presidencia y gerencias de cada área y por coordinadores e ingenieros, outsourcing y OTA's en la parte operativa. (Ver Figura 1).

---

<sup>6</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA. Misión/Visión. En: Corporativo, [en línea]. <<http://www.transejes.com/mivision.php>>[citado en Enero 6 de 2009]

Figura 1. Estructura Organizacional DANA TRANSEJES COLOMBIA



Fuente: Boletín Gestión humana Diciembre - 2008

### 1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ÁREAS FUNCIONALES

**Comercial.** Planea, coordina y controla las estrategias y gestión de mercadeo y promoción para los segmentos de equipo original nacional e internacional de acuerdo con las estrategias comerciales establecidas por la organización y las expectativas del mercado para garantizar el cumplimiento de los objetivos de ventas en cuanto a volumen y rentabilidad.

**Reposición.** Planea, coordina y controla la gestión de ventas para el mercado de reposición de las líneas de tren motriz (Ejes diferenciales, Cardanes y Homocinéticos) de acuerdo con las políticas de la organización para lograr el posicionamiento de los objetivos de venta en cuanto a rentabilidad, distribución y penetración.

**Mejoramiento Continuo y Automatización.** Encargada de planear, desplegar y coordinar los programas de liderazgo, capacitación y motivación que lleven a la organización TRANSEJES y sus filiales al mantenimiento de una cultura de mejoramiento continuo y calidad total buscando la supervivencia en los mercados nacionales e internacionales en el mediano y largo plazo. Dirección de los programas de Automatización de equipos y procesos que buscan mejoras en productividad y calidad para las operaciones de Bucaramanga, Bogotá y Medellín o cualquier otra sede que forme parte de la operación Transejes.

**Logística.** Encargada de dirigir la programación y controlar la entrega, el tránsito y la distribución para todas las empresas del grupo de los materiales productivos, locales y de importación de acuerdo a los programas de ventas, políticas de inventario, presupuesto de divisas y tendencias del mercado, para asegurar el suministro adecuado y oportuno de dichos materiales a las líneas de producción y a su vez la oportuna entrega al cliente final a través de la negociación y coordinación de los medios de transporte requeridos.

Coordinar el diseño y control de las estrategias de mercadeo para el segmento de reposición en las líneas de distribución nacional, mercado andino de exportación y representación de líneas DANA importadas en Colombia.

**Ingeniería y Nuevos Desarrollos.** Dirigir el proceso integrado (factibilidad, diseño, producto y proceso, pruebas de ingeniería preproducción, producción y soporte técnico) del desarrollo y fabricación de productos llevando a cabo así la función esencial de fabricación de productos y soportando técnicamente la otra función esencial de comercialización a través del *know how* del producto.

**Producción.** Encargada de planear, coordinar y controlar la producción de las plantas industriales de TRANSEJES Y THC para garantizar mejora continua en productividad y calidad a través de la utilización eficiente y efectiva de los activos fijos y todos los recursos humanos y técnicos disponibles.

**Gestión Humana.** Encargada de coordinar y controlar la administración del Recurso Humano de la empresa incluidos los contratistas directos y el logro de la eficiencia administrativa de la Organización, de acuerdo a la Ley y las políticas establecidas, además del adecuado estado y seguridad de las instalaciones y los servicios requeridos para su funcionamiento.

**Procesos y Aseguramiento de la Calidad.** Dirigir el desarrollo del proceso de un nuevo producto así como mejorar los procesos de fabricación, dispositivos y herramientas de productos tradicionales con el fin de garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad.

**Financiera.** Debe administrar los recursos financieros de la Organización, planear y controlar el manejo de fondos y evaluar fuentes de financiamiento, optimizar los recursos informáticos y coordinar y dirigir la contabilidad y el control interno (FIT), el presupuesto anual, los seguros y cartera corporativa, con el propósito de tomar decisiones en el momento oportuno para contribuir a la mejor utilización de los recursos y a la maximización de las utilidades.

**Seis sigma black belt.** Encargada de la mejora de procesos estratégicos y el desarrollo de nuevos productos basado en métodos estadísticos para reducir drásticamente el porcentaje de defectos hasta el definido por el cliente.<sup>7</sup>

## **1.8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.8.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de mejoramiento del proceso productivo en la línea de ensamble de ejes cardánicos de DANA TRANSEJES COLOMBIA, que genere flujo continuo y permita incrementar su productividad.

---

<sup>7</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA. Boletín de Gestión Humana 2008.

### **1.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo actual de la línea de ensamble de ejes cardánicos, incluyendo el análisis de las operaciones, un estudio de métodos y tiempos y manejo de materiales, para identificar las falencias y fortalezas del proceso.
- Estimar la capacidad de producción de la línea, evaluando cada uno de los puestos de trabajo que conforman su sistema productivo, de acuerdo a la producción actual.
- Formular e implementar propuestas de mejoras del proceso productivo en la línea de ensamble de ejes cardánicos, con base en el diagnóstico inicial, orientadas a aumentar la productividad de la línea.
- Evaluar los resultados obtenidos de las mejoras implementadas en las operaciones del proceso productivo en la línea de ensamble de ejes cardánicos, diferenciando la eficiencia del proceso antes del estudio y después del mismo.

### **1.8.3. ALCANCE DEL PROYECTO**

El alcance de este proyecto está dirigido a la línea de ensamble de ejes cardánicos, en donde se realizará un análisis de la situación actual, determinando los tiempos de cada una de las operaciones e identificando los despilfarros de la línea; con base en este diagnóstico inicial se identificarán las situaciones problemáticas con oportunidad de mejora, para las cuales se elaborarán propuestas que ayuden a aumentar la productividad del proceso, esto se hará con la participación y retroalimentación continua entre la gerencia de producción, el coordinador de producción y los lets<sup>γ</sup>.

---

<sup>γ</sup> Líderes de los equipos de trabajo de cada línea de producción.

Así mismo, el presente proyecto comprende la implementación de las propuestas viables durante el periodo de desarrollo del proyecto, bajo la previa autorización de la gerencia de producción y la presidencia de la empresa. La finalidad es contribuir al mejoramiento continuo a partir del cumplimiento de los objetivos establecidos, los cuales serán medidos y constatados por medio de los indicadores de gestión de la empresa.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

Actualmente las empresas, independientemente de su tamaño y del sector al que pertenezcan, deben hacer frente a mercados competitivos e innovadores con estrategias que logren alto niveles de satisfacción de sus clientes para poder permanecer vigentes en el mercado. El mejoramiento continuo de los procesos contribuye a solventar las debilidades y afianzar las fortalezas de una empresa u organización.

Un proceso puede definirse como un conjunto de actividades interrelacionadas, que generan un resultado – siempre con mejores posibilidades de solución a partir de una o más entradas que transforma. La ingeniería busca la correlación de las variables, en este caso que garanticen la satisfacción del cliente, por medio de modelos científicos y prácticos que incorporan tecnología e innovación en sus fundamentos; la estandarización por medio de la reducción de las fluctuaciones de las características del proceso, la flexibilidad a través de la variación del producto o proceso como ventaja competitiva, la confiabilidad que determina el grado de funcionamiento del producto de acuerdo a sus especificaciones, la ingeniería de valor por medio de la supresión de elementos innecesarios y el costo como indicador de la eficiencia de todo lo anterior, son los parámetros diferenciadores que se pueden obtener.

Uno de los mecanismos para identificar como se están realizando los procesos actuales, y evaluar las falencias que pueden ser objeto de mejora es el análisis de trabajo, que comprende dos tipos de análisis: uno enfocado en el *método* de ejecución de una tarea y otro al *tiempo* dedicado a dicha ejecución.

El análisis del proceso productivo en general, inicia con la descripción del proceso en forma textual y gráfica. Para ello, se utilizan diferentes diagramas que permiten la comprensión en forma lógica y ordenada de las diferentes etapas del proceso de

fabricación. Entre los más utilizados se encuentran el diagrama de operaciones, de flujo, de recorrido, y de actividad hombre – máquina.

Una vez comprendidas las particularidades de cada proceso, se determina cuáles de ellos son factibles de mejora, reflejada en un aumento de valor para el cliente. En los métodos de trabajo empleados se presentan despilfarros; estos hacen parte de las estrategias de alta efectividad para el mejoramiento de la productividad empresarial, conocidas como las técnicas de producción Justo a Tiempo. Consiste en la eliminación del desperdicio que tiene como resultado a largo plazo un proceso ágil, eficiente y orientado a la calidad que responde a los deseos del cliente y llega a convertirse en una ventaja competitiva. Es descrito como toda actividad, elemento, proceso, etc., que no es útil, que no contribuye a la rentabilidad y que no agrega valor al cliente; puede crearse en cualquier momento del proceso productivo, y en algunos casos es necesario, pero debe trabajarse en la minimización del impacto de dichas actividades que no agregan valor.

Al evaluar el estudio de tiempos, se tienen como objetivos el incremento de la eficiencia de trabajo - que se traduce en una reducción en los costos de producción - y la definición de estándares de tiempo que servirán de información para otros sistemas de la empresa. Este último objetivo apoya el proceso de toma de decisiones, al tener argumentos reales para estimar costos, la capacidad de producción, asignar cargas de trabajo a los operarios, programar la producción, calcular eficiencias y comparar los métodos de trabajo, entre otros. Para poder definir la duración de una tarea debe existir un método previamente definido de ejecución del trabajo, el operario debe realizar la actividad a una velocidad normal que pueda mantener día tras día y debe ser calificado para la ejecución de la labor. Entre las técnicas más utilizadas para desarrollar un estudio de tiempos, se encuentran: estudio de tiempos por cronómetro, por tiempos predeterminados y por muestreo del trabajo.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> ORTÍZ, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Publicaciones UIS.1999.p.23.

## 2.2. LA ESTRATEGIA DE LAS CINCO ESES

Hace parte de las técnicas de producción Justo a Tiempo, y debe ser el primer paso dentro de un programa de mejoramiento de los procesos productivos. Se compone de una serie de actividades cuyo propósito es organizar los lugares de trabajo evacuando el desorden de la planta de producción para nuestro caso. Dado que nada se puede mejorar consistentemente aceptando el desorden como algo natural. Consiste en implementar una serie de pautas que nos ayudan a organizar y mantener ordenadas las áreas de trabajo en cualquier tipo de empresa<sup>9</sup>. Estas pautas, hacen referencia a cinco palabras en Japonés, que son:

- ✓ SEIRI: clasificar, despejar.

Significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios que no se requieren para realizar nuestra labor.

- ✓ SEITON: orden.

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad.

- ✓ SEISO: limpieza.

Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del mantenimiento autónomo (TPM), Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza.

- ✓ SEIKETSU: limpieza estandarizada.

Permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

- ✓ SHITSURE: disciplina.

Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Se puede obtener los beneficios alcanzados con las primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

---

<sup>9</sup> Ibíd., p. 24.

## **2.3. SIMULACIÓN**

### **2.3.1. Definición**

Si bien la palabra simulación tiene distintos significados, dependiendo de su uso, en el terreno de los negocios normalmente se refiere a emplear una computadora para hacer experimentos con un modelo de un sistema real. Se puede emprender los experimentos de la simulación antes de que un sistema real esté operando o para evaluar la respuesta del sistema ante cambios en su estructura.

La simulación es especialmente para situaciones donde el tamaño o la complejidad del problema hacen que las técnicas para la optimización resulten difíciles o impracticables. Por lo tanto, los talleres de las plantas, que se caracterizan por tener complejos problemas de filas de espera, han sido objeto de muchos estudios por vía simulación, al igual que ciertos tipos de problemas de inventarios, distribución física y mantenimiento (por mencionar algunos).

Además, la simulación es útil para enseñar a los administradores y a los trabajadores cómo opera el sistema real, les demuestra los efectos de los cambios en las variables del sistema, cómo controlar en tiempo real y cómo desarrollar ideas nuevas para manejar un negocio.<sup>10</sup>

### **2.3.2. Consideraciones de un modelo de simulación:**

La simulación es una forma de experimentación con un modelo aproximado a un sistema real para determinar cómo los sistemas pueden responder a los cambios en su estructura, secuencia o actividades. Los diseñadores de modelos de simulación nunca deben olvidar que la simulación es una herramienta para la solución de problemas. En la medida en que un modelo bien construido ayude a responder preguntas importantes, la simulación puede ser una útil y poderosa

---

<sup>10</sup> CHASE AQUILANO JACOBS. Administración de producción y operaciones. Bogotá: Mac Graw Hill, 2007.p.215.

técnica. Hay dos interrogantes muy importantes para la persona que diseña un modelo de simulación:

1. ¿Que debería ser contemplado en el modelo?
2. ¿A qué nivel de detalle debe llegarse?

La respuesta a la primera pregunta es, que solo se deben incluir los factores esenciales y que tengan un impacto significativo en los resultados del modelo, como aquellos determinados por el propósito para el que se realice la simulación. La respuesta a la segunda pregunta se da a entender lo que no es la simulación.

La simulación no es una réplica exacta de la realidad; ni siquiera con computadoras de última tecnología podría detallarse todos los elementos del sistema, ya que el tiempo y el costo requerido para construir el modelo no justificarían los resultados obtenidos. La simulación es muy útil para la evaluación de cambios propuestos a sistemas existentes o para el diseño de un nuevo sistema. Un modelo bien construido generará estimaciones en términos de throughput, utilización de recursos, capacidad y tiempos de producción.

### **2.3.3. Etapas en un proyecto de simulación**

Un estudio de simulación aplicado al funcionamiento de cualquier sistema en general, requiere de los siguientes pasos:

- Definición del sistema
- Formulación del modelo
- Recolección de datos
- Desarrollo e implementación del modelo en el computador
- Verificación
- Validación del modelo
- Experimentación
- Interpretación de los resultados
- Documentación del modelo

#### **2.3.4. Razones para simular**

Hay muchas razones válidas para justificar el uso de la simulación, entre las cuales están:

- La simulación estimula la adopción de soluciones creativas a los problemas: La simulación permite probar infinidad de soluciones o posibilidades sin riesgo o temor de error, con un mínimo de costo.
- La simulación permite predecir los resultados: Dirigir un sistema es una acción basada en la predicción; la predicción racional requiere el aprendizaje sistemático y comparaciones de resultados a corto y largo plazo de los posibles cursos alternativos de acción.
- La simulación permite considerar las variaciones del sistema: Abstractar la esencia de un problema se hace más difícil con cada variable adicional. La visión que se puede obtener usando la simulación normalmente se incrementa con el número de variables e interdependencias del sistema. Los modelos de simulación son generalmente imitaciones superiores de sistemas dinámicos y estocásticos, comparados con modelos matemáticos estadísticos o de opinión.
- La simulación promueve soluciones totales: Dividir un problema y atacarlo por separado conduce a la suboptimización. Existe una mayor probabilidad de encontrar soluciones totales cuando un sistema se analiza en conjunto; este es precisamente el tipo de análisis que promueve la simulación.
- La simulación Permite la reducción de costos: realizar experimentos es muy costoso, por lo que generar una abstracción de la realidad con la cual se pueda experimentar, probar cambios y predecir comportamientos y resultados garantiza el ahorro de los costos de experimentación física.<sup>11</sup>

#### **2.3.5. Promodel**

Promodel es una herramienta de simulación que permite diseñar modelos dinámicos de procesos de manufactura involucrando los recursos utilizados y los

---

<sup>11</sup> HARREL, Bateman and Gogg, Mott, System Improvement Using Simulation, 2 ed. Estados Unidos.  
JMI consulting Group and Promodel Corporation, 1992, p. 2.

eventos e interacciones que se presentan típicamente en este tipo de procesos. Está basado en una interfase gráfica y en un proceso de animación que hacen sencilla la labor de modelado y ejecución de los modelos, y además permite personalizar el tiempo de ejecución de la simulación comprimiendo el tiempo real del proceso. En Promodel, todo se ajusta al paradigma de Estaciones, Entidades, Procesamiento, Llegadas y Recursos. Cualquier sistema de manufactura, logística y servicio puede ser modelado utilizando este paradigma.

**Estaciones:** Representan lugares fijos en el sistema. Las entidades son llevadas a estas estaciones para el procesamiento, almacenamiento o cualquier tipo de actividad o toma de decisiones.

**Entidades:** Cualquier cosa que el modelo procesa es llamada entidad. Este puede ser el caso de piezas que se procesan, productos que se mueven a través de los procesos, personas, o incluso documentos como órdenes de trabajo, etc.

**Procesamiento:** El procesamiento describe las operaciones que tiene lugar en cada una de las estaciones, como la cantidad de tiempo que una entidad gasta en una estación de trabajo, los recursos que se necesitan para realizar el proceso y en general Promodel es una marca registrada por PROMODEL CORPORATION. Cualquier evento que ocurra o suceda en la estación, incluyendo la elección del siguiente destino de la entidad

**Llegadas:** Cada vez que una entidad es introducida en el sistema se le conoce como llegada. Generalmente puede establecerse un comportamiento o ciclo de llegadas, que determina el tiempo entre una y otra entada al sistema.

**Operaciones:** Promodel permite simular operaciones comunes en los procesos productivos. Algunas de las operaciones que permite simular Promodel son:

- ✓ Cortar
- ✓ Ensamblar
- ✓ Definición de recursos
- ✓ Definición de redes

### 3. DESCRIPCIÓN DEL EJE CARDÁNICO

#### 3.1. DEFINICIÓN

El eje cardánico es un elemento mecánico que transmite la potencia del motor al eje diferencial. La transmisión es en movimientos rotatorios y según la demanda en revoluciones por minuto (rpm) que el vehículo requiera para transmitir la fuerza. El cardán tiene la ventaja de expandirse, contraerse y cambiar de ángulo de operación según se requiera. Los hay de acoplamientos cortos y largos y son elementos silenciosos, libres de vibración y de larga vida útil, por eso su gran utilización en vehículos grandes y pequeños, así como en cualquier empresa que cuente con maquinaria pesada o ligera que contenga un elemento mecánico de estas características.

Figura 2. Ejes cardánicos



Fuente: DANA TRANSEJES. Manual de inducción técnica.

En el mundo del automóvil, el uso del cardán es generalizado. Se pretende comunicar el giro entre dos ejes que conformen un ángulo relativamente grande (mayor que 20°) se utilizan dos cardanes en serie.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA 2008. Manual de Inducción Técnica. 1 ed. 23 p.

### 3.2. FUNCIÓN DEL EJE CARDÁNICO

En vehículos con motor delantero y tracción trasera, el eje propulsor (eje cardánico) conecta la transmisión con el diferencial para transmitir la fuerza del motor. La transmisión es usualmente fijada en el chasis, mientras que el eje trasero (con ruedas de propulsión y portador del diferencial) es fijado al chasis por medio de muelles y varillajes.

Cuando el vehículo se mueve, las ruedas propulsoras constantemente se mueven hacia arriba y hacia abajo causando que la distancia entre el diferencial y la transmisión cambie. Esto indica que el eje cardánico necesita ajustarse a esa longitud de acuerdo con los movimientos. Por lo tanto, el cardán deberá satisfacer los tres requerimientos indicados:

- Transmitir la salida de potencia del motor suavemente al diferencial.
- Responder adecuadamente a las variaciones en el ángulo de mando que resulte del movimiento ascendente y descendente de las ruedas propulsoras.
- Ajustarse a la longitud requerida mientras se mueve el vehículo.

Cada cardán debe ser alineado y sometido a un proceso de balanceo dinámico, con lo que se asegura un trabajo suave sin vibraciones ni ruidos. Utilizando acero forjado de la más alta calidad, yugos fundidos de alta resistencia y mecanizados con la mejor tecnología, para darle precisión y confiabilidad en cada pieza las cuales son balanceadas una a una, y permiten asegurar la resistencia y durabilidad bajo las más exigentes condiciones de trabajo.<sup>13</sup> Los principales componentes de un eje cardánico son:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Cruceta    | Yugo deslizante |
| Yugo fijo  | Tubo cardánico  |
| Yugo brida | Espiga          |

---

<sup>13</sup> DANA TRANSEJES COLOMBIA 2008. Manual de Inducción Técnica. 1 ed. 24 p.

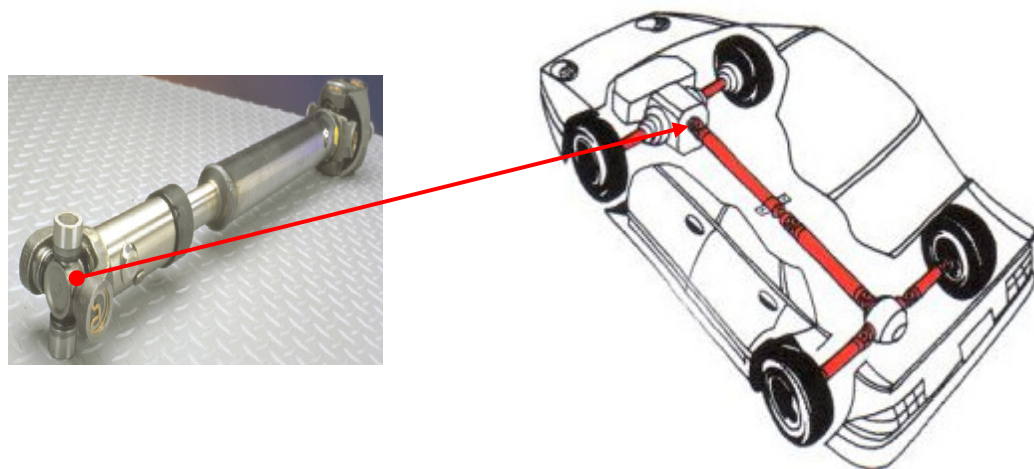
Figura 3. Componentes de un eje cardánico



Fuente: Cartelera Eje Cardánico Spicer, Dana Transejes

Estos componentes permiten que el cardán responda a los cambios y movimientos del vehículo y cada uno de sus especificaciones varía dependiendo del modelo y la construcción de mismo.

Figura 4. Ubicación eje cardánico



Fuente: Presentación de inducción organizacional. DANA TRANSEJES COLOMBIA

#### 4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

El proceso de ensamble de ejes cardánicos se lleva a cabo en un área definida dentro de la planta de producción de 213 m<sup>2</sup>, la empresa tiene agrupados todos los productos que fabrica en familias para cada línea de producción, en este caso la línea de cardanes cuenta con cuatro familias conformadas por aplicaciones con componentes comunes (ver tabla 1).

Cada una de las familias tiene un número determinado de aplicaciones identificadas con su número de parte.

Tabla 1. Familias de ejes cardánicos

| FAMILIA NUMERO 1            |                |
|-----------------------------|----------------|
| DESCRIPCIÓN                 | N/P            |
| TRANS GMC                   | FTR            |
| TRANS GMC                   | FTR            |
| TRANS GMC                   | FSR            |
| TRANS GMC                   | FSR            |
| TRANS GMC                   | FVR            |
| TRANS GMC                   | FVR            |
| TRANS GMC                   | FVR            |
| KODIAK 157                  | 815709-1220    |
| TRANS GMC                   | 131213T-3128   |
| BUS LT-500                  | 132006T-0125   |
| BUS LT-500                  | 132006T-0209   |
| TRANS GMC                   | 133022T-4801   |
| TRANS GMC                   | 133309T-5701   |
| DH1636L Tra                 | 60811015-0821  |
| CARDAN TRASERO              | 69551005-4110  |
| CARDAN TRANSMILENIO         | 6971-1002X     |
| KODIAK 211                  | 815707-2218    |
| KODIAK 241                  | 815707-2628    |
| B-70 DIESEL                 | 815707-2827    |
| KODIAK 157                  | 815707-4114    |
| KODIAK 241                  | 815709-1226    |
| B-70 DIESEL                 | 815709-2507    |
| KODIAK 211                  | 815709-2526    |
| KODIAK 241                  | 815709-3806    |
| B-70 DIESEL                 | 815709-3819    |
| KODIAK 241                  | 815709-3900    |
| KODIAK 211                  | 815709-4827    |
| CARDAN DELANTERO            | 8955-0001/1360 |
| CARDAN DELANTERO            | 89550001-1360  |
| EJE PROPULSOR UNICO CHR-580 | 916604-1       |
| CARDAN DELANTERO            | DXP-1549-5217  |
| CARDAN DELANTERO            | DXP-1549-5416  |
| CARDAN TRASERO              | DXP-1550-4502  |

| FAMILIA NUMERO 2                      |             |
|---------------------------------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN                           | N/P         |
| CARDAN ENCAVA E-NT900 MANUAL          | 130059T-2   |
| EJE PROPULSOR COMPLETO                | 130006T-2   |
| EJE PROPULSOR COMPLETO                | 130006T-3   |
| EJE PROPULSOR COMPLETO                | 130006T-4   |
| EJE PROPULSOR COMPLETO MAZDA B        | 130011T-1   |
| EJE PROPULSOR COMPLETO CON EJE ORIGIN | 130012T-1   |
| NPR                                   | 130059T-3   |
| NPR BUSETA                            | 130014T-10  |
| CRADAN NPR BUSETA VENEZUELA           | 130014T-10V |
| CARDAN COMPLETO NPR-100               | 130014T-4   |
| CARDAN COMPLETO NPR                   | 130014T-6   |
| NPR VZLA                              | 130014T-8   |
| NPR CAMION                            | 130014T-9   |
| CARDAN NPR CAMION VENEZUELA           | 130014T-9V  |
| NAVITRANS 4500                        | 130031T-12  |
| MA 8.5 TCA 3900EE                     | 130031T-2   |
| Rela 4.63                             | 130031T-3   |
| Rela 4.10                             | 130031T-4   |
| CARDAN DOBLE                          | 130031T-5   |
| MA 8.5 TCA 4.200EE                    | 130031T-5   |
| CARDAN DOBLE                          | 130031T-6   |
| BUSETON CON EJE S110                  | 130031T-7   |
| CARDAN COMPLETO NAVITRANS 4500        | 130031T-8   |
| CARDAN DOBLE                          | 130034T-1   |
| NPR LWB                               | 130034T-2   |
| CARDAN TRASERO NPR CON EJE PESADO     | 130037T-1   |
| CARDAN TRASERO                        | 130038T-1   |
| NKR MWB                               | 130039T-1   |
| CARDAN DOBLE                          | 130039T-2   |
| NEW B2600 ALL                         | 130040T-1   |

| FAMILIA NUMERO 2               |             |
|--------------------------------|-------------|
| DESCRIPCIÓN                    | N/P         |
| EJE PROPULSOR                  | 130043T-2   |
| CARDAN DOBLE                   | 130043T-3   |
| CARDAN DOBLE                   | 130043T-4   |
| CARDAN DOBLE                   | 130044T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130048T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130048T-2   |
| CARDAN DOBLE                   | 130050T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130050T-2   |
| CARDAN DOBLE                   | 130055T     |
| CARDAN DOBLE                   | 130055T-1   |
| CARDAN ENCAVA E-NT900 AUTOMATI | 130059T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130059T-3   |
| CARDAN DOBLE                   | 130059T-4   |
| CARDAN DOBLE                   | 130059T-5   |
| CARDAN DOBLE                   | 130060T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130060T-2   |
| CARDAN DOBLE                   | 130061T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130062T-1   |
| CARDAN DOBLE SERIE 1310        | 130065T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130065T-3   |
| I-190 V6 4x4 LSD               | 130065T-5   |
| CARDAN DOBLE                   | 130068T-1   |
| CARDAN DOBLE                   | 130068T-2   |
| CARDAN DOBLE                   | 130068T-3   |
| B/F 2600 4x2                   | 130072T-1   |
|                                | 817262-4    |
| EJE PROPULSOR COMPLETO (1310)  | 916393-5    |
| EJE PROPULSOR COMPLETO (1310)  | 916393-6    |
| EJE PROPULSOR TRASERO          | 919819-2709 |
| HI-LUX 4X2 TRAS                | 922053-1    |
| HI-LUX 4X2                     | 922522-1    |
| CARDAN DOBLE                   | 95515994-2  |

| FAMILIA NUMERO 3               |               |
|--------------------------------|---------------|
| DESCRIPCIÓN                    | N/P           |
| NHR                            | 131208T-3001  |
| NPR LWB                        | 131027T-1916  |
| FTR                            | 131042T-2510  |
| FTR                            | 131043T-3610  |
| EXPLORER                       | 131044T-2203  |
| EJE PROPULSOR DELANTERO        | 131206T-1130  |
| EJE PROPUSOR                   | 132033T-0106  |
| CARDAN SENCILLO                | 132048T-3811  |
| FTR                            | 132062T-3803  |
| EJE PROPULSOR TRASERO-CT SJ-41 | 132201T-0803  |
| Q-CAR 3.0 TRAS                 | 133013T-2114  |
| CARRY ALL                      | 133018T-1518  |
| CARDAN TRASERO                 | 133023T-2900  |
| Q-CAR 2.4 DEL                  | 133104T-2122  |
| Q-CAR 3.0/2.4 DEL              | 133108T-2022  |
| CARDAN DELANTERO ENCAVA SERIE  | 905073-4030   |
| CARDAN DELANTERO ENCAVA SERIE  | 905073-5217   |
| CARDAN DELANTERO ENCAVA SERIE  | 905073-5416   |
| CARDAN TRASERO ENCAVA SERIE 16 | 911065-4318   |
| Q-CAR 2.4 TRAS                 | 916390-2007   |
| EJE PROPULSOR TRASERO          | 916392-3400   |
| CARDAN TRASERO                 | 918274-1918   |
| CARDAN TRASERO                 | 918274-3407   |
| CARDAN TRASERO                 | 919819-2714   |
| PRADO 3 PTAS                   | 922001-0819   |
| PRADO 5 P mec                  | 922001-1103   |
| PRADO 5 P aut                  | 922001-1124   |
| HI-LUX                         | 922054-1414   |
| HI-LUX 4X4 DEL                 | 922059-1      |
| HI-LUX Del                     | 922521-1929   |
| PRADO 3 PTAS                   | 922857-1814   |
| PRADO 5 P aut                  | 922857-2714   |
| PRADO 5 P mec                  | 922857-2816   |
| FAMILIA NUMERO 4               |               |
| DESCRIPCION                    | N/P           |
| MACK GRANITE                   | 806354-0931   |
| MACK VISION                    | 817093-4100   |
| IVECO                          | DXP-1546-1    |
| IVECO                          | DXP-1546-2    |
| IVECO                          | DXP-1551-518M |
| IVECO                          | DXP-1552-1    |
| MACK                           | 806354-0631   |
| MACK                           | 817093-1700   |
| MACK                           | 817093-4500   |
| MACK                           | 817099-1713   |
| IVECO DAILY                    | DXP-1562-1    |
| IVECO DAILY                    | DXP-1563-1    |
| IVECO DAILY                    | DXP-1564-1    |
| IVECO DAILY                    | DXP-1564-2    |

Fuente: Archivo Área de Producción. DANA TRANSEJES COLOMBIA

Para realizar el diagnóstico de la situación inicial de la línea, se evaluaron aspectos importantes como el volumen de producción y el nivel de complejidad del proceso de acuerdo a los productos que ofrece la línea de cardanes y a la agrupación de los mismos. Esta primera etapa se realizó junto con el equipo humano que trabaja en la línea de ensamble, lo que facilitó conocer el proceso y todas las actividades que se desarrollan en el mismo.

#### 4.1. ANÁLISIS PORCENTUAL DE PRODUCCIÓN PARA LAS FAMILIAS

Tomando como base la agrupación por familias y los datos de la secuencia de producción para el presente año, se realizó un análisis porcentual para identificar la familia con mayor volumen de producción. Las cifras de Enero y Febrero del 2009 contienen valores reales y los datos de los meses subsiguientes se tomaron de las proyecciones realizadas según la demanda de los clientes para este año (ver tabla 2).

Tabla 2. Cifras de producción de 2009

| FAMILIAS DE CARDANES |                     | AÑO 2009 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL AÑO |        |
|----------------------|---------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|--------|
|                      |                     | ENE      | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEPT  | OCT   | NOV   |           | DIC    |
| FAMILIA 1            | CARDÁN PESADO       | 8        | 6     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 245   | 219   | 191       | 669    |
| FAMILIA 2            | CARDÁN DOBLES       | 3.073    | 2.066 | 4.039 | 3.720 | 4.300 | 4.163 | 3.990 | 3.498 | 4.237 | 3.964 | 3.890 | 3.352     | 44.292 |
| FAMILIA 3            | CARDÁN SENCILLO     | 805      | 1.938 | 865   | 766   | 740   | 794   | 814   | 794   | 871   | 873   | 783   | 707       | 10.750 |
| FAMILIA 4            | CARDÁN SUPER PESADO | 408      | 539   | 559   | 544   | 483   | 428   | 529   | 478   | 516   | 465   | 416   | 382       | 5.747  |
| TOTAL MES            |                     | 4.294    | 4.549 | 5.463 | 5.030 | 5.523 | 5.385 | 5.333 | 4.770 | 5.624 | 5.547 | 5.308 | 4.632     | 61.458 |

Fuente: Cifras de Producción. Planta Bucaramanga. DANA TRANSEJES.

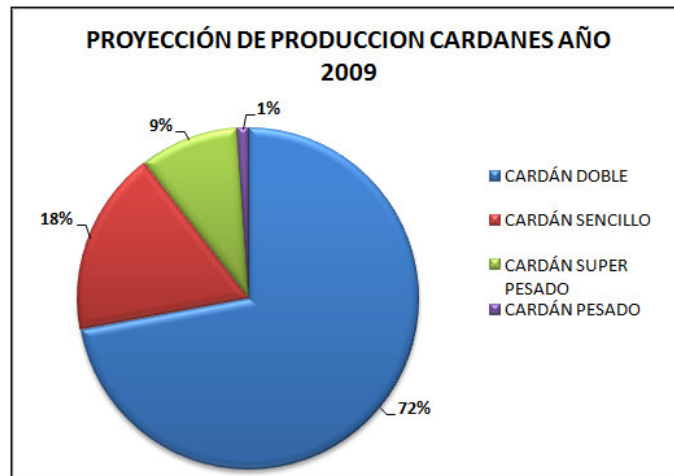
A partir de las cantidades totales de producción de cada familia para el año 2009, se estimó el porcentaje de producción para cada una de las familias de ejes cardánicos (ver tabla 3 y figura 5 respectivamente).

Tabla 3. Resumen de datos para el análisis porcentual

| FAMILIAS DE CARDANES |                     | UNIDADES DE PRODUCCIÓN | % PARTICIPACIÓN | % ACUMULADO |
|----------------------|---------------------|------------------------|-----------------|-------------|
| FAMILIA 2            | CARDÁN DOBLE        | 44.292                 | 72,07%          | 72,07%      |
| FAMILIA 3            | CARDÁN SENCILLO     | 10.750                 | 17,49%          | 89,56%      |
| FAMILIA 4            | CARDÁN SUPER PESADO | 5.747                  | 9,35%           | 98,91%      |
| FAMILIA 1            | CARDÁN PESADO       | 669                    | 1,09%           | 100,00%     |
|                      |                     | 61.458                 | 100,00%         |             |

Fuente: Autora.

Figura 5. Análisis porcentual de las cifras de producción año 2009



Fuente: Autora.

El resultado de este análisis porcentual evidenció que la familia de cardanes dobles representa el 72% del volumen de producción total, por lo cual se puede decir que es la más representativa en cuanto a la producción de la línea.

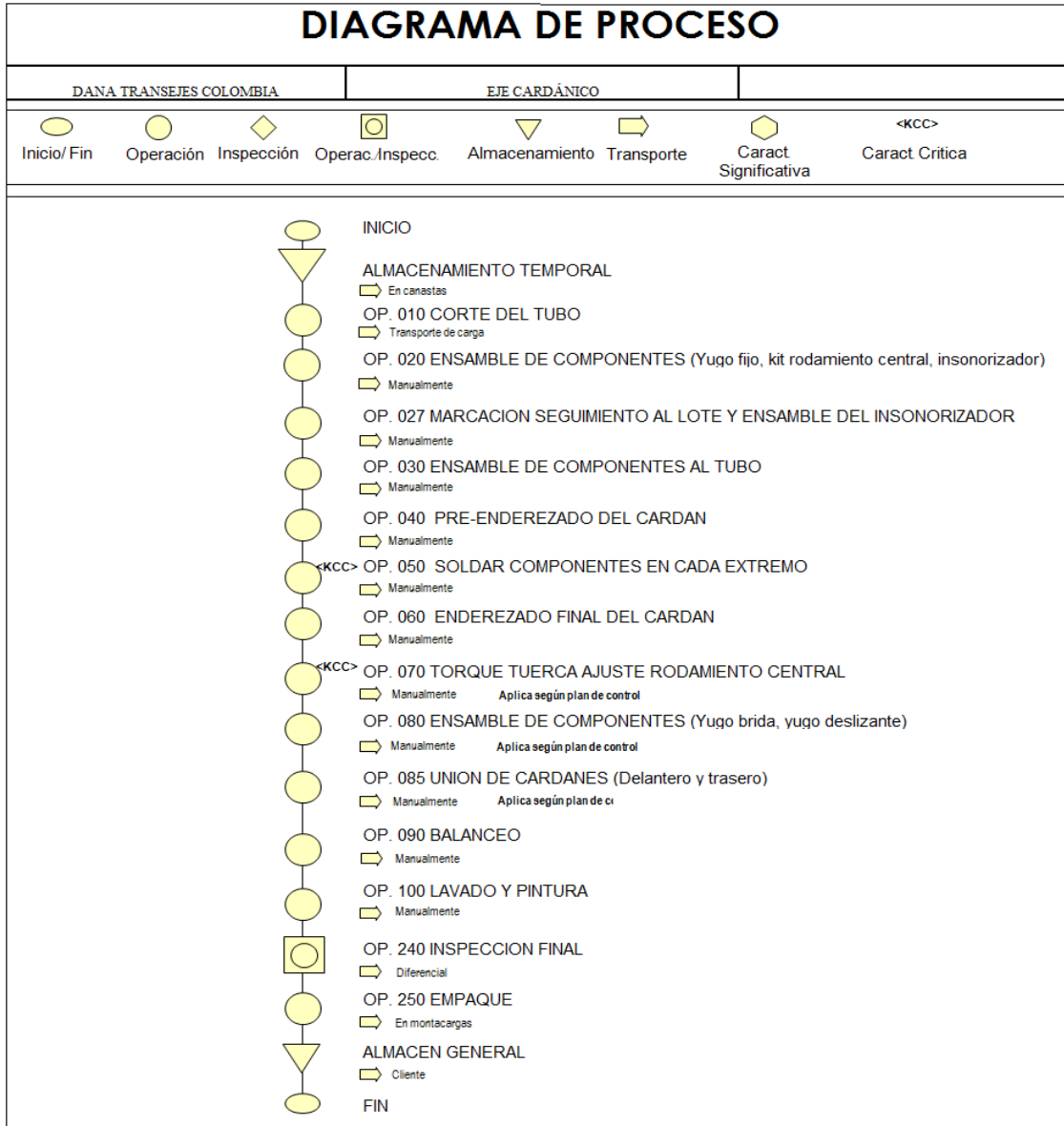
#### 4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LOS EJES CARDÁNICOS

El proceso de ensamble de los ejes cardánicos está compuesto por una serie de operaciones, que se realizan de manera manual o con ayuda de equipos de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los ejes que se fabrican.

En la figura 6 se puede observar el diagrama de proceso de ensamble de un eje cardánico, es importante aclarar que antes de iniciar el proceso de ensamble se ejecutan las operaciones 10 y 20, en donde la operación 10 consiste en el corte del tubo y biselado, el cual se realiza en la planta de Forcol, proveedor directo de Dana Transejes Colombia, quien debe suministrar los tubos cortados y con los estándares de calidad requeridos por los clientes; asimismo se deben realizar actividades de sub-ensambles para conformar los diferentes componentes de cada uno de los cardanes, las cuales están relacionadas en la operación 20.

El proceso cuenta con tres operaciones críticas: la operación 30 ensamble de componentes desarrollada en la prensa de 60 Toneladas, la operación 50 soldadura de componentes en el soldador semiautomático Hobart y la operación 90 balanceo de los cardanes en la balanceadora de control numérico.

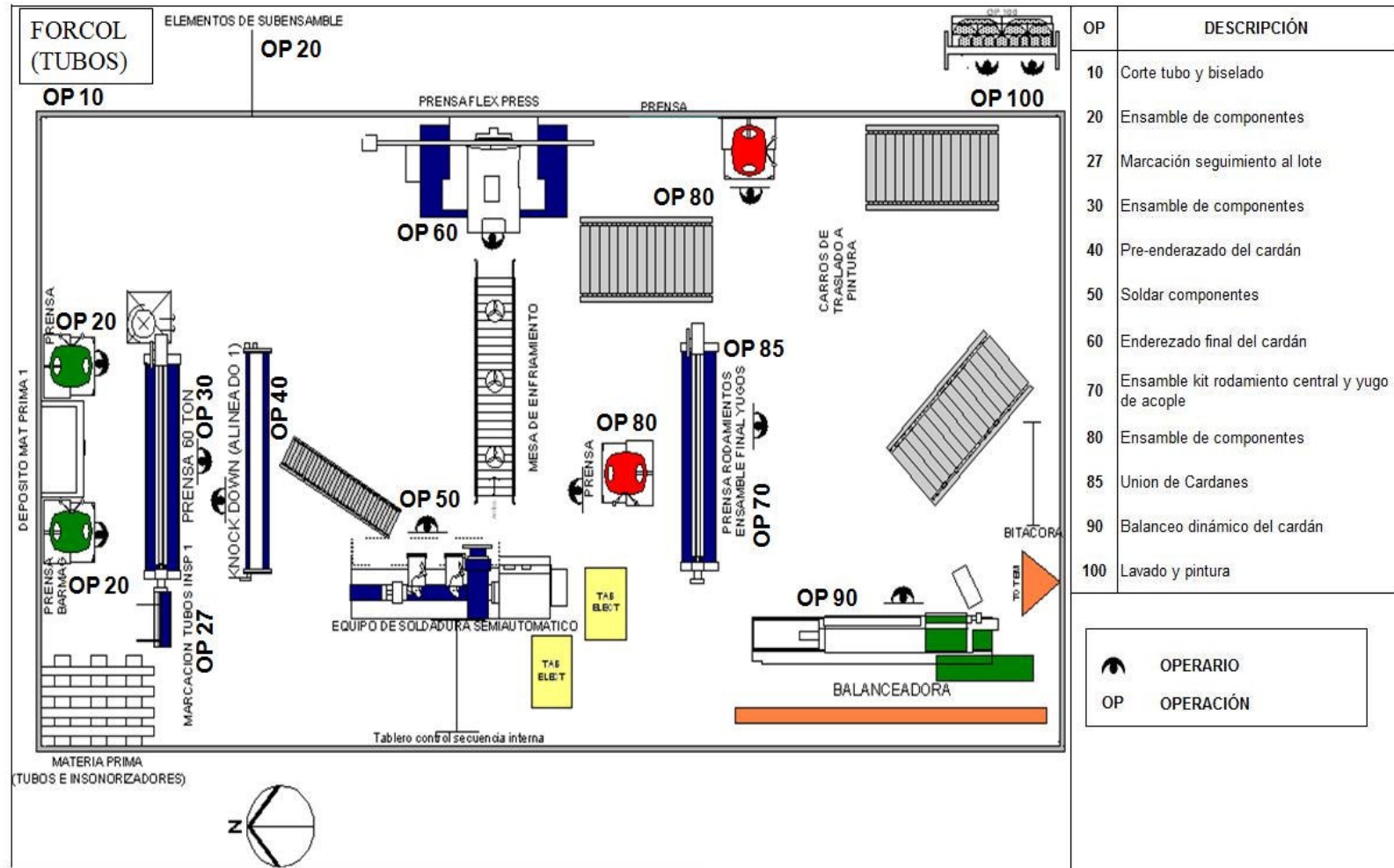
Figura 6. Diagrama de proceso



Fuente: DANA TRANSEJES. Área de calidad y procesos.

Se elaboró un esquema de la distribución de la línea, con los equipos, las operaciones que se realizan en cada una de ellos y el número de operarios que se necesitan para llevar a cabo el proceso (ver figura 7).

Figura 7. Esquema de la línea de ejes cardánicos

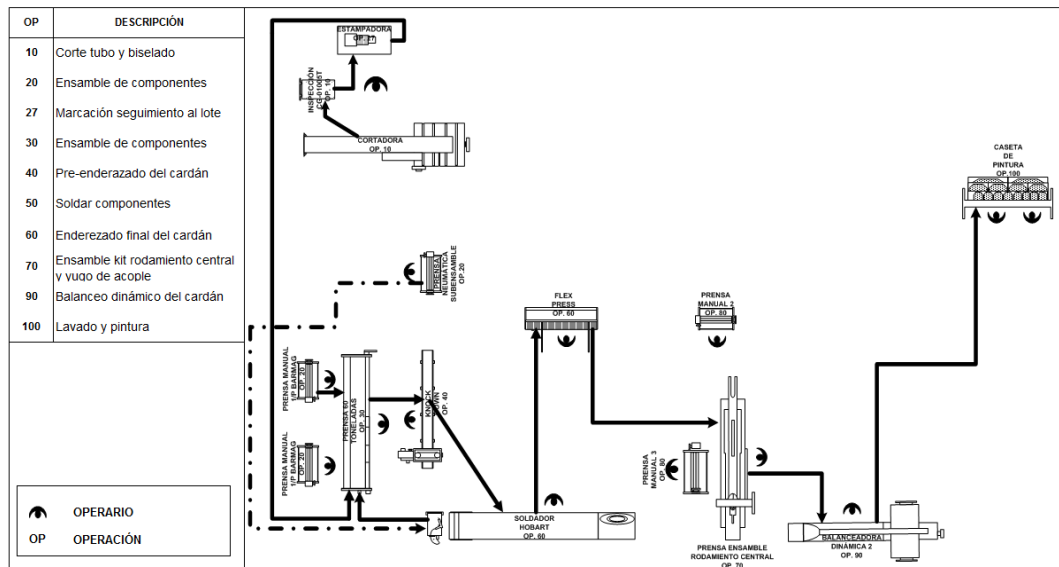


Fuente: Autora.

Cada una de las familias de productos tiene definido sus operaciones y los componentes que requiere para fabricar las diferentes aplicaciones de ejes cardánicos.

En la figura 8 se muestra las operaciones que se deben realizar para la familia de cardanes pesados y el recorrido que hace en ellas.

Figura 8. Familia de cardanes pesados

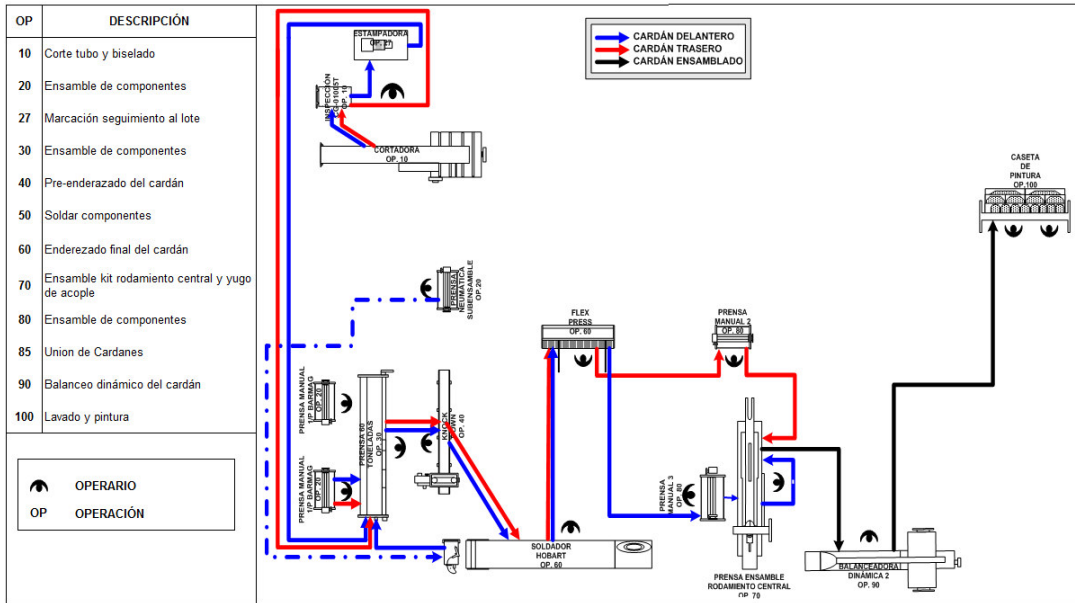


Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción.

Para la familia de cardanes dobles se ensambla un cardán sencillo denominado delantero y otro denominado cardán trasero, los cuales son empalmados en la prensa de rodamiento (operación 85), formando así lo que se llama el cardán doble.

En la figura 9 se muestran las operaciones que se deben realizar para la familia de cardanes dobles y el recorrido que hace en ellas. La línea de color rojo indica el recorrido de un cardán trasero y la línea de color azul indica el recorrido de un cardán delantero.

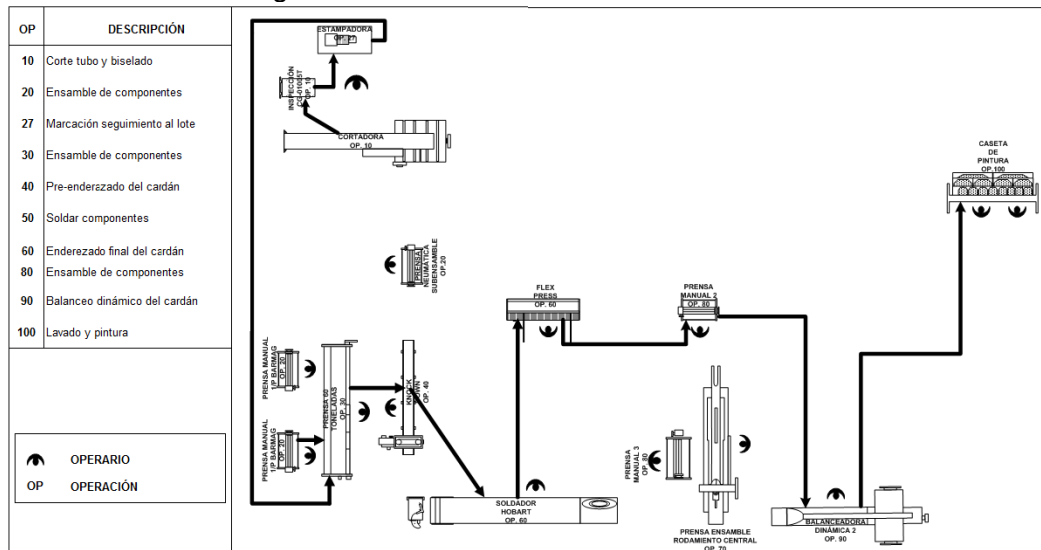
Figura 9. Familia de cardanes dobles



Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción.

La familia número tres que son cardanes sencillos está conformada por cardanes livianos. En la figura 10 se muestra las operaciones que se deben realizar para esta familia y el recorrido que hace en ellas.

Figura 10. Familia de cardanes sencillos

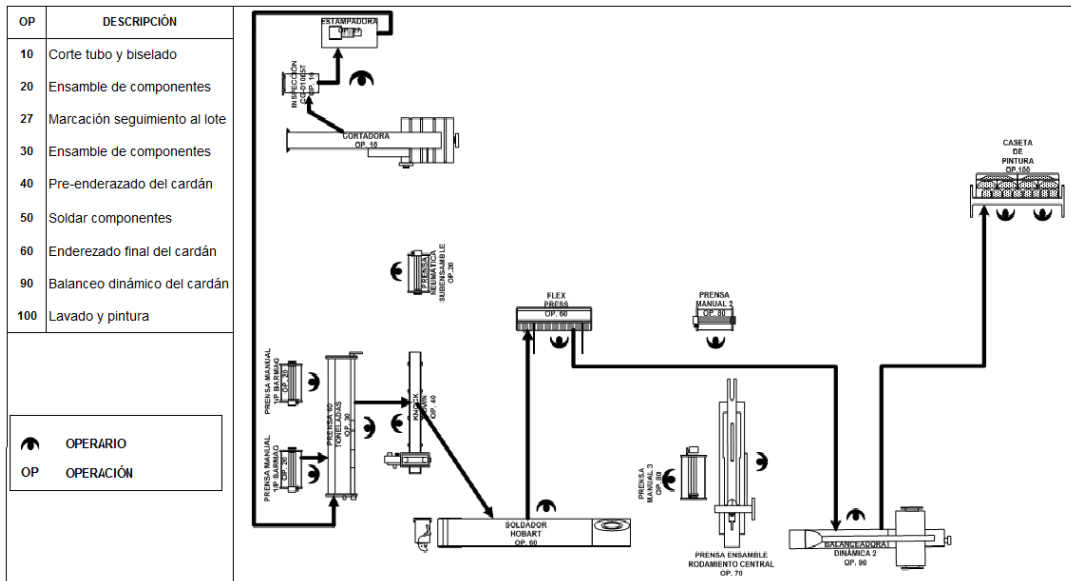


Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción.

En la familia número cuatro se producen los cardanes super pesados, los cuales tiene un peso entre 24 y 30 kg aproximadamente.

En la figura 11 se muestra las operaciones que se deben realizar para esta familia y el recorrido que hace en ellas.

Figura 11. Familia cardanes super pesados



Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción.

Como se puede ver, la familia de cardanes dobles tiene un proceso de ensamble más complejo en comparación a las demás familias, debido a que cuenta con dos tipos de cardanes y cada uno de ellos contienen varios componentes que deben ser subensamblados previamente.

A partir del análisis del volumen de producción de las familias y del nivel de complejidad de sus procesos, se toma como referencia para el presente estudio la familia de ejes cardánicos dobles, teniendo en cuenta que dentro del proceso de esta familia de aplicaciones se encuentran incluidas todas las operaciones de las demás.

#### 4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE LA FAMILIA DE LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES

En la familia de ejes cardánicos dobles se cuenta con un gran número de aplicaciones, por lo cual se hace necesario agrupar estas aplicaciones de acuerdo a la similitud de sus procesos y a sus componentes. Esto se hizo con base a los datos de producción del primer semestre, determinando así las de mayor demanda y las más representativas.

Las cifras de producción para estas aplicaciones se tomaron del cierre de los meses de Enero y Febrero de 2009 y para los meses subsiguientes se tomaron las proyecciones (ver tabla 4).

Tabla 4. Producción de las aplicaciones primer semestre 2009

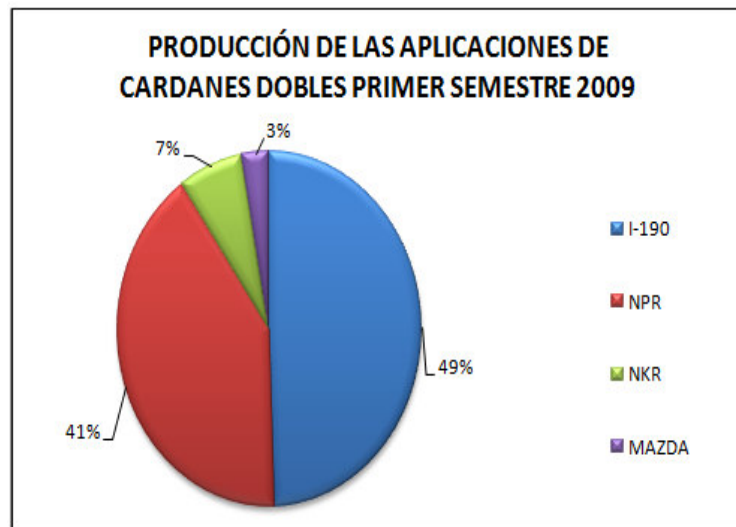
| NUMERO DE PARTE | APLICACIÓN        | NOMBRE DE FAMILIA | AÑO 2009 |     |      |      |     |     | UNIDADES PRODUCIDAS | TOTAL FAMILIA | %   |
|-----------------|-------------------|-------------------|----------|-----|------|------|-----|-----|---------------------|---------------|-----|
|                 |                   |                   | ENE      | FEB | MAR  | ABR  | MAY | JUN |                     |               |     |
| 130048T-1       | I-190             | I-190             | 90       | 90  | 0    | 30   | 30  | 12  | 252                 | 6133          | 49% |
| 130050T-1       | I-190             |                   | 90       | 120 | 60   | 15   | 60  | 30  | 375                 |               |     |
| 130050T-2       | I-190             |                   | 90       | 60  | 450  | 210  | 180 | 240 | 1230                |               |     |
| 130065T-1       | I-190 Eje CKD     |                   | 660      | 660 | 707  | 450  | 570 | 750 | 3797                |               |     |
| 130065T-5       | I-190 Eje CKD     |                   | 30       | 30  | 59   | 0    | 45  | 30  | 194                 |               |     |
| 130068T-3       | I-190 Eje DANA    |                   | 45       | 120 | 0    | 30   | 60  | 30  | 285                 |               |     |
| 130059T-3       | NPR new camion    | NPR               | 816      | 618 | 1352 | 1063 | 934 | 889 | 4783                | 5056          | 41% |
| 130059T-4       | NPR buseta        |                   | 24       | 42  | 36   | 43   | 68  | 60  | 273                 |               |     |
| 130039T-1       | NKR MWB           | NKR               | 60       | 48  | 132  | 70   | 107 | 98  | 515                 | 848           | 7%  |
| 130039T-2       | NKR III Venezuela |                   | 131      | 24  | 30   | 70   | 72  | 6   | 333                 |               |     |
| 130042T-1       | MAZDA             | MAZDA             | 60       | 180 | 0    | 20   | 40  | 60  | 360                 | 360           | 3%  |
|                 |                   |                   | TOTAL    |     |      |      |     |     | 12397               | 12397         |     |

Fuente: Autora.

El resultado de este análisis evidenció que las aplicaciones I-190 y NPR representan el 49 y 41 % respectivamente de la producción de cardanes dobles (ver figura 12), su gran volumen de producción se debe a la alta demanda de estos productos, los cuales se están exportando actualmente a países como Venezuela y Ecuador.

Por esta razón, bajo la directriz de la gerencia de producción se determinó centrar el seguimiento y análisis de la situación actual para estas dos aplicaciones, teniendo en cuenta que los problemas que se puedan identificar a lo largo del periodo de análisis y las propuestas de mejoras que se formulen estarán cubriendo implícitamente todas la familia de cardanes dobles la cual es objeto de estudio.

Figura 12. Análisis porcentual de la producción de las aplicaciones

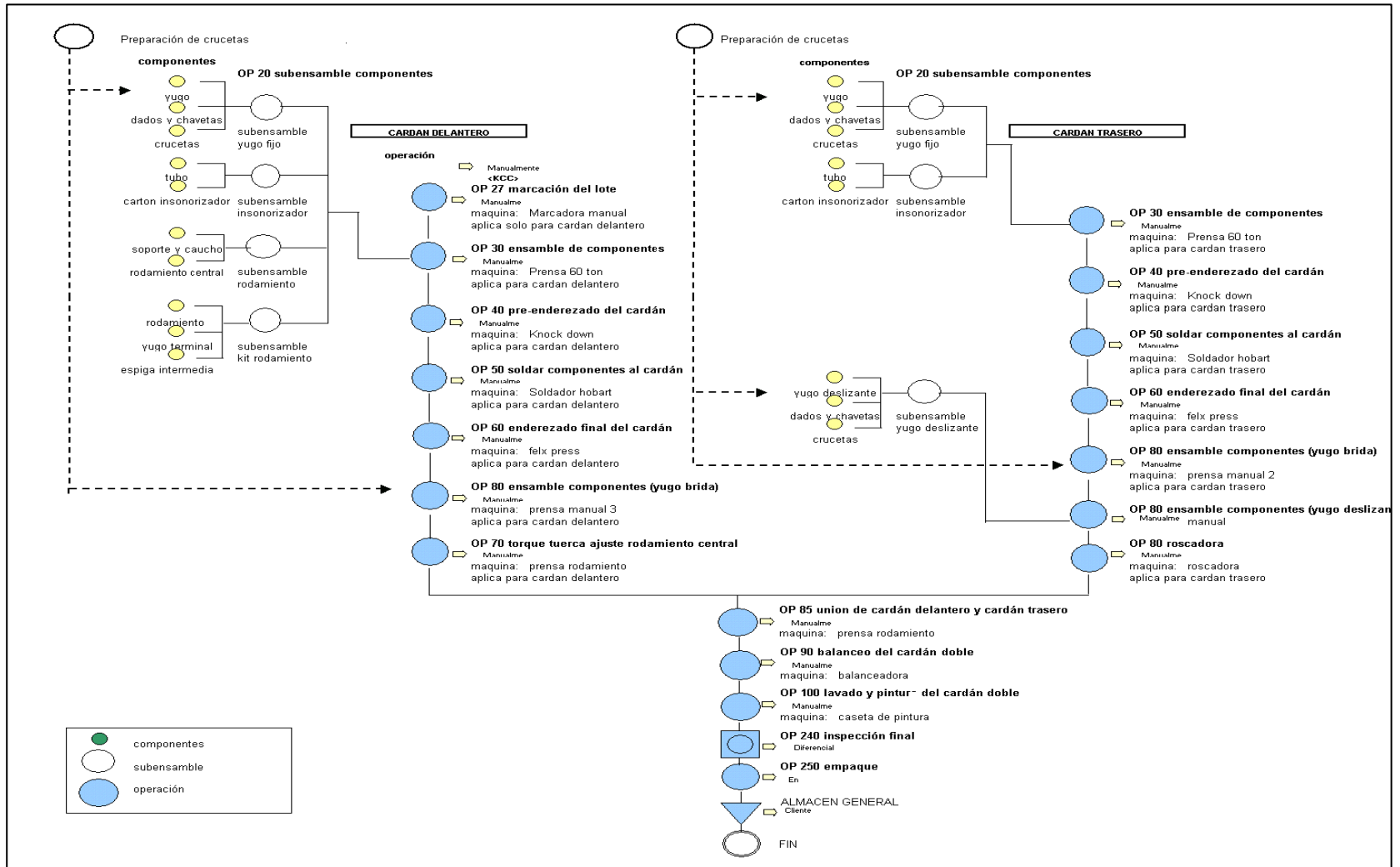


Fuente: Autora.

Para conocer a fondo el proceso de estas aplicaciones se elaboró un diagrama de ensamble (ver figura 13), en donde se pueden apreciar todas las actividades de sub-ensamble con sus respectivos componentes, las operaciones de la línea y los equipos en donde se realizan.

Este proceso consta de dos etapas la primera consiste en el ensamble del eje delantero ubicando los componentes al extremo del tubo y la segunda en el ensamble del eje trasero que se realiza de la misma manera, pero con componentes diferentes, para finalmente realizar el empalme o unión de los dos ejes y formar el eje cardánico doble. Los dos subprocesos cardán delantero y trasero utilizan los mismos puestos de trabajo.

Figura 13. Diagrama de ensamble de ejes cardánicos dobles







Fuente: Autora

#### 4.3.1. Descripción de las operaciones de subensamble para ejes cardánicos dobles

Para iniciar las operaciones de ensamble de los ejes cardánicos de estas aplicaciones, primero se deben subensamblar las principales partes del cardán ubicadas en los extremos de los tubos; para esto el almacén suministra los diferentes componentes de cada una de las partes y los operarios proceden a realizar las actividades de sub-ensamble, las cuales se ejecutan manualmente o por medio de prensas. En la Tabla 5 se puede apreciar los diferentes subensambles realizados en la línea para las aplicaciones de cardanes dobles NPR Y I-190, con su respectiva descripción.

Tabla 5. Subensambles para ejes cardánicos dobles

| COMPONENTES  | SUBENSAMBLE  | DESCRIPCIÓN   | PUESTO DE TRABAJO O EQUIPO          |
|--|--|---|-------------------------------------|
| Tubos cardanes<br>Carton insonorizador   | <p><b>Tubos insonorizados</b></p>  | En este sub-ensamble se toma el tubo para el eje cardánico y se le introduce un carton insonorizador.   | MANUAL                              |
| Yugo fijo<br>Cruceta<br>Chavetas<br>Dados  | <p><b>Yugos Fijos</b></p>         | En este sub-ensamble se toma el yugo fijo y la cruceta, se coloca en la prensa manual y se ensamblan con los dados y las chavetas   | PRENSA BARMAG<br>PRENSA MANUAL<br>1 |
| Yugo deslizante<br>Cruceta<br>Chavetas<br>Dados  | <p><b>Yugo deslizante</b></p>     | En este sub-ensamble se toma el yugo deslizante y la cruceta, se coloca en la prensa manual y se ensamblan con los dados y las chavetas   | PRENSA MANUAL<br>1                  |
| Soporte y caucho<br>Rodamiento central<br>Espiga intermedia<br>Yugo terminal<br>Guardapolvos | <p><b>Kit de Rodamiento</b></p>   | En este sub-ensamble se debe ensamblar el yugo de acople y la espiga intermedia con los guardapolvos, seguido de esto se forma el kit de rodamiento tomando la espiga, introduciendo el soporte que lleva un caucho y el rodamiento central para finalmente coo | PRENSA LOGAN<br>Y MANUAL            |

Fuente: Autora

Además de las partes sub-ensambladas también se cuenta con otro elemento que forma parte del cardán doble, como la espiga deslizante, la cual es importada de Dana industrias en Brasil (ver figura 14).

Figura 14. Componente espiga azul deslizante



Fuente: Autora

Todos estos componentes están fabricados con acero 1020\*, las características más importantes en los cardanes están definidas por el diámetro y espesor del tubo, las cuales varían de acuerdo al tipo de aplicación que se vaya a fabricar, para este caso las aplicaciones NPR y I-190 manejan diámetros que oscilan entre 3" y 3 ½ "(pulgadas).

#### **4.3.2. Descripción del proceso de ensamble de los ejes cardánicos dobles**

Este proceso se lleva a cabo en 9 puestos de trabajo con la participación de 13 operarios y el Let\*\* de la línea de ensamble en turnos equivalentes a 8 horas, se cuenta con personal altamente calificado para realizar todas las operaciones requeridas en el mismo. En la tabla 6 se presenta un resumen de las operaciones involucradas en el proceso de ensamble de un cardán doble con su respectiva descripción y el puesto de trabajo en donde se desarrolla cada uno de ellas.

---


\* Acero con alta tenacidad y baja resistencia mecánica densidad de 7.87 g/cm<sup>3</sup>

\*\* Líder de equipo de trabajo

Tabla 6. Descripción de las operaciones en la línea de ensamble de cardanes dobles

| PROCESO DE ENSAMBLE DE EJES CARDÁNICOS DOBLES |   |
|---|---|
| 1   |  <p><b>Máquina:</b> Estampadora<br/><b>Operación:</b> Marcación del tubo</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario ubica el tubo ya insonorizado en el dispositivo de localización, luego sujeta el tubo con la mano por el otro extremo y da ciclo de trabajo a la maquina.<br/><b>Nota:</b> Se debe limpiar el tubo antes de estampar el número de seguimiento del tubo, si el tubo llega golpeado este debe ser rechazado y se debe verificar la legibilidad correcta del estampado.</p> |
| 2   |  <p><b>Máquina:</b> Prensa 60 toneladas<br/><b>Operación:</b> Ensamble de componentes</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario ubica los componentes a ensamblar en los dispositivos de localización respectivos; coloca el tubo sobre los calzos de apoyo y procede a dar ciclo a la maquina.</p>   |
| 3   |  <p><b>Máquina:</b> Knock down<br/><b>Operación:</b> Pre-enderizado del cardán</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización y lo ancla, luego ubica los palpadores de los relojes sobre el exterior del tubo y gira el cardán para detectar un run-out alto. activa el pedal del punzon y hace presión sobre el tubo hasta enderezarlo de acuerdo a las especificaciones de la aplicación.</p>  |
| 4   |  <p><b>Máquina:</b> Soldador hobart<br/><b>Operación:</b> Soldadura de componentes</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización respectivo y luego lo ancla para dar ciclo a la maquina, cuando termina el ciclo retira el eje y lo coloca en la mesa de enfriamiento.</p>   |
| 5   |  <p><b>Máquina:</b> Flex press<br/><b>Operación:</b> Enderezado final del cardán</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario posiciona el cardán en los dispositivos de localización, ancla y lo ubica los palpadores de los relojes sobre el exterior del tubo, luego gira el cardán para detectar run-out alto, activa el punzon y hace presión sobre el tubo en esa parte, repite esta ultima acción hasta enderezar el tubo cumpliendo con las especificaciones de la aplicación.</p>   |
| 6   |  <p><b>Máquina:</b> Prensa manual 2 y 3, Enroscadora<br/><b>Operación:</b> Ensamble componente (yugo brida)</p> <p><b>Descripción de la operación:</b><br/>El operario ubica los muñones cruceta dentro de las orejas del componente a ensamblar, luego coloca el dado en la oreja del componente, con el brazo movil de la prensa para bajar el dado, despues instala la chaveta, gira el cardán y ubica el segundo dado. Una vez ensamblado el otro componese enrosca la tapa del yugo.</p>              |

Fuente: Autora

|    |   |   |
|----|---|---|
| 7  |    | <p><b>Máquina:</b> Prensa rodamiento torque<br/> <b>Operación:</b> Torque ajuste rodamiento central<br/> <b>Descripción de la operación</b><br/> El operario posiciona el cardán en el dispositivo de localización y sobre el clazo de apoyo respectivamente, luego coloca la tuerca manualmente y aplica el pretorque utilizando la pistola neumatica, después con la llave de torque aplica el torque final y coloca el cardán en el siguiente carro.</p>   |
| 8  |    | <p><b>Máquina:</b> Prensa rodamiento<br/> <b>Operación:</b> Empalme y unión de cardanes<br/> <b>Descripción de la operación</b><br/> El operario ubica el cardán delantero y luego el trasero en el dispositivo de localización uniendolos por medio del yugo a ensamblar, coloca la arandela y los tornillos, con una pistola enrosca los tornillos, gira el cardán y repite el proceso; finalmente ubica el cardán doble en el siguiente carro e inicia el ciclo.</p>                                       |
| 9  |   | <p><b>Máquina:</b> Balanceadora II<br/> <b>Operación:</b> Balanceo dinámico del cardán doble<br/> <b>Descripción de la operación</b><br/> El operario posiciona el cardán doble en los dispositivos de localización repectivos y lo ancla, da ciclo a la maquina, visualiza el indicador del control de la balanceadora y si se requiere corrige colocando contra pesos y realizando de nuevo el balanceo, repite esto hasta tener el balanceo del cardán de acuerdo a las especificaciones del producto.</p> |
| 10 |  | <p><b>Máquina:</b> Caseta de pintura<br/> <b>Operación:</b> Lavado y pintura del cardán<br/> <b>Descripción de la operación</b><br/> En esta operación se cuenta con dos operarios quienes posicionan el cardán en los dispositivos de localización, anclan y dan ciclo a la maquina, mientras el cardán esta girando con la pistola aplica la pintura de forma constante y homogenea.</p>  |
| 11 |  | <p><b>Actividad:</b> Inspección final<br/> <b>Descripción</b><br/> Se inspecciona un cardán de manera muestral cada 30 ejes aproximadamente, verificando que todas las características del eje ensamblado esten correctas.</p>  |
| 12 |  | <p><b>Actividad:</b> Empaque y entrega a almacén<br/> <b>Descripción:</b><br/> Se procede a colocar el sticker de identificación del eje cardánico listo para entregar a almacén.</p>   |

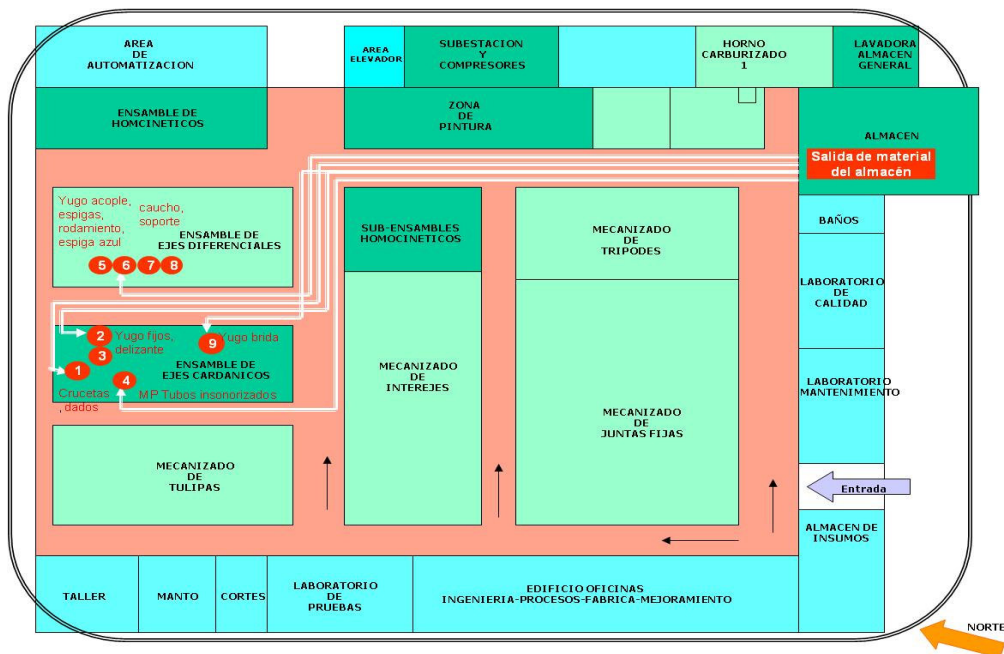
Fuente: Autora

### 4.3.3. Descripción del proceso de suministro de material para el ensamble de los ejes cardánicos dobles

Este proceso es realizado por un operario de almacén, quien está encargado de preparar y suministrar el material necesario para las diferentes aplicaciones de ejes cardánicos, siguiendo la programación de lotes determinada en la secuencia de producción de la planta con base en la demanda actual.

La preparación del material consiste en hacer el conteo de las piezas necesarias para el ensamble de un determinado lote y ubicarlas en los medio de suministro designados para llevar el material a la línea de ensamble, el operario de almacén debe verificar que el estado del material a suministrar se encuentre dentro de los parámetros de calidad exigidos por la empresa y en caso de encontrar material defectuoso dar aviso al personal encargado de efectuar el control de calidad de la materia prima para que tomen las medidas pertinentes. La figura 15 presenta los lugares de suministro de la línea y sus respectivas rutas.

Figura 15. Plano de la planta y rutas de suministro para la línea



Fuente: Autora

#### 4.4. ESTUDIO DE MÉTODOS Y TIEMPOS PARA LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES

El objetivo del estudio de tiempos es determinar el tiempo estándar para una operación, o sea el tiempo que requiere un operador calificado y totalmente adiestrado para realizar la operación aplicando un método específico y trabajando a ritmo normal.<sup>14</sup>

##### 4.4.1. Evaluación de las operaciones

Por lo tanto para dar inicio al estudio se procedió a realizar una evaluación de las operaciones, teniendo en cuenta aspectos como el código de la operación, descripción de la operación, puesto de trabajo, número de operarios, condiciones del puesto de trabajo y la destreza o habilidad de cada uno de los operarios, a continuación se presenta de manera global en la tabla 7 las principales operaciones del proceso de ensamble de ejes cardánicos las cuales serán objeto de estudio.

Tabla 7. Operaciones en la línea de ensamble de ejes cardánicos

| CÓDIGO | NOMBRE DE LA OPERACIÓN                            | PUESTO DE TRABAJO O MAQUINA |
|--------|---|-----------------------------|
| OP 020 | Sub-ensamble de componentes                       | MANUAL Y PRENSAS            |
| OP 027 | Marcación seguimiento al lote                     | ESTAMPADORA                 |
| OP 030 | Ensamble de componentes                           | PRENSA 60 TONELADAS         |
| OP 040 | Pre-enderezado del cardán                         | KNOCK DOWN                  |
| OP 050 | Soldadura componentes en cada extremo             | SOLDADOR HOBART             |
| OP 060 | Enderezado final de cardán                        | FLEX PRESS                  |
| OP 070 | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento central  | PRENSA RODAMIENTO           |
| OP 80  | Ensamble de componentes                           | PRENSA MANUAL 1 Y 2         |
| OP 85  | Empalme y unión de cardanes delanteros y traseros | PRENSA RODAMIENTO           |
| OP 90  | Balanceo dimanico del cardán                      | BALANCEADORA II             |
| OP 100 | Lavado y pintura                                  | CASETA DE PINTURA           |
| OP 110 | Inspección final                                  | INSPECCION FINAL            |

Fuente: Autora

<sup>14</sup> RIGGS, James L. Sistemas de producción, planeación, análisis y control. WILEY. 3 ed. 346 p.

#### **4.4.2. Tiempos de ciclo de las operaciones de subensamble y del proceso de ensamble de los ejes cardánico dobles**

Se realizó un estudio de tiempos de todas las operaciones del proceso de ensamble para las aplicaciones NPR y I-190, con el objetivo de actualizar el estudio de tiempos existentes en la empresa, permitiendo así obtener un análisis sólido de la situación actual y establecer nuevos tiempos tipo para cada una de las operaciones del proceso.

El número de ciclos a medir para este estudio es 12, valor preestablecido de acuerdo a la filial de Dana Corporation U.S.A. y GKN Brasil para este tipo de estudios con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, la valoración del ritmo de trabajo está dada en un 100% debido a las condiciones estables de cada uno de los puestos de trabajo, los cuales son constantemente supervisados tanto por el operario como por el equipo de mantenimiento de la planta.

Teniendo en cuenta que uno de los principales recursos en los procesos productivos de la empresa es el talento humano se tiene preestablecido en este tipo de estudios la asignación de suplementos por necesidades personales, fatiga y contingencia, los cuales suman un 20% de tolerancia para calcular el tiempo de ciclo de cada una de las operaciones que realiza un operario y así determinar la capacidad instalada de las mismas.

El estudio de tiempos consiste en aplicar alguna técnica de registro, con el propósito de establecer la duración de una tarea específica.<sup>15</sup>

Por lo tanto se utilizó la técnica de cronometraje de los tiempos realizando la filmación a cada operario para visualizar todas las actividades que este desarrolla en su puesto de trabajo a lo largo de un ciclo. Luego de realizar las mediciones, los tiempos se registraron en una hoja de cálculo para facilitar la obtención de los tiempos promedio de cada una de las operaciones descritas en la tabla 7 (ver

---

<sup>15</sup> . Ibíd., p 33.

anexo A), también se incluyó información básica de las operaciones como su código, nombre, actividades y puesto de trabajo. A partir de los tiempos promedios obtenidos se procede a calcular el tiempo de ciclo de cada operario antes de la mejora. Los resultados se presentan en las tablas de resumen para las aplicaciones NPR y I-190 obtenidos en la etapa inicial del proyecto (ver tabla 8 y 9).

Tabla 8. Tiempos de ciclo cardánes dobles NPR

| LÍNEA:         | EJES CARDÁNICOS (DOBLES)                 | NPR                        |
|----------------|--|----------------------------|
| OBSERVADO POR: | ANGIE YIETH ROBLES JEREZ                 | mar-09                     |
| CÓDIGO         | NOMBRE DE LA OPERACIÓN                   | TIEMPO DE CICLO (segundos) |
| OP 20          | Subensamble tubo insonorizado            | 34,35                      |
| OP 20          | Subensamble yugo fijo                    | 72,61                      |
| OP 20          | Subensamble yugo deslizante              | 41,89                      |
| OP 20          | Subensamble kit de rodamiento            | 85,53                      |
| OP 27          | Marcación del tubo                       | 12,04                      |
| OP 30          | Ensamble de componentes al Tubo          | 45,18                      |
| OP 40          | Pre-enderezado del cardán                | 46,83                      |
| OP 50          | Soldadura componentes                    | 84,456                     |
| OP 60          | Enderezado final de cardán               | 86,16                      |
| OP 70          | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento | 52                         |
| OP 80          | Ensamble de componentes                  | 87,45                      |
| OP 80          | Ensamble de componentes, manual          | 38,08                      |
| OP 80          | Ensamble de componentes, enroscado       | 32,73                      |
| OP 85          | Empalme y unión de cardanes              | 100,1                      |
| OP 90          | Balanceo                                 | 131,03                     |
| OP 100         | Lavado y pintura                         | 93,99                      |

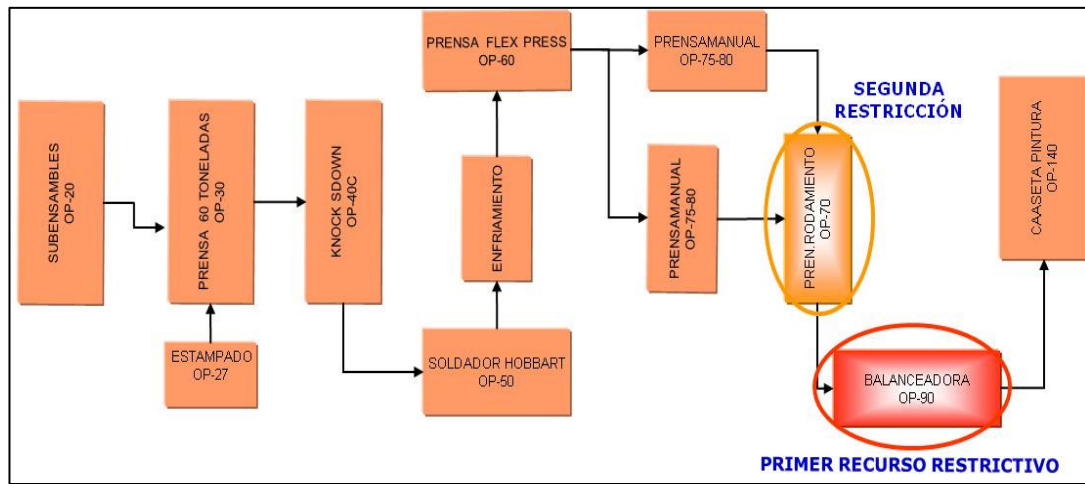
Tabla 9. Tiempos de ciclo cardánes dobles I-190

| LÍNEA:         | EJES CARDÁNICOS (DOBLES)                 | I-190           |
|----------------|--|-----------------|
| OBSERVADO POR: | ANGIE YIETH ROBLES JEREZ                 | mar-09          |
| CÓDIGO         | NOMBRE DE LA OPERACIÓN                   | TIEMPO DE CICLO |
| OP 20          | Subensamble tubo insonorizado            | 34,31           |
| OP 20          | Subensamble yugo fijo                    | 75,21           |
| OP 20          | Subensamble yugo deslizante              | 41,89           |
| OP 20          | Subensamble kit de rodamiento            | 30,1            |
| OP 27          | Marcación del tubo                       | 12,78           |
| OP 30          | Ensamble de componentes al Tubo          | 40,82           |
| OP 40          | Pre-enderezado del cardán                | 42,54           |
| OP 50          | Soldadura componentes                    | 73,78           |
| OP 60          | Enderezado final de cardán               | 99,15           |
| OP 70          | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento | 63,11           |
| OP 80          | Ensamble de componentes                  | 94,11           |
| OP 80          | Ensamble de componentes                  | 39,42           |
| OP 85          | Empalme y unión de cardanes              | 77,55           |
| OP 90          | Balanceo                                 | 127,36          |
| OP 100         | Lavado y pintura                         | 67,07           |

Fuente: Autora

El estudio de tiempos muestra que el recurso restrictivo de la línea de ensamble de ejes cardánicos es la balanceadora y el centro de trabajo prensa de rodamiento es su segunda restricción, en donde se ejecuta la operación 70 (ajuste de torque del rodamiento central), en la figura 16 se puede visualizar diagrama de flujo de esta línea de ensamble.

Figura 16. Diagrama de flujo de los ejes cardánicos dobles



Fuente: Autora

#### 4.4.3. Preparación de equipos:

En la actualidad la empresa está trabajando en la disminución de tiempos de preparación de sus equipos, es por esta razón que se decidió implementar el sistema SMED (Single Minute Exchange of Die), una metodología para reducir los tiempos de preparación de la maquinaria, la cual está a cargo de un equipo de trabajo conformado por el área de producción y el área de procesos y calidad.

La preparación de las máquinas consiste en realizar ajustes a los equipos de trabajo de acuerdo a las especificaciones y requerimientos del producto y proceso que se esté efectuando, dentro de las actividades generales que se desarrollan a lo largo de la preparación están contempladas las siguientes:

- Cambio de dispositivos
- Programación de la máquina (si aplica)

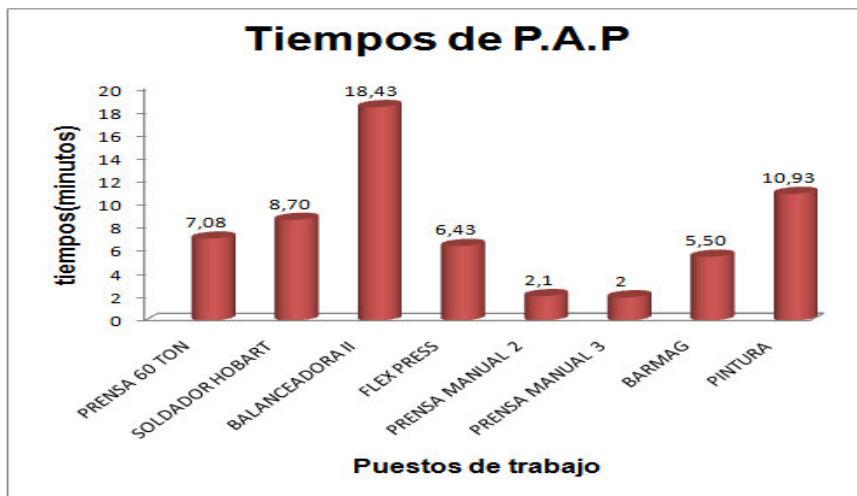
- Ajuste de la máquina y de las guardas de las prensas
- Verificación de la primera pieza (de acuerdo al plan de control)
- Registro de la carta de puesta a punto o preparación de máquina

De acuerdo a los datos tomados durante el periodo de análisis actual de la línea de ensamble (ver tabla 10 y figura 17), se evidencia que se tiene un grado de flexibilización para las diferentes series de producción, según la demanda, evitando así crear stocks en el proceso.

Tabla 10. Tiempos de preparación de equipos (cambio aplicación)

| LINEA EJES<br>CARDANICOS | FECHA | 03/03/2009              | 04/03/2009 | 05/03/2009 |  | 09/03/2009 | 10/03/2009 | 11/03/2009 | 12/03/2009 |  | 16/03/2009 | 17/03/2009 | 18/03/2009 | 19/03/2009 |  | 24/03/2009 | 25/03/2009 | 26/03/2009 |  |       |
|--------------------------|-------|-------------------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|--|-------|
|                          |       | TIEMPO P.A.P EN MINUTOS |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |  |       |
| PRENSA 60 TON            |       | 7,4                     | 7,1        | 6          |  | 6,6        | 7,2        |            | 7          |  | 7          | 7,9        |            |            |  |            | 7,6        |            |  | 7,08  |
| SOLDADOR HOBART          |       |                         | 8,1        | 7,8        |  | 9,7        | 8,6        | 8,2        |            |  | 9,2        | 9,1        | 8          | 9          |  | 10         | 8          |            |  | 8,70  |
| BALANCEADORA II          |       | 19,3                    | 20         |            |  | 18         |            |            | 17         |  |            | 18         | 17         |            |  | 20         | 15         | 21         |  | 18,43 |
| FLEX PRESS               |       | 6                       | 6,3        |            |  |            | 6,1        |            | 7,2        |  | 7          |            | 6          |            |  |            |            |            |  | 6,43  |
| PRENSA MANUAL 2          |       | 2                       | 1,7        |            |  | 2          |            | 2,5        |            |  | 2          | 2,4        |            | 2,1        |  |            |            |            |  | 2,10  |
| PRENSA MANUAL 3          |       | 2                       |            |            |  | 2          |            | 2,3        |            |  | 1,7        |            | 2          |            |  |            |            |            |  | 2,00  |
| BARMAG                   |       | 4,5                     | 5,1        |            |  |            | 5          |            | 6,7        |  |            | 5,2        |            | 6          |  |            |            | 6          |  | 5,50  |
| PINTURA                  |       |                         |            | 10         |  | 9,8        | 11         | 12         |            |  |            | 10         |            |            |  | 12         |            | 12         |  | 10,93 |

Figura 17. Tiempos de preparación de equipos



Fuente: Autora

Estos tiempos de preparación son para cambio de aplicación, en relación a la familia de ejes cardánicos dobles, en donde se debe realizar dos subprocesos (cardán delantero y trasero), los cuales utilizan los mismos puestos de trabajo, los tiempos de preparación, que consiste solo en cambios de dispositivos de localización se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Tiempos de preparación (aplicación cardán doble)

| LINEA EJES<br>CARDÁNICOS | FECHA           | 03/03/2009              | 04/03/2009 | 05/03/2009 |  | 09/03/2009 | 10/03/2009 | 11/03/2009 | 12/03/2009 |  | 16/03/2009 | 17/03/2009 | 18/03/2009 | 19/03/2009 |  | 24/03/2009 | 25/03/2009 | 26/03/2009 |     |      |          |
|--------------------------|-----------------|-------------------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|-----|------|----------|
|                          |                 | TIEMPO P.A.P EN MINUTOS |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |     |      | PROMEDIO |
| <b>MAQUINA</b>           |                 |                         |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |            |  |            |            |            |     |      |          |
|                          | PRENSA 60 TON   | 4,4                     | 5          | 4,3        |  | 4          | 5          | 2          | 3          |  | 3,4        |            | 4          |            |  |            |            | 3,4        |     | 3,85 |          |
|                          | KNOCK DOWN      | 2                       | 1,2        |            |  |            | 1,8        |            | 2          |  |            | 2          |            | 1,4        |  |            |            | 2          |     | 1,77 |          |
|                          | SOLDADOR HOBART |                         | 5,6        | 5,0        |  | 5,3        | 4,7        | 5          |            |  | 5          | 4,9        | 5          | 6          |  |            |            | 5          | 4,3 | 5,08 |          |
|                          | FLEX PRESS      | 3                       | 2,5        |            |  |            | 3          |            | 3          |  | 3,5        |            | 2,7        |            |  |            |            |            |     | 2,95 |          |

Fuente: Autora

Además de los tiempos de ciclo de las diferentes operaciones que se ejecutan en el proceso y los tiempos de preparación de cada uno de los puestos de trabajo se observaron otros aspectos importantes que afectan el funcionamiento del proceso como:

- Los medios de suministro de material para las actividades de sub-ensamble son inadecuados, debido a que se utilizan canastas o carros improvisados, los cuales no cumplen con los estándares de ergonomía establecidos y generan mezcla de los diferentes componentes que se utilizan en el proceso.
- El tamaño del lote de producción afecta en gran medida el desarrollo del proceso; durante el periodo de análisis se observó que este varía constantemente debido a que es preestablecido por los clientes (ver anexo B), los cuales realizan los pedidos y programan las cantidades de productos a recibir, esto sucede debido a la política de secuencia que se maneja entre proveedor-cliente, con la finalidad de ahorrar costos en el almacenamiento por inventarios y por costos logísticos.

#### **4.5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA LOS EJES CARDÁNICOS DOBLES**

Se define la capacidad como la cantidad de producción que un sistema puede conseguir durante un periodo específico.<sup>16</sup>

A lo largo de este capítulo se ha estudiado la situación actual de la línea tomando como referencia las aplicaciones más representativas, por lo tanto se hace necesario estimar la capacidad instalada en la línea de ensamble para estas. Se entiende como capacidad instalada en términos de la industria manufacturera el nivel de producción que se puede obtener con los recursos disponibles en un determinado tiempo (recursos como dinero, materia prima, equipos, personal, etc).

Para realizar una estimación de la capacidad de producción de este proceso, fue necesario conocer la capacidad de cada uno de los puestos de trabajo, tomando como base el estudio de tiempos para las aplicaciones NPR y I-190 en donde se identificó que el recurso restrictivo del proceso de estas aplicaciones es la balanceadora, el cual es el mismo para todas los productos pertenecientes a la línea de ensamble de ejes cardánicos según los datos históricos de la empresa.

Normalmente la capacidad es calculada por familia de productos, para este caso se calculará para las aplicaciones ya mencionadas con las cuales se tendrá una tasa de producción promedio para la familia de cardánes dobles, teniendo en cuenta que representan el 72% de la producción de toda la línea y además que en la capacidad de esta familia está contemplada implícitamente las capacidades de todas las familias de aplicaciones de ejes cardánicos.

DANA calcula la capacidad instalada mensualmente, por esta razón para estimar la cantidad máxima de producción, se calcularán cuántas piezas de estas aplicaciones puede la línea de ensamble fabricar por hora, y multiplicar eso por las

---

<sup>16</sup> CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill, 10 ed. 432 pág.

horas laborables disponibles como se muestra en las tablas 12 y 13. Actualmente la línea está trabajando 2 turnos cada uno de 8 horas y 5 días a la semana.

Tabla 12. Capacidad instalada mensual de cardanes NPR

| CÓDIGO | NOMBRE DE LA OPERACIÓN                            | PUESTO DE TRABAJO O MAQUINA | TIEMPO DE CICLO (seg) cardan doble | CANTIDAD C. DOBLES/ HORA | CAPACIDAD INSTALADA MENSUAL |
|--------|---|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| OP 020 | Subensamble tubo insonorizado                     | MANUAL                      | 34,35                              | 105                      | 33537                       |
| OP 020 | Subensamble yugo fijo                             | PRENSA BARMAG, PM1          | 72,61                              | 50                       | 15866                       |
| OP 020 | Subensamble yugo deslizante                       | PRENSA MANUAL 1             | 41,89                              | 86                       | 27501                       |
| OP 020 | Subensamble kit de rodamiento                     | PRENSA LOGAN, DOBLADORA     | 85,53                              | 42                       | 13469                       |
| OP 027 | Marcación seguimiento al lote                     | ESTAMPADORA                 | 12,04                              | 299                      | 95681                       |
| OP 030 | Ensamble de componentes                           | PRENSA 60 TONELADAS         | 45,18                              | 80                       | 25498                       |
| OP 040 | Pre-enderezado del cardán                         | KNOCK DOWN                  | 46,83                              | 77                       | 24600                       |
| OP 050 | Soldadura componentes en cada extremo             | SOLDADOR HOBART             | 84,456                             | 43                       | 13640                       |
| OP 060 | Enderezado final de cardán                        | FLEX PRESS                  | 86,16                              | 42                       | 13370                       |
| OP 070 | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento central  | PRENSA RODAMIENTO           | 52                                 | 69                       | 22154                       |
| OP 080 | Ensamble de componentes                           | PRENSA MANUAL 1 Y 2         | 87,45                              | 41                       | 13173                       |
| OP 080 | Ensamble de componentes, manual                   | MANUAL                      | 38,08                              | 95                       | 30252                       |
| OP 080 | Ensamble de componentes, enroscado                | ENROSCADORA MANUAL          | 32,73                              | 110                      | 35197                       |
| OP 85  | Empalme y unión de cardanes delanteros y traseros | PRENSA RODAMIENTO           | 100,1                              | 36                       | 11508                       |
| OP 90  | Balaceo dinámico del cardán                       | BALANCEADORA II             | 131,03                             | 27                       | 8792                        |
| OP 100 | Lavado y pintura                                  | CASETA DE PINTURA           | 93,99                              | 38                       | 12257                       |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Primer Recurso Restricción  |
|  | Segundo Recurso Restricción |

Tabla 13. Capacidad instalada mensual de cardanes I-190

| CÓDIGO | NOMBRE DE LA OPERACIÓN                            | PUESTO DE TRABAJO O MAQUINA | TIEMPO DE CICLO (seg) | CANTIDAD C. DOBLES/ HORA | CAPACIDAD INSTALADA MENSUAL |
|--------|---|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|
| OP 020 | Subensamble tubo insonorizado                     | MANUAL                      | 34,31                 | 105                      | 33576                       |
| OP 020 | Subensamble yugo fijo                             | PRENSA BARMAG, PM1          | 75,21                 | 48                       | 15317                       |
| OP 020 | Subensamble yugo deslizante                       | PRENSA MANUAL 1             | 41,89                 | 86                       | 27501                       |
| OP 020 | Subensamble kit de rodamiento                     | PRENSA LOGAN, DOBLADORA     | 30,1                  | 120                      | 38272                       |
| OP 027 | Marcación seguimiento al lote                     | ESTAMPADORA                 | 12,78                 | 282                      | 90141                       |
| OP 030 | Ensamble de componentes                           | PRENSA 60 TONELADAS         | 40,82                 | 88                       | 28221                       |
| OP 040 | Pre-enderezado del cardán                         | KNOCK DOWN                  | 42,54                 | 85                       | 27080                       |
| OP 050 | Soldadura componentes en cada extremo             | SOLDADOR HOBART             | 73,78                 | 49                       | 15614                       |
| OP 060 | Enderezado final de cardán                        | FLEX PRESS                  | 99,15                 | 36                       | 11619                       |
| OP 070 | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento central  | PRENSA RODAMIENTO           | 63,11                 | 57                       | 18254                       |
| OP 080 | Ensamble de componentes                           | PRENSA MANUAL 1 Y 2         | 94,11                 | 38                       | 12241                       |
| OP 080 | Ensamble de componentes, enroscado                | ENROSCADORA MANUAL          | 39,42                 | 91                       | 29224                       |
| OP 85  | Empalme y unión de cardanes delanteros y traseros | PRENSA RODAMIENTO           | 77,55                 | 46                       | 14855                       |
| OP 90  | Balaceo dinámico del cardán                       | BALANCEADORA II             | 127,36                | 28                       | 9045                        |
| OP 100 | Lavado y pintura                                  | CASETA DE PINTURA           | 67,07                 | 54                       | 17176                       |

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | Primer Recurso Restricción  |
|  | Segundo Recurso Restricción |

Fuente: Autora

Como resultado del estudio se encuentra que la cantidad de producción máxima en el primer recurso restrictivo, la balanceadora, en donde se realiza el balanceo del cardán doble es de 9045 piezas/mes para I-190 y de 8792 piezas/mes para NPR, con esta información se procede a calcular un promedio con el cual se estima la capacidad instalada para la familia de ejes cardánicos dobles (ver tabla 14).

Tabla 14. Capacidad instalada promedio para cardanes dobles

| FAMILIA 2<br>CARDANES DOBLES | I-190 | NPR  | CAPACIDAD<br>INSTALADA<br>PROMEDIO |
|------------------------------|-------|------|------------------------------------|
| Capacidad instalada          | 9045  | 8792 | 8918,5                             |

Fuente: BARRERA Jhon. Asistente de producción

Como resultado se obtiene que la capacidad instalada promedio de la línea de ensamble para la familia de ejes cardanes dobles es de 8918,5 piezas/mes.

### Capacidad utilizada<sup>17</sup>

Una medida importante es la tasa de utilización de la capacidad, que revela la proximidad de una empresa a su mejor punto de operación (es decir, su capacidad instalada):

$$tasa\ de\ utilización\ de\ la\ capacidad = \frac{Capacidad\ Utilizada}{Nivel\ óptimo\ de\ operación}$$

La tasa de utilización de la capacidad se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y denominador se midan en las mismas unidades y periodos.

---

<sup>17</sup> *Ibíd.*, p. 434.

Para esto se toman los datos del cierre de producción real para los meses dentro del periodo de análisis Febrero, Marzo y Abril del 2009, para determinar con base a la capacidad instalada cual es la tasa de utilización de la línea en ésta familia.

Tabla 15. Tasa de utilización de la capacidad de la línea para cardánes dobles

| MES     | CAPACIDAD UTILIZADA | CAPACIDAD INSTALADA | % UTILIZACIÓN |
|---------|---------------------|---------------------|---------------|
| FEBRERO | 1886                | 8918,5              | 21%           |
| MARZO   | 3957                | 8918,5              | 44%           |
| ABRIL   | 3062                | 8918,5              | 34%           |

Fuente: BARRERA Jhon. Asistente de producción

Como se puede ver en la tabla 15 la línea de ensamble en cuanto a la familia de cardánes dobles y aún para las demás familias involucradas, el porcentaje de utilización se encuentra por debajo de su máxima capacidad (entre 21 y 44% aproximadamente).

Esto debido a la baja demanda que tiene actualmente el sector automotriz, lo cual ha incidido directamente en el sector autopartista.

#### **4.6. ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE EJES CARDÁNICOS**

Una vez realizado el seguimiento del proceso de ensamble se identificaron los problemas que están afectando en gran medida a la línea, teniendo en cuenta que este proceso esta direccionado con base en las operaciones de subensamble y el desarrollo del proceso, es por esto que el diagnóstico se enfocó en estos dos puntos de referencia.

Como primera medida se tomaron los datos recopilados durante la etapa de análisis y las bitácoras\* de producción para identificar los problemas más

---

\* Reportes de producción diarios que entregan los operarios.

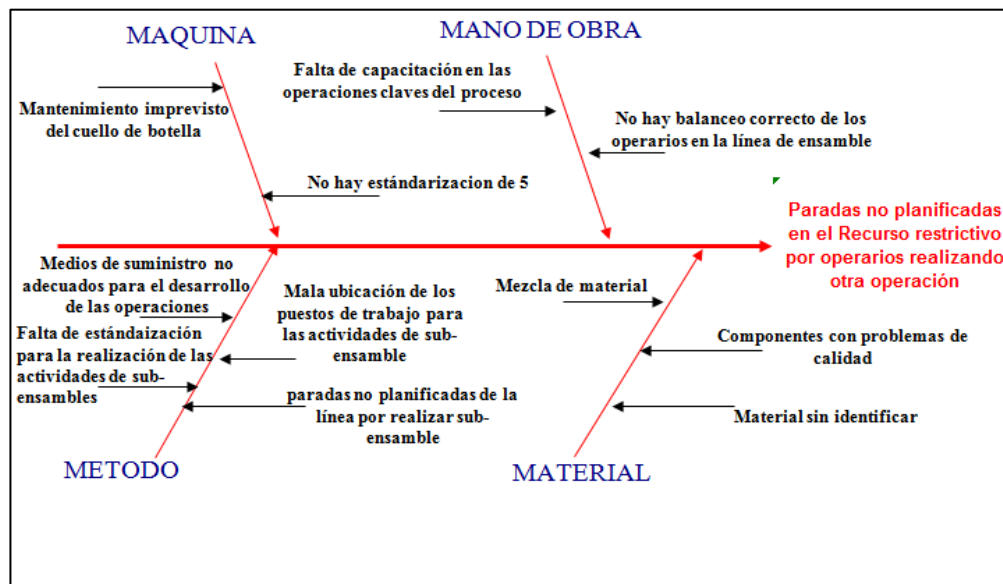
relevantes de la línea de ensamble, a los cuales estarán direccionadas las propuestas de mejora, estos son:

- Paradas no planificadas en el recurso restrictivo de la línea de ensamble.
- Alta acumulación de producto en proceso.
- Medios de suministro de material no adecuados

#### 4.6.1. Paradas no planificadas en el recurso restrictivo de la línea de ensamble

Se detectó que el recurso restrictivo, la balanceadora, presenta un alto número de paradas no planificadas, razón por la cual se utilizó un diagrama causa-efecto que permitiera determinar lo que está ocurriendo en la línea de ensamble. De este análisis se determinó que una de las causas más relevantes de las paradas de la línea de producción es que los operarios realizan operaciones de subensamble paralelamente a las operaciones críticas del proceso de ensamble, esto debido a que no hay un suministro sincronizado de los componentes subensamblados para dar inicio al proceso obstruyendo de esta manera el flujo del mismo. (Figura 18).

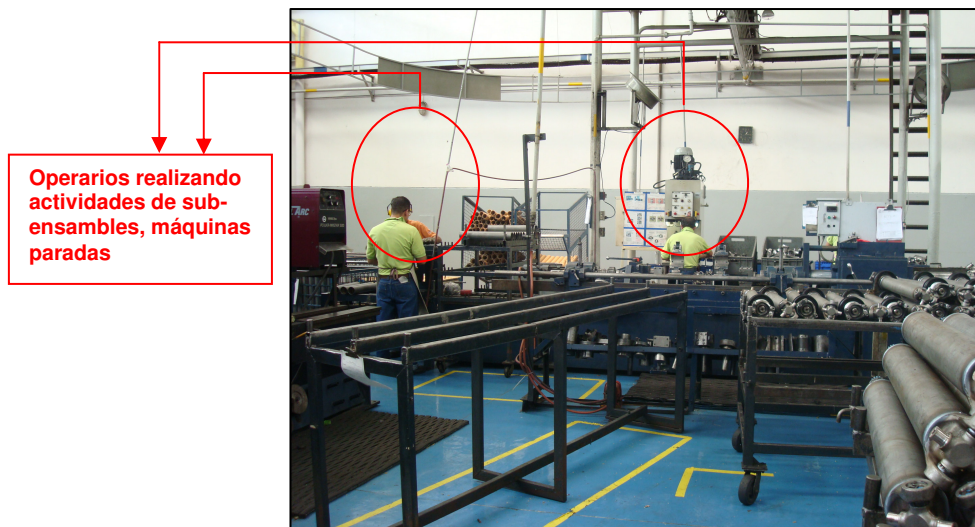
Figura 18. Diagrama de causa-efecto



Fuente: Autora

En la figura 19 se registra uno de los momentos en los cuales el proceso de ensamble se encontraba parado, porque los operarios estaban realizando operaciones de subensamble en el extremo superior de la línea por la falta de componentes para iniciar el proceso de ensamble de ejes cardánicos.

Figura 19. Operarios en las operaciones de subensamble



Fuente: Autora

Por otro lado se observó que las zonas en donde se realizan las operaciones de subensamble no cuentan con áreas definidas para la entrada y salida de material, dificultando así el desarrollo eficiente de los subensambles. (Ver figura 20)

Figura 20. Ubicación de los puestos de trabajo para subensambles

#### Zona 1. Subensamble yugos



## Zona 2. Subensamble tubos insonorizados



## Zona de subensamble kit de rodamiento central



Fuente: Autora

### 4.6.2. Alta acumulación de producto en proceso

Se detectó gran acumulación de producto en proceso por lo cual se realizó un seguimiento para determinar las cantidades de acumulación de ejes de una operación a otra como se muestra en la tabla 16.

También se observó que a pesar de que la balanceadora y la prensa de rodamiento unión son los recursos restrictivos de la línea y tienen acumulación de producto en proceso, en ocasiones, se registra tiempos de espera por falta de material para ensamblar.

Tabla 16. Datos de acumulación de material

| ACUMULACIÓN DE MATERIAL ENTRE MAQUINAS |                | FECHA                          | 04/03/2009 | 05/03/2009 | 06/03/2009 |  | 09/03/2009 | 10/03/2009 | 11/03/2009 | 12/03/2009 | 13/03/2009 |  | 16/03/2009 | 17/03/2009 | 18/03/2009 | 19/03/2009 |
|--|----------------|--------------------------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|------------|
|  |                | CANTIDAD DE MATERIAL ACUMULADO |            |            |            |  |            |            |            |            |            |  |            |            |            |            |
| PRENSA 60 TON                          | A KNOCK DOWN   |                                |            |            |            |  |            |            |            |            |            |  |            |            |            |            |
| SOLDADOR                               | A FLEX PRESS   |                                |            | 42         | 106        |  |            |            | 36         | 54         | 48         |  | 102        | 64         | 0          | 39         |
|  |                |                                |            | <b>69</b>  | <b>62</b>  |  |            |            | <b>45</b>  | <b>48</b>  | <b>42</b>  |  | <b>10</b>  | <b>40</b>  | <b>41</b>  | <b>64</b>  |
| FLEX PRESS                             | A PRENSA 2     |                                |            | 22         | 0          |  |            |            | 40         | 12         | 0          |  | 15         | 38         | 14         | 0          |
| FLEX PRESS                             | A PRENSA 3     |                                |            | 15         | 24         |  |            |            | 48         | 10         | 0          |  | 6          | 8          | 51         | 16         |
| PRENSA 3                               | A TORQUE       |                                |            | 7          | 4          |  |            |            | 0          | 5          | 26         |  | 0          | 7          | 6          | 5          |
| TORQUE                                 | A EMPALME      |                                |            | 26         | 15         |  |            |            | 19         | 30         | 24         |  | 28         | 70         | 12         | 10         |
| PRENSA 2                               | A EMPALME      |                                |            | 18         | 10         |  |            |            |            | 26         | 30         |  | 25         | 6          | 10         | 0          |
| EMPALME                                | A BALANCEADORA |                                |            | 21         | 0          |  |            |            | 1          | 10         | 1          |  | 27         | 20         | 9          | 4          |
| BALANCEADORA                           | A PINTURA      |                                |            | 15         | 4          |  |            | 10         | 4          | 2          | 0          |  | 15         | 16         | 22         | 6          |

Fuente: Autora

Según los datos tomados la mayor acumulación se presenta de la operación 50 soldadura de componentes a la operación 60 en donde se realiza el enderezado final del cardán, esto debido a que los cardanes deben enfriarse para poder ser enderezados, por lo cual los operarios acumulan bastante material.

Figura 21. Acumulación de producto en proceso



Fuente: Autora

#### 4.6.3. Medios de suministro de material no adecuados

Actualmente el material llega a los puestos de trabajo en donde se realizan los sub-ensambles en canastas o carros improvisados, en ocasiones, algunos componentes son entregados por almacén directamente a la línea de ensamble, sin su previa preparación.

Figura 22. Suministro de material a los puesto de subensamble



Fuente: Autora

Asimismo se observó que la falta de estandarización en los medios de suministro de material genera desorden y mezcla de componentes cuando se van a realizar las operaciones.

Figura 23. Medios de suministro de material para la línea de subensamble



Fuente: Autora

Una vez finalizada la etapa del análisis de la situación actual del proceso de ensamble en la línea de ejes cardánicos e identificadas sus fortalezas y falencias expuestas a lo largo de este capítulo, se realizó una socialización y retroalimentación con el gerente de producción, el coordinador y todo el equipo de operarios de la línea, buscando lograr mayor participación e interés en el mejoramiento del proceso de ensamble (Ver figura 24).

El listado de los asistentes se puede ver en el anexo C.

Figura 24. Presentación y socialización del diagnóstico de la situación actual del proceso



Fuente: Autora

## **5. PROPUESTAS DE MEJORA**

### **5.1. ANÁLISIS DE CARGAS DE TRABAJO**

#### **5.1.1. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE CARGA DE TRABAJO**

El análisis de las cargas de trabajo evalúa la distribución en horas-hombre invertidas en cada una de las operaciones del proceso, la cantidad de operarios requeridos para su ejecución y si la distribución de las cargas de trabajo en los operarios se encuentra asignada uniformemente o no.

El proceso de la línea de ensamble de ejes cardánicos dobles contiene 11 operaciones, incluyendo operaciones de subensamble y ensamble, las cuales son desarrolladas por 13 operarios de la cooperativa Limet asociada a la empresa, quienes tienen normalmente una jornada laboral de 8 horas por turno.

Para realizar el análisis de cargas de trabajo se debe especificar el orden en que se deben desarrollar cada una de las operaciones del proceso, el tiempo de ciclo de cada una de ellas y el operario que la realiza. Estos datos fueron tomados del estudio de tiempos descrito en la sección 5.4. A continuación se encuentra el resumen de las operaciones y su secuencia. (Ver tabla 17 y figura 25)

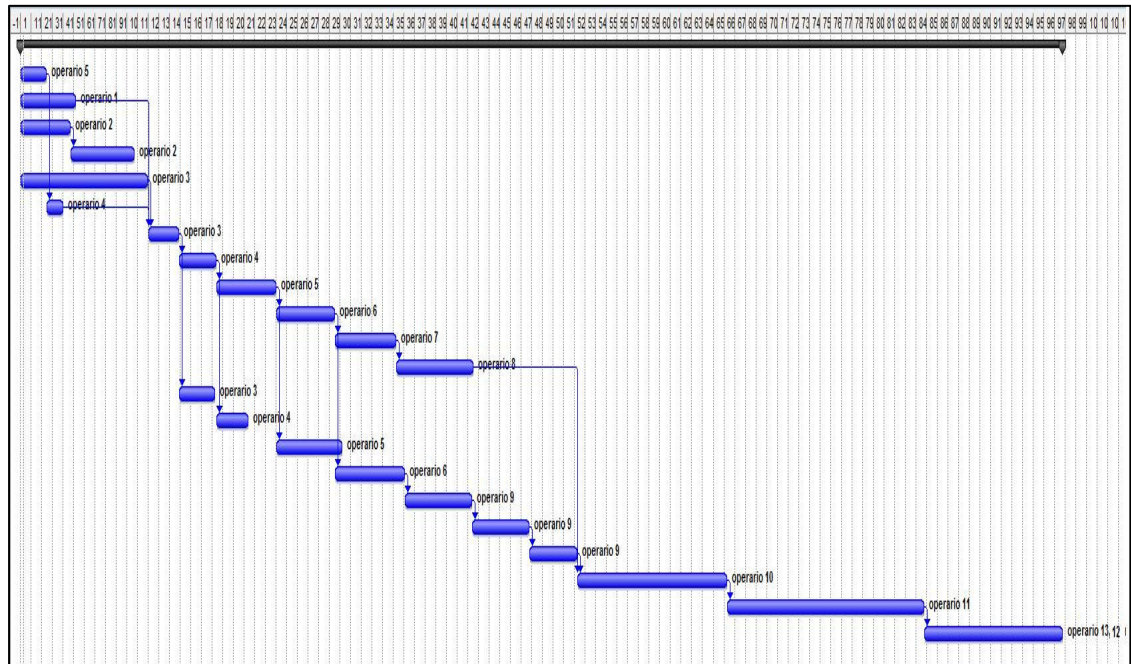
El diagrama de Gantt ilustrado en la figura 25 muestra gráficamente la sucesión de operaciones necesarias para el ensamble de un cardán doble y el nombre del operario que realiza cada una de ellas.

Una vez definido el orden de las operaciones con la cantidad de operarios que trabaja actualmente en la línea y sus actividades, se hace un resumen de la carga de trabajo que tiene cada uno de los operarios, tomando como referencia el tiempo de ciclo de las operaciones que desempeñan y el tiempo de desplazamiento cuando realizan operaciones que se desarrollan en diferentes puestos de trabajo o cuando lo requieren (Ver tabla 18 y figura 26).

Tabla 17. Orden y tiempos del ensamble para un eje cardánico doble

| CÓDIGO OPERACIÓN | N° ORDEN | DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN                     | TIEMPO CICLO (seg) | OPERACIÓN PREDECESORA | OPERARIO ASIGNADO |
|------------------|----------|---|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 20               | A        | subensamble tubo insonorizador                  | 34,35              |                       | operario 5        |
| 20               | B        | subensamble yugo fijo cardán delantero          | 34,69              |                       | operario 1        |
| 20               | C        | subensamble yugo fijo cardán trasero            | 37,92              |                       | operario 2        |
| 20               | D        | subensamble yugo deslizante                     | 41,89              | C                     | operario 2        |
| 20               | E        | subensamble kit de rodamiento cardán delante    | 85,53              |                       | operario 3        |
| 27               | F        | Estampado siguiendo lote                        | 12,04              | A                     | operario 4        |
| 30               | G        | Ensamble componentes cardán delantero           | 21,07              | B,E,F                 | operario 3        |
| 40               | H        | Pre enderezado cardán delantero                 | 24,82              | G                     | operario 4        |
| 50               | I        | Soldadura comp cardán delantero                 | 40,62              | H                     | operario 5        |
| 60               | J        | Enderezado final cardán delantero               | 38,56              | I                     | operario 6        |
| 80               | K        | Ensamble comp yugo brida cardán delantero       | 42,14              | J                     | operario 7        |
| 70               | L        | Torque rodamiento central cardán delantero      | 52                 | K                     | operario 8        |
| 30               | M        | Ensamble componentes cardán trasero             | 24,11              | D,G                   | operario 3        |
| 40               | N        | Pre enderezado cardán trasero                   | 22,01              | H                     | operario 4        |
| 50               | Ñ        | Soldadura compo cardán trasero                  | 43,83              | I                     | operario 5        |
| 60               | O        | Enderezado final cardán trasero                 | 47,6               | J                     | operario 6        |
| 80               | P        | Ensamble yugo brida cardán trasero              | 45,31              | O                     | operario 9        |
| 80               | Q        | Ensamble comp yugo deslizante cardán trasero    | 38,09              | P                     | operario 9        |
| 80               | R        | Enroscado tapa yugo deslizante cardán trasero   | 32,73              | Q                     | operario 9        |
| 85               | S        | Empalme y unión cardanes delantero y trasero    | 100,1              | L,R                   | operario 10       |
| 90               | T        | Balanceo del cardán doble (delantero y trasero) | 131,03             | S                     | operario 11       |
| 100              | U        | Lavado y pintura (delantero y trasero)          | 93,99              | T                     | operario 12,13    |
| <b>TOTAL</b>     |          |   | <b>1044,43</b>     |                       |                   |

Figura 25. Diagrama de Gantt proceso de ensamble cardán doble NPR



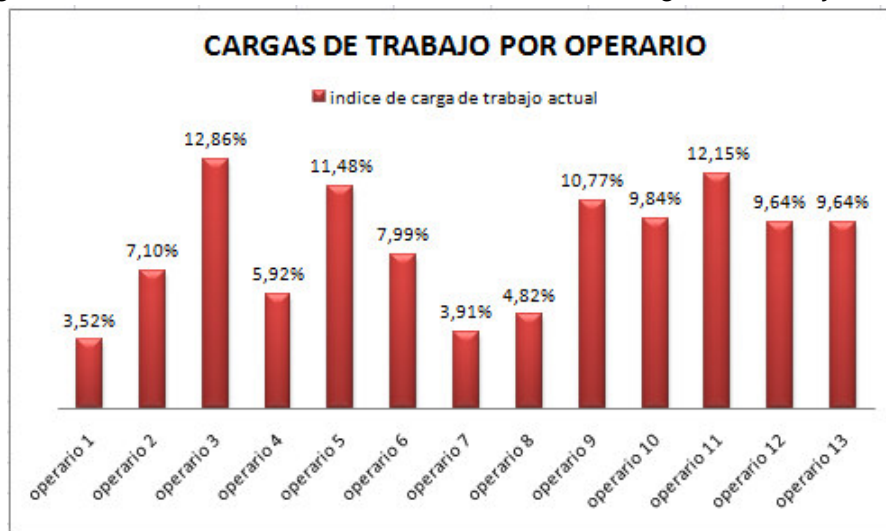
Fuente: Autora

Los tiempos de ciclo fueron tomados del estudio de tiempos realizado para esta aplicación (Ver anexo A).

Tabla 18. Resumen distribución actual de cargas de trabajo

| OPERARIO NÚMERO | COD | OPERACIÓN QUE REALIZA                        | TIEMPO DE CICLO (seg) | TIEMPO DESPL (seg) | TIEMPO CARGA (seg) | HR-HOMBRE /PIEZA | INDICE DE CARGA |         |
|-----------------|-----|--|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|---------|
| OPERARIO 1      | 20  | Subensamble yugo fijo cardán trasero         | 37,92                 |                    | 37,92              | 0,0105           | 3,52%           |         |
| OPERARIO 2      | 20  | Subensamble yugo fijo cardán delantero       | 34,69                 |                    | 76,58              | 0,0213           | 7,10%           |         |
|                 | 20  | Subensamble yugo deslizante cardán trasero   | 41,89                 |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 3      | 20  | Subensamble kit rodamiento cardán delante    | 85,53                 | 8                  | 138,71             | 0,0385           | 12,86%          |         |
|                 | 30  | Ensamble componentes cardán delantero        | 21,07                 |                    |                    |                  |                 |         |
|                 | 30  | Ensamble componentes cardán trasero          | 24,11                 |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 4      | 27  | Estampado seguimiento lote cardán delante    | 12,04                 | 5                  | 63,87              | 0,0177           | 5,92%           |         |
|                 | 40  | Pre enderezado cardán delantero              | 24,82                 |                    |                    |                  |                 |         |
|                 | 40  | Pre enderezado cardán trasero                | 22,01                 |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 5      | 20  | Subensamble tubo insonorizado                | 34,35                 | 5                  | 123,80             | 0,0344           | 11,48%          |         |
|                 | 50  | Soldadura componentes cardán delantero       | 40,62                 |                    |                    |                  |                 |         |
|                 | 50  | Soldadura componentes cardán trasero         | 43,83                 |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 6      | 60  | Enderezado final cardán delantero            | 38,56                 |                    | 86,16              | 0,0239           | 7,99%           |         |
|                 | 60  | Enderezado final cardán trasero              | 47,6                  |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 7      | 80  | Ensamble yugo brida cardán delantero         | 42,14                 |                    | 42,14              | 0,0117           | 3,91%           |         |
| OPERARIO 8      | 70  | Torque rodamiento cardán delantero           | 52                    |                    | 52,00              | 0,0144           | 4,82%           |         |
| OPERARIO 9      | 80  | Ensamble yugo brida cardán trasero           | 45,31                 |                    | 116,13             | 0,0323           | 10,77%          |         |
|                 | 80  | Ensamble yugo deslizante cardán trasero      | 38,09                 |                    |                    |                  |                 |         |
|                 | 80  | Enroscado tapa yugo deslizante               | 32,73                 |                    |                    |                  |                 |         |
| OPERARIO 10     | 85  | Empalme y unión cardanes delantero y trasero | 100,1                 | 6                  | 106,10             | 0,0295           | 9,84%           |         |
| OPERARIO 11     | 90  | Balanceo cardán doble (delantero y trasero)  | 131,03                |                    | 131,03             | 0,0364           | 12,15%          |         |
| OPERARIO 12     | 100 | Lavado y pintura cardán doble                | 46,995                | 5                  | 103,99             | 0,0289           | 9,64%           |         |
| OPERARIO 13     | 100 | Lavado y pintura cardán doble                | 46,995                | 5                  |                    |                  |                 |         |
|                 |     |  |                       |                    |                    | 1078,43          | 0,30            | 100,00% |

Figura 26. Gráfica resumen distribución actual de cargas de trabajo



Fuente: Autora

Se observó de este análisis que los operarios 1,7 y 8 tienen cargas de trabajo relativamente pequeñas en comparación a los demás operarios de la línea, evidenciando la no uniformidad de las cargas de trabajo entre cada uno de los operarios, por lo tanto, surge la necesidad de realizar un balanceo de la línea de ensamble y establecer la cantidad de operarios que requiere la línea para obtener un proceso estable y productivo.

Asimismo, de acuerdo con el diagnóstico realizado en la primera fase del proyecto se detectaron problemas para el desarrollo del proceso de ensamble, específicamente en las operaciones de subensambles y en el flujo del material entre las operaciones de ensamble, por lo cual se realizó un análisis detallado de estos dos ítems a los cuales se dirigirán las propuestas de mejora.

### **5.1.2. PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE TRABAJO**

“Una línea de ensamble se refiere al ensamble progresivo enlazado por algún dispositivo de manejo de material. La suposición normal es que hay alguna forma de ritmo y que el tiempo de procesamiento permisible es equivalente para todas las estaciones de trabajo”.<sup>18</sup>

El problema del balanceo de la línea de ensamble es cómo asignar la totalidad de las tareas a una serie de estaciones de trabajo de manera que cada una de ellas no tenga más trabajo que el que puede realizar en su tiempo de ciclo y se minimice el tiempo no asignado (es decir, de inactividad).

El problema se complica debido a las relaciones que se establecen entre las tareas a causa del diseño del producto y las tecnologías del proceso. A éstas se les llama relaciones de precedencia, y especifican el orden en el que deben desempeñarse las tareas en el proceso de ensamble. Los pasos para balancear una línea de ensamble son:

---

<sup>18</sup> CHASE AQUILANO JACOBS. Administración de producción y operaciones. Bogotá: Mac Graw Hill, 2007. p. 214.

1. Especificar las relaciones secuenciales entre las tareas utilizando un diagrama de precedencia. El diagrama consiste en círculos y flechas. Los círculos representan las operaciones y las flechas indican el orden en que debe desempeñarse cada operación.

2. Determinar el tiempo requerido del ciclo de la estación de trabajo ( $C$ ) mediante la fórmula:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día (segundos de operación)}}{\text{Producción requerida por día (unidades)}}$$

3. Determinar el número teórico mínimo de estaciones de trabajo ( $Nt$ ) que se requieren para cumplir con la restricción del tiempo de ciclo de la estación de trabajo. (El número real puede ser mayor). El número de estaciones indicaría igual número de operarios, para satisfacer la limitación del tiempo de ciclo utilizando la fórmula.

$$Nt = \frac{\text{Suma de los tiempos de ciclo de las operaciones } (T)}{\text{Tiempo de ciclo } (C)}$$

4. Seleccionar una norma primaria según la cual se deben asignar las tareas a las estaciones de trabajo, y una norma secundaria para romper los nexos.

5. Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo del ciclo o hasta que no sean factibles más tareas debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repetir el proceso para la estación de trabajo 2, para la 3 y así sucesivamente, hasta que todas las tareas sean asignadas.

6. Evaluar la eficiencia del equilibrio por medio de la fórmula de eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de ciclo de las operaciones } (T)}{\text{Tiempo del ciclo } (C) * \text{Número de las estaciones de trabajo } (Nt)}$$

7. Si la eficiencia no es satisfactoria, vuelva a balancear utilizando una norma de decisión diferente.

Aplicando esta metodología, y teniendo en cuenta las propuestas de mejora que serán expuestas a lo largo de este capítulo para organizar de manera satisfactoria la línea de ensamble y poder obtener los resultados esperados, se presenta el orden propuesto de las operaciones para llevar a cabo el ensamble de un eje cardánico doble y su diagrama de precedencia. (Ver tabla 19 y figura 27).

Seguido de esto, se determina el tiempo requerido del ciclo de la estación de trabajo (C) y el número teórico mínimo de estaciones de trabajo (Nt) que se requieren para cumplir con la restricción del tiempo de ciclo de la estación, estos son:

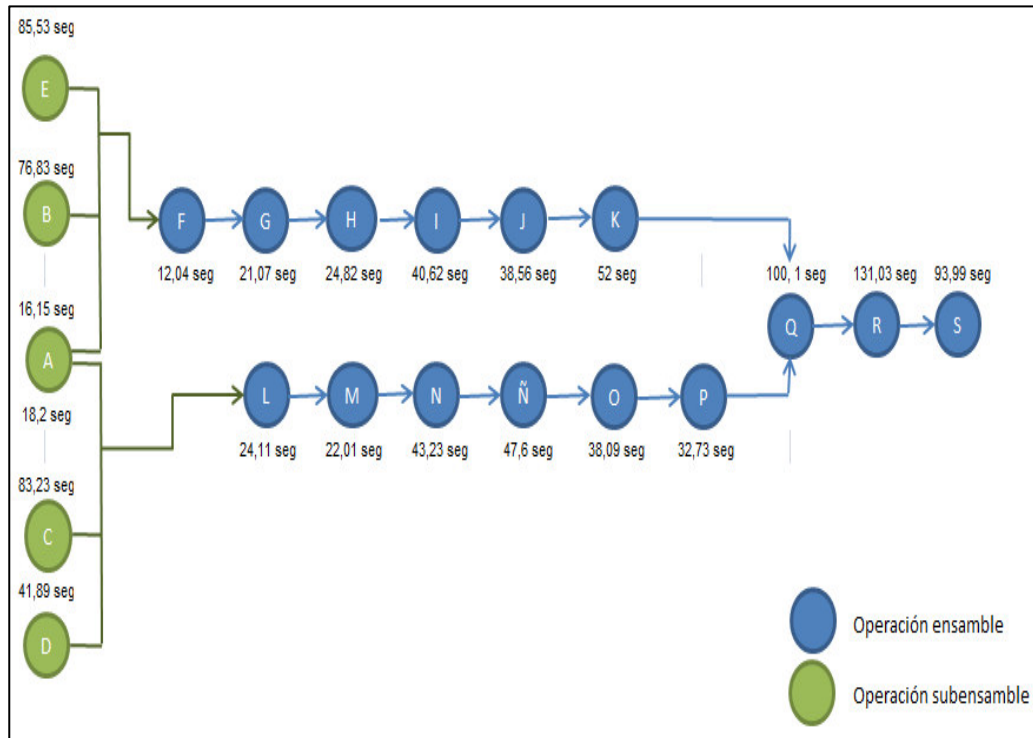
$$C = \frac{3600 \text{ seg} * 7,3 \text{ horas}}{200 \text{ unidades}} = 131,4 \text{ seg} ; Nt = \frac{1044,43 \text{ segundos}}{131,4 \text{ segundos}} = 7,94 \approx 8$$

Tabla 19. Orden propuesto y tiempos del ensamble para un cardán doble

| CÓDIGO OPERACIÓN | Nº ORDEN | DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN                     | TIEMPO CICLO (seg) | OPERACIÓN PREDECESORA | OPERARIO ASIGNADO |
|------------------|----------|---|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 20               | A        | subensamble tubo insonorizador                  | 34,35              |                       | operario ext      |
| 20               | B        | subensamble yugo fijo y brida cardán delantero  | 76,83              |                       | operario 1        |
| 20               | C        | subensamble yugo fijo y brida cardán trasero    | 83,23              |                       | operario 1        |
| 20               | D        | subensamble yugo deslizante                     | 41,89              | C                     | operario 2        |
| 20               | E        | subensamble kit de rodamiento cardán delante    | 85,53              |                       | operario 3        |
| 27               | F        | Estampado siguiendo lote                        | 12,04              | A                     | operario 2        |
| 30               | G        | Ensamble componentes cardán delantero           | 21,07              | B,E,F                 | operario 4        |
| 40               | H        | Pre enderezado cardán delantero                 | 24,82              | G                     | operario 4        |
| 50               | I        | Soldadura comp cardán delantero                 | 40,62              | H                     | operario 5        |
| 60               | J        | Enderezado final cardán delantero               | 38,56              | I                     | operario 6        |
| 70               | K        | Torque rodamiento central cardán delantero      | 52                 | K                     | operario 7        |
| 30               | L        | Ensamble componentes cardán trasero             | 24,11              | D,G                   | operario 4        |
| 40               | M        | Pre enderezado cardán trasero                   | 22,01              | L                     | operario 4        |
| 50               | N        | Soldadura compo cardán trasero                  | 43,83              | M                     | operario 5        |
| 60               | Ñ        | Enderezado final cardán trasero                 | 47,6               | N                     | operario 6        |
| 80               | O        | Ensamble comp yugo deslizante cardán trasero    | 38,09              | Ñ                     | operario 7        |
| 80               | P        | Enroscado tapa yugo deslizante cardán trasero   | 32,73              | O                     | operario 7        |
| 85               | Q        | Empalme y unión cardanes delantero y trasero    | 100,1              | K,P                   | operario 8        |
| 90               | R        | Balanceo del cardán doble (delantero y trasero) | 131,03             | Q                     | operario 9        |
| 100              | S        | Lavado y pintura (delantero y trasero)          | 93,99              | R                     | operario 10       |
| <b>TOTAL</b>     |          |   | <b>1044,43</b>     |                       |                   |

Fuente: Autora

Figura 27. Diagrama de precedencia proceso de ensamblaje cardán doble



Fuente: Autora

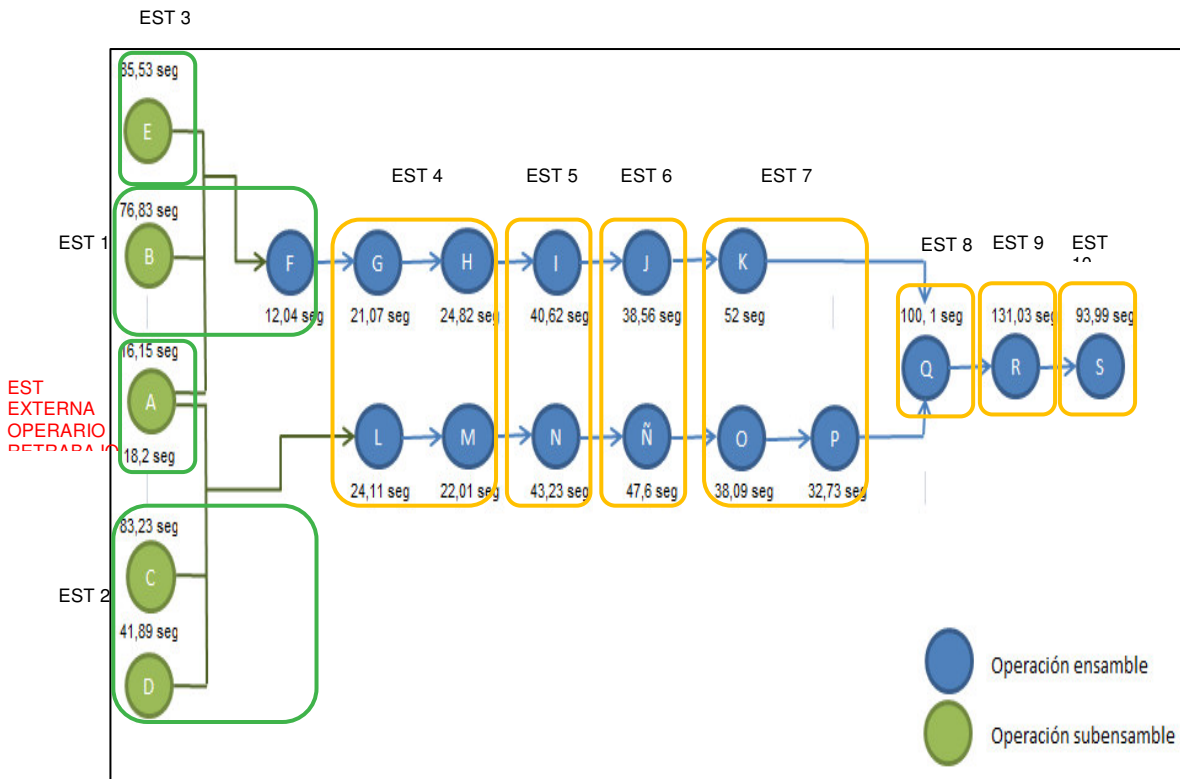
Con esta información, se hace la asignación de tareas u operaciones a las estaciones de trabajo, una a una, teniendo en cuenta que la suma de los tiempos de las operaciones debe ser igual al tiempo de ciclo o de tal manera que se encuentre una distribución uniforme de las cargas de trabajo para cada estación.

El resultado de esta asignación es de 10 estaciones (EST), distribuidas tal como se muestra en la figura 28, la cual contiene las operaciones del proceso y sus respectivos tiempos.

Finalmente, se evalúa la eficiencia que se lograría con esta distribución de la siguiente manera:

$$Eficiencia = \frac{1044,43 \text{ segundos}}{131,4 \text{ segundos} * 10 \text{ estaciones}} = 0,7948 = 79\%$$

Figura 28. Propuesta de distribución de estaciones



Fuente: Autora

Este resultado indica que la propuesta de distribución de cargas de trabajo arroja un 79% de eficiencia, lo que significa que con esta distribución se generaría un aumento del 29,5% en comparación al 61% de eficiencia de la distribución de carga actual.

Asimismo, teniendo en cuenta la distribución propuesta con 10 estaciones y asignando un operario por estación para lograr una mayor uniformidad de las cargas de trabajo y a la vez mayor eficiencia en el desarrollo del proceso, se hace un resumen de las cargas de trabajo para cada operario indicando las operaciones que debe realizar, el tiempo de ejecución y el índice de carga que tiene. (Ver tabla 20 y figura 29)

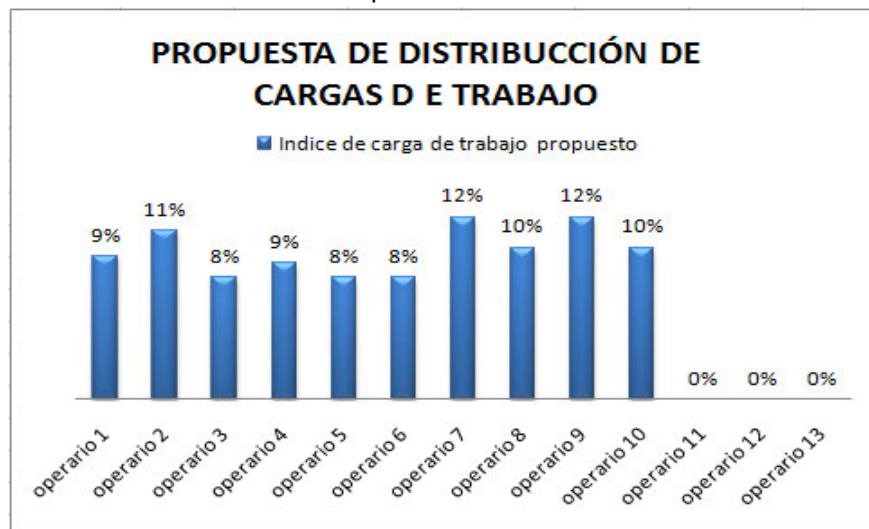
Es importante aclarar que los tiempos de ciclo de cada operación permanecen igual, dado que no se está modificando el método de estas.

Tabla 20. Resumen de distribución propuesta de cargas de trabajo por operario.

| OPERARIO NÚMERO | COD | OPERACIÓN QUE REALIZA                          | TIEMPO DE CICLO (seg) | TIEMPO DESPL (seg) | TIEMPO CARGA (seg) | HR-HOMBRE /PIEZA | INDICE DE CARGA |
|-----------------|-----|--|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| OPERARIO EXT    | 20  | Subensamble tubo insonorizado                  | 34,35                 |                    | 34,35              | 0,01             | 3%              |
| OPERARIO 1      | 20  | Subensamble yugo fijo y brida cardán trasero   | 83,23                 |                    | 100,27             | 0,03             | 9%              |
|                 | 20  | Estampado seguimiento lote cardán delantero    | 12,04                 | 5                  |                    |                  |                 |
| OPERARIO 2      | 20  | Subensamble yugo fijo y brida cardán delantero | 76,83                 |                    | 118,72             | 0,03             | 11%             |
|                 | 27  | Subensamble yugo deslizante cardán trasero     | 41,89                 |                    |                    |                  |                 |
| OPERARIO 3      | 20  | Subensamble kit rodamiento cardán delantero    | 85,53                 |                    | 85,53              | 0,02             | 8%              |
| OPERARIO 4      | 30  | Ensamble componentes cardán delantero          | 21,07                 |                    | 92,01              | 0,03             | 9%              |
|                 | 30  | Ensamble componentes cardán trasero            | 24,11                 |                    |                    |                  |                 |
|                 | 40  | Pre enderezado cardán delantero                | 24,82                 |                    |                    |                  |                 |
|                 | 40  | Pre enderezado cardán trasero                  | 22,01                 |                    |                    |                  |                 |
| OPERARIO 5      | 50  | Soldadura componentes cardán delantero         | 40,62                 |                    | 84,45              | 0,02             | 8%              |
|                 | 50  | Soldadura componentes cardán trasero           | 43,83                 |                    |                    |                  |                 |
| OPERARIO 6      | 60  | Enderezado final cardán delantero              | 38,56                 |                    | 86,16              | 0,02             | 8%              |
|                 | 60  | Enderezado final cardán trasero                | 47,6                  |                    |                    |                  |                 |
| OPERARIO 7      | 80  | Torque rodamiento cardán delantero             | 52                    |                    | 122,82             | 0,03             | 12%             |
|                 | 70  | Ensamble yugo deslizante cardán trasero        | 38,09                 |                    |                    |                  |                 |
|                 | 80  | Enroscado tapa yugo deslizante                 | 32,73                 |                    |                    |                  |                 |
| OPERARIO 8      | 85  | Empalme y unión cardanes delantero y trasero   | 100,1                 | 6                  | 106,10             | 0,03             | 10%             |
| OPERARIO 9      | 90  | Balaceo cardán doble (delantero y trasero)     | 131,03                |                    | 131,03             | 0,04             | 12%             |
| OPERARIO 10     | 100 | Lavado y pintura cardán doble                  | 93,99                 | 10                 | 103,99             | 0,03             | 10%             |
|                 |     |  |                       |                    | 1065,43            | 0,30             | 100%            |

Fuente: Autora

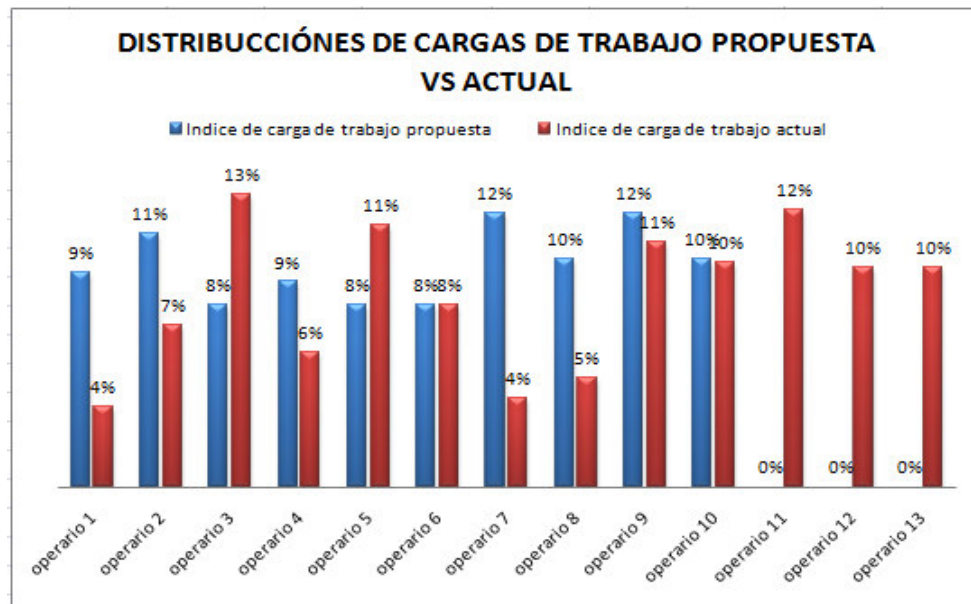
Figura 29. Gráfica resumen distribución propuesta de cargas de trabajo por operario



Fuente: Autora

A partir de la distribución actual y propuesta de cargas de trabajo para desarrollar el proceso de ensamble de un eje cardánico doble se presenta un comparativo entre estas, el cual se puede ver en la figura 30.

Figura 30. Comparativo entre las distribuciones actual y propuesta de cargas de trabajo



Fuente: Autora

## 5.2. PROPUESTA DE EXTERNALIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE SUBENSAMBLE DE COMPONENTES

### Problema a trabajar:

En el análisis de la situación actual de la línea de ensamble de ejes cardánicos, se identificó como principal problema el alto número de paradas no planificadas en la operación de balanceo del cardán (balanceadora OP90), la cual es el recurso restrictivo de la línea, esto se debe a que los operarios realizan operaciones de subensamble de componentes paralelamente al proceso de ensamble del cardán, situación generada por la no regulación del suministro de componentes a la línea para iniciar el proceso de ensamble. (Ver figura 31)

Además se encontró en el análisis de las cargas de trabajo que el operario 3 y 5 quienes ejecutan las operaciones de ensamble de componentes (OP30) y soldadura (OP50) respectivamente, también desarrollan operaciones de subensamble (OP20), ocasionando en gran medida las paradas no planificadas correspondientes a falta de operario para desarrollar continuamente una operación y a operarios en otras operaciones.

Igualmente se detectó que las operaciones de subensamble requieren mejoras en cuanto al desarrollo de las actividades dentro de éstas y a la organización de los puestos de trabajo, siendo necesario establecer áreas para el suministro de material, para los puestos de trabajo y para la salida de material de estas operaciones.

Por lo anterior, se plantean propuestas de mejora para cada una de las operaciones de subensamble enfocadas a garantizar un eficiente suministro de componentes a la línea e incrementar su productividad.

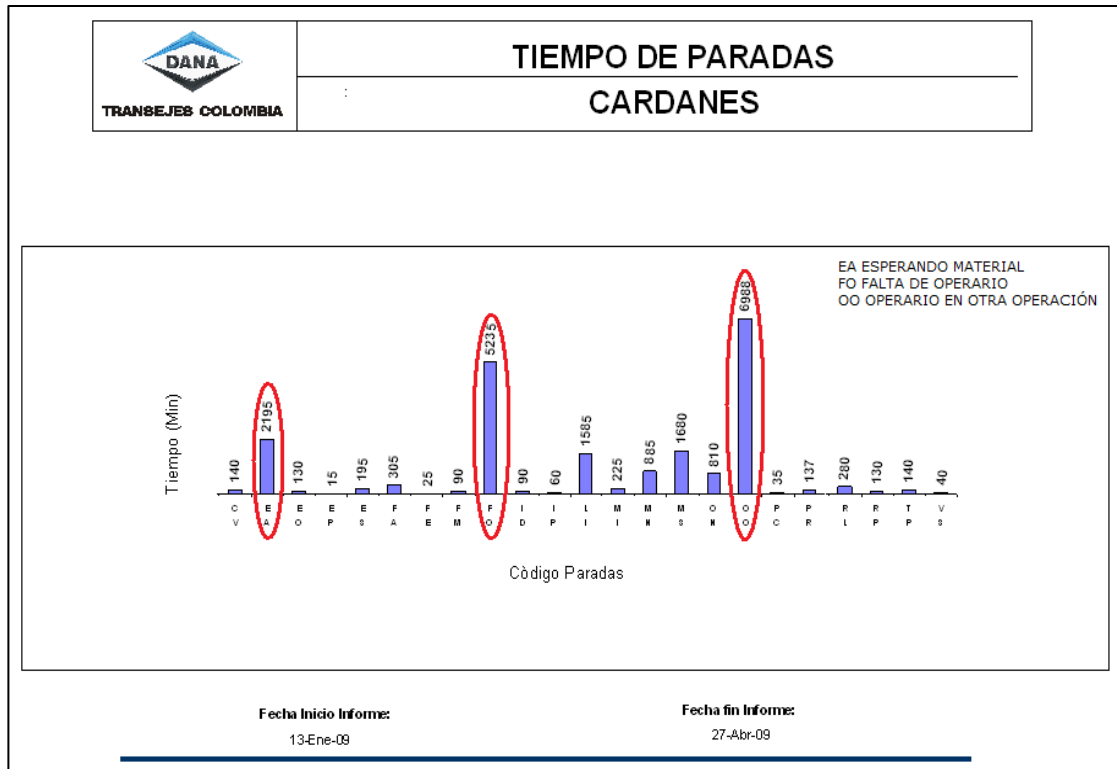
Las operaciones de subensamble de la línea de ejes cardánicos son: subensamble de tubo insonorizado, subensamble de yugos (yugo fijo, yugo deslizante) y subensamble de kit de rodamiento central.

#### **Actividades que se van a desarrollar:**

A continuación se presentan las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de las propuestas de mejora:

- Formulación de propuestas de mejora para cada una de las operaciones de subensamble.
- Sensibilización del personal que hace parte del proceso de ensamble a través de capacitaciones que faciliten la incorporación de nuevos conceptos en la operación normal del proceso y la implementación de las propuestas.
- Asignación de operarios exclusivamente a las operaciones de subensamble, basándose en el balanceo de línea.

Figura 31. Paradas no planificadas línea ejes cardánicos



Fuente: BARRERA. Jhon, Asistente Producción

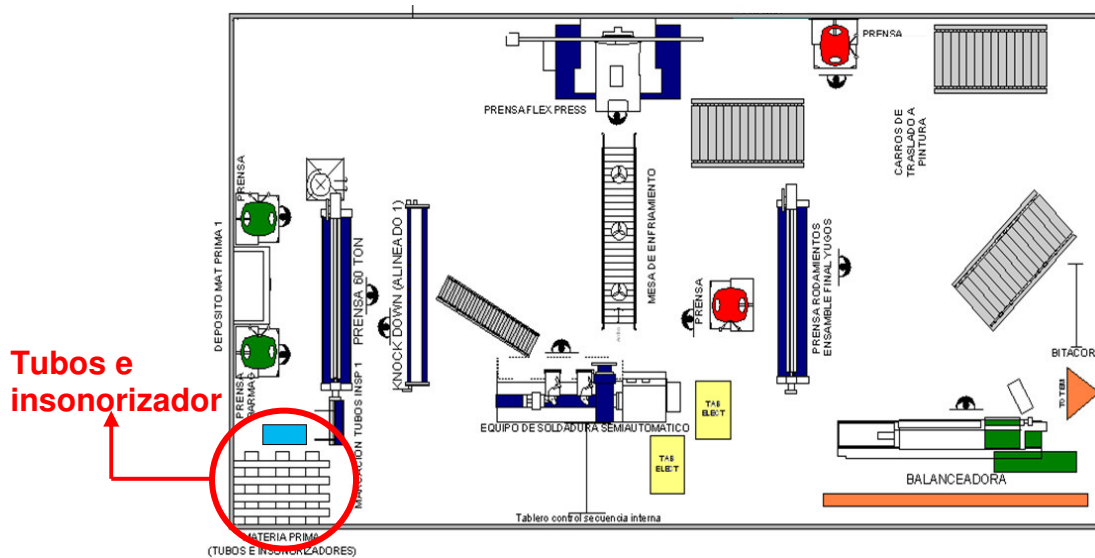
### 5.2.1. Reubicación y mejora subensamblable de los tubos insonorizados

Este subensamblable consiste en tomar un tubo de eje cardánico e introducirle un cartón insonorizador, primero el operario de almacén suministra los componentes del subensamblable (tubos e insonorizadores), a partir del lote que se va a ensamblar según la secuencia de producción.

Actualmente este subensamblable se realiza en un extremo de la línea de ensamble (Ver figura 32), allí se acumulan los tubos de los ejes y los cartones insonorizadores, se ubica un carro sobre el cual se desarrolla la operación y luego se transporta hasta la prensa de 60 toneladas en donde se inicia el proceso de ensamble del eje cardánico.

Esta operación es desarrollada por el operario número 5 como se mostró en el análisis de cargas de trabajo actual sección 5.1.1, su tiempo de ciclo es de 34,12 segundos para un cardán doble, dato tomado del estudio de tiempos sección 4.4.2 (ver anexo A), este operario también realiza la operación de soldadura de componentes, la cual es una de las operaciones más críticas del proceso.

Figura 32. Ubicación del puesto de trabajo del subensamble tubos insonorizados



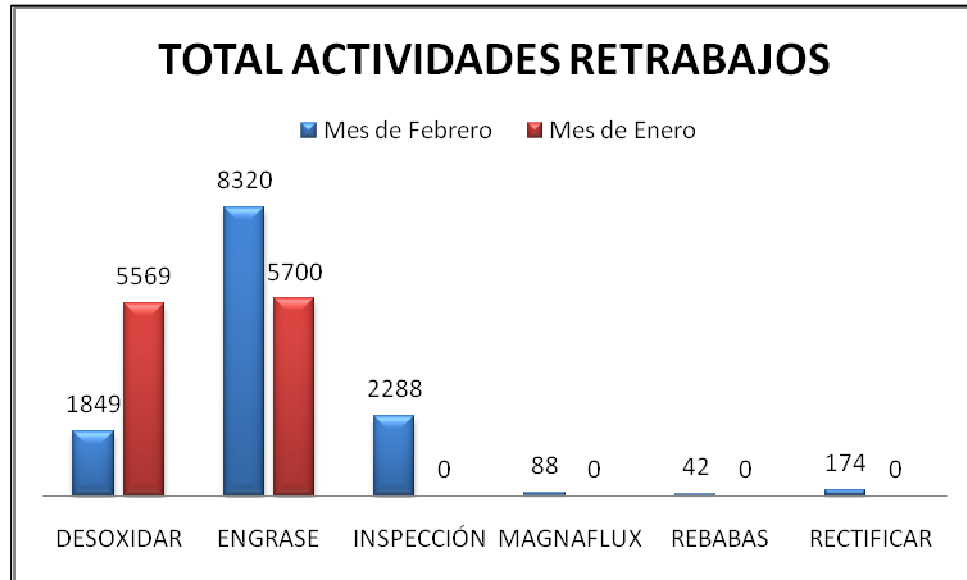
Fuente: Autora

Por lo tanto, se propone realizar el subensamble de los tubos insonorizados en la zona de retrabajos ubicada en el almacén.

El equipo de retrabajos está conformado por 8 operarios para una jornada normal de 8 horas, cumple esencialmente con dos funciones, la primera es prestar el servicio de soporte para los productos que presenten defectos durante su proceso de producción, teniendo como prioridad su secuencia de producción y la segunda es realizar la inspección de los productos defectuosos provenientes del proveedor.

En la figura 33 se presenta sus diferentes actividades y su variación a lo largo de los meses de enero y febrero del 2009.

Figura 33. Gráfica total de actividades retrabajos



Fuente: Autora

Lo que se busca con esta propuesta es que un operario de retrabajos realice además de estas funciones, las cuales se presentan de manera ocasional, el subensamble de los tubos que están ubicados dentro del almacén, y que la carga del operario numero 5 se equilibre mejorando su productividad.

Dado que un operario de retrabajos tienen una carga de trabajo variable, la cual depende de la cantidad de productos defectuosos que se presenten en las líneas y teniendo en cuenta que la capacidad máxima de la línea de ejes cardánicos es de 200 piezas/turno, se encuentra que el tiempo de operación para este lote máximo sería de 2 horas, por lo cual se establece una disponibilidad de 2 horas por turno para un operario de retrabajos, tiempo que no afectaría drásticamente el rendimiento del grupo de retrabajos.

La operación se desarrollaría al inicio de la jornada, garantizando que los tubos sean suministrados directamente a la línea de ensamble limpios e insonorizados, contribuyendo también al control de la llegada de tubos defectuosos y dando tiempo para poder reponer el material rechazado.

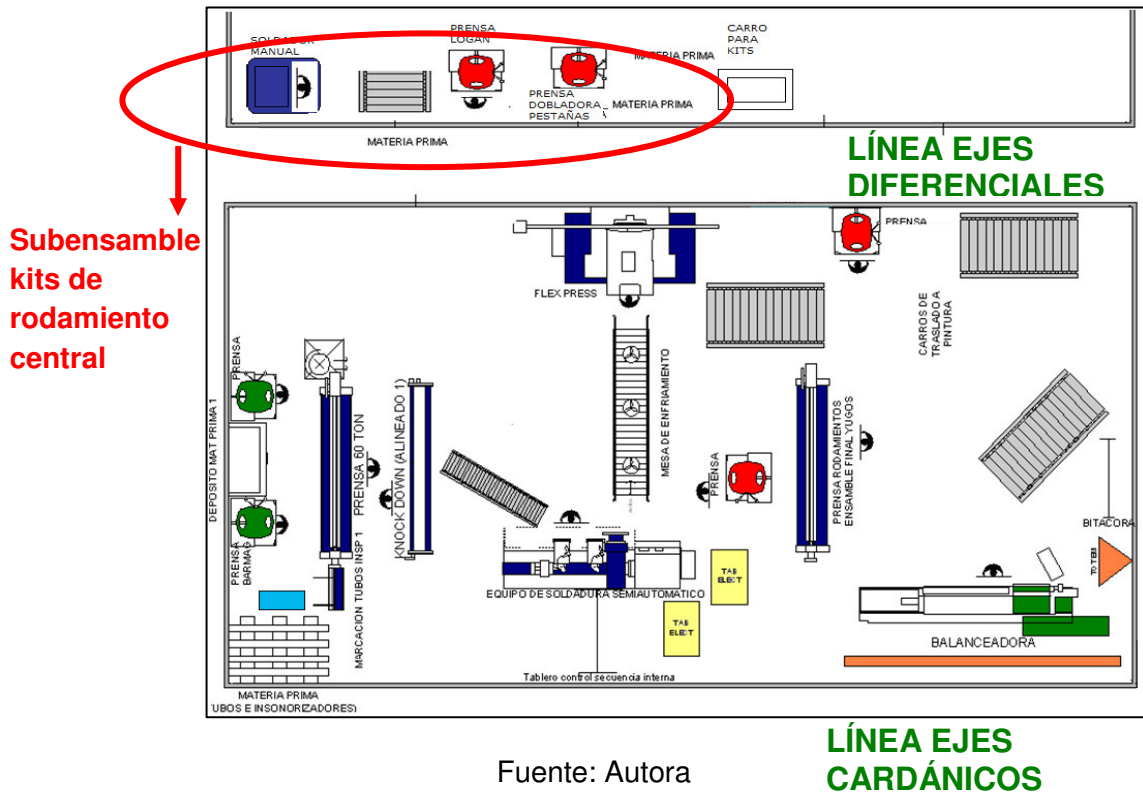
Para que esta operación sea desarrollada correctamente por el operario de retrabajos se elaboró una ayuda visual que indica la cantidad de insonorizadores que debe llevar cada tubo, así como un formato en donde se realiza el control de material defectuoso. (Ver anexo D).

### 5.2.2. Celda de trabajo para el subensamble de kits de rodamiento central

Actualmente esta operación se desarrolla en un extremo de la línea de ejes diferenciales en un área de 24 m<sup>2</sup> aproximadamente (Ver figura 34).

El ensamble del kit de rodamiento central consiste en tres fases, primero se debe formar un conjunto con el soporte, el caucho y el rodamiento, luego se le debe colocar un guardapolvo a la espiga intermedia y al yugo de acople, una vez terminados estos conjuntos se forma lo que se llama el kit de rodamiento central. Para elaborar el kit de rodamiento se utilizan la prensa logan, la dobladora de pestañas y un soldador manual.

Figura 34. Ubicación del puesto de trabajo del subensamble kits de rodamiento



Esta operación la realiza el operario número 3, su tiempo de ciclo es de 85,35 segundos, dato tomado del estudio de tiempos descrito en la sección 4.4.2, además este operario también desarrolla la operación 30 ensamble de componentes, con la cual se inicia el proceso de ensamble de un eje cardánico, información presentada en la sección 5.1.1.

Asimismo, se detectó que no están definidas las áreas de entrada y salida del material (componentes), en el puesto de trabajo de este subensamble, generando desorden y bajo nivel de 5s´ para el mismo.

Esta propuesta consiste en organizar y adecuar los puestos de trabajo formando una celda que permita desarrollar eficientemente la operación de subensamble de los kits de rodamiento central, los cuales van ubicados en los extremos de los tubos para cardanes delanteros, y a su vez definiendo los puntos de entrada y salida de material dando lugar al correcto suministro del mismo.

Teniendo en cuenta el orden de actividades ya establecido para esta operación, y además un espacio de 24 m<sup>2</sup> disponible en la línea de ejes diferenciales, con el método de planeación sistemática de distribución para esta celda, se evalúa la alternativa de distribución más adecuada, lo que implica realizar un análisis de relaciones y razones, indicando el grado de cercanía que debe existir entre los puestos de trabajo para realizar el subensamble de los kit de rodamiento, y de esta manera justificar la creación de la celda de trabajo enfocada a eliminar paradas no planificadas por realizar este subensamble y evitar desórdenes durante el desarrollo de esta operación.

Tomando como base que el flujo de material entre sus puestos de trabajo debe ser uniforme, en la tabla 21 y 22 se muestra las relaciones para la ubicación de los puestos de trabajo de esta celda de subensamble con una letra indicando el grado de calificación de cercanía (A, E, I, U, X) y sus respectivas razones.

Tabla 21. Tabla de relaciones

| DE |                           | A |   |   | ÁREA<br>(m <sup>2</sup> ) |
|----|---------------------------|---|---|---|---------------------------|
|    | PUESTOS DE TRABAJO        | 2 | 3 | 4 |                           |
| 1  | Prensa Logan              | A | A | E | 3                         |
| 2  | Prensa dobladora pestañas |   | U | U | 1,5                       |
| 3  | Soldadora manual          |   |   | E | 4                         |
| 4  | Carro armado del kit      |   |   | - | 2                         |

A—Altamente necesaria      I— Importante      U—Unimportante  
 E—Especialmente importante      O— La cercanía ordinaria esta bien      X—Indeseable

Tabla 22. Tabla de relaciones y razones

|   |                           |            |            |          |
|---|---------------------------|------------|------------|----------|
| 1 | Prensa Logan              |            |            |          |
| 2 | Prensa dobladora pestañas | A<br>1,2,3 | A<br>1,2,3 | E<br>1,2 |
| 3 | Soldadora manual          | U<br>4     | U<br>4     |          |
| 4 | Carro armado del kit      | E<br>1,2   |            |          |

| CÓD | RAZÓN   |
|-----|---|
| 1   | Necesidad de comunicación estrecha                  |
| 2   | Operario Común                                      |
| 3   | Facilidad de supervisión                            |
| 4   | Las actividades del puesto de trabajo no se afectan |

Fuente: Autora

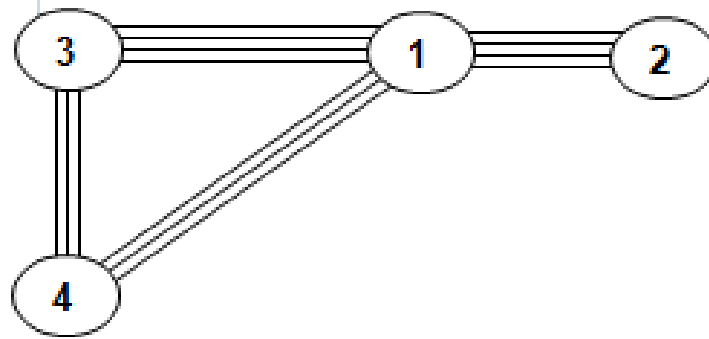
Tomando como base las tablas de relaciones y razones, se hace una representación gráfica mediante un diagrama de hilos, para ello se realiza una ponderación de cada una de las relaciones (A, E, I, O, U, X), asignándole pesos numéricos a la calificación de cercanía entre cada uno de los puestos de trabajo como se muestra en la tabla 23 y figura 35.

Tabla 23. Valor

| VALOR | CERCANÍA                        | CÓDIGO DEL<br>REGLÓN | PESOS<br>NUMÉRICOS |
|-------|---------------------------------|----------------------|--------------------|
| A     | Altamente necesaria             | =====                | 16                 |
| E     | Especialmente importante        | =====                | 8                  |
| I     | Importante                      | =====                | 4                  |
| O     | La cercanía ordinaria esta bien | =====                | 2                  |
| U     | Unimportante                    | =====                | 0                  |
| X     | Indeseable                      | ~~~~~                | -80                |

Fuente: CHASE

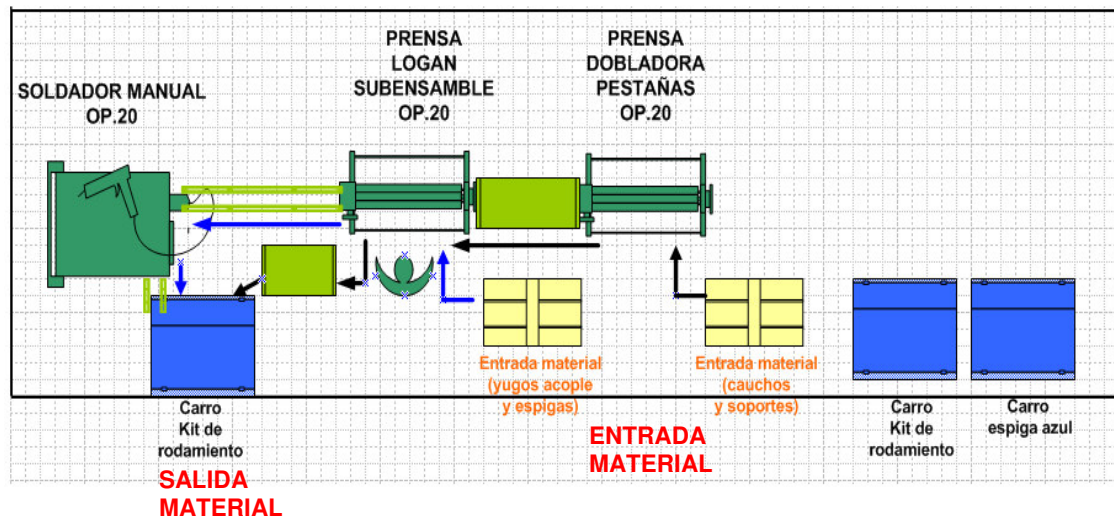
Figura 35. Diagrama de hilos



Fuente: Autora

Una vez elaborado el diagrama de proximidad se tiene una idea del orden de distribución de la celda para establecer la ubicación de cada uno de los puestos de trabajo en esta (Ver figura 36). Incorporando además un tobogán que facilite el transporte de las piezas, una bandeja para conectar la prensa logan con la dobladora de pestañas y la adecuación de la prensa logan para ubicar correctamente sus dispositivos y el material que requiere para el desarrollo de la operación.

Figura 36. Propuesta celda de trabajo para subensamble kits de rodamiento



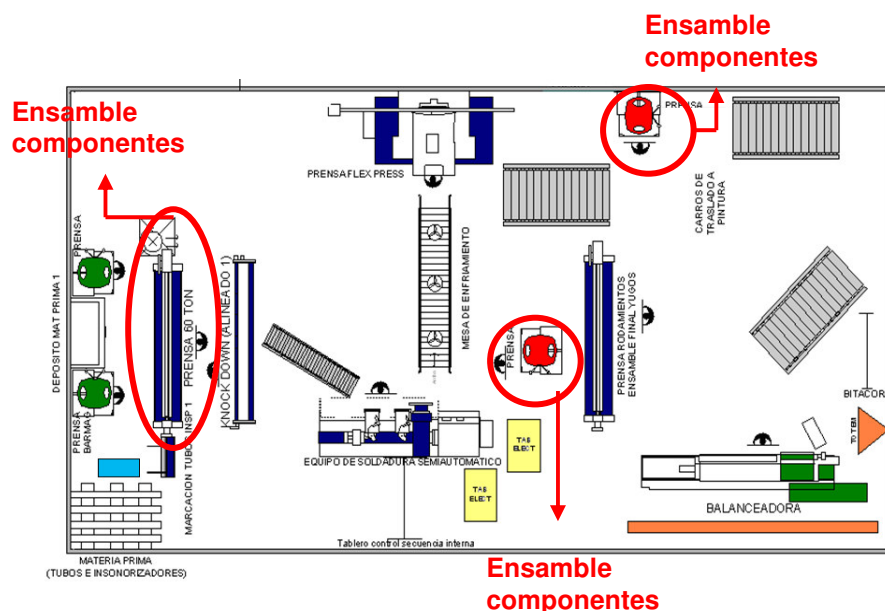
Fuente: Autora

Para desarrollar esta operación de subensamble se determinó con base en la propuesta de balanceo de la línea descrito en la sección 5.1.2, asignar al operario número 3 para que realice únicamente esta actividad.

### 5.2.3. Reubicación de la operación 80 ensamble de componentes (yugo brida)

El proceso de ensamble inicia con la operación 30 ensamble de componentes, para los cardánes delanteros los componentes son: yugo fijo, tubo insonorizado y kit de rodamiento, para los cardánes traseros los componentes son: yugo fijo, tubo insonorizado y espiga con yugo deslizante. Una vez ensamblados estos componentes el cardán pasa a las operaciones de pre-enderezado, soldadura de componentes, enderezado final y de nuevo se realiza un ensamble del componente yugo brida para los dos cardánes operación 80, pero en diferente máquina, luego de esto se unen los cardánes delanteros y traseros y se continua hasta terminar el proceso de ensamble descrito en la sección 4.3.3. (Ver figura 37)

Figura 37. Recorrido de un eje cardánico doble

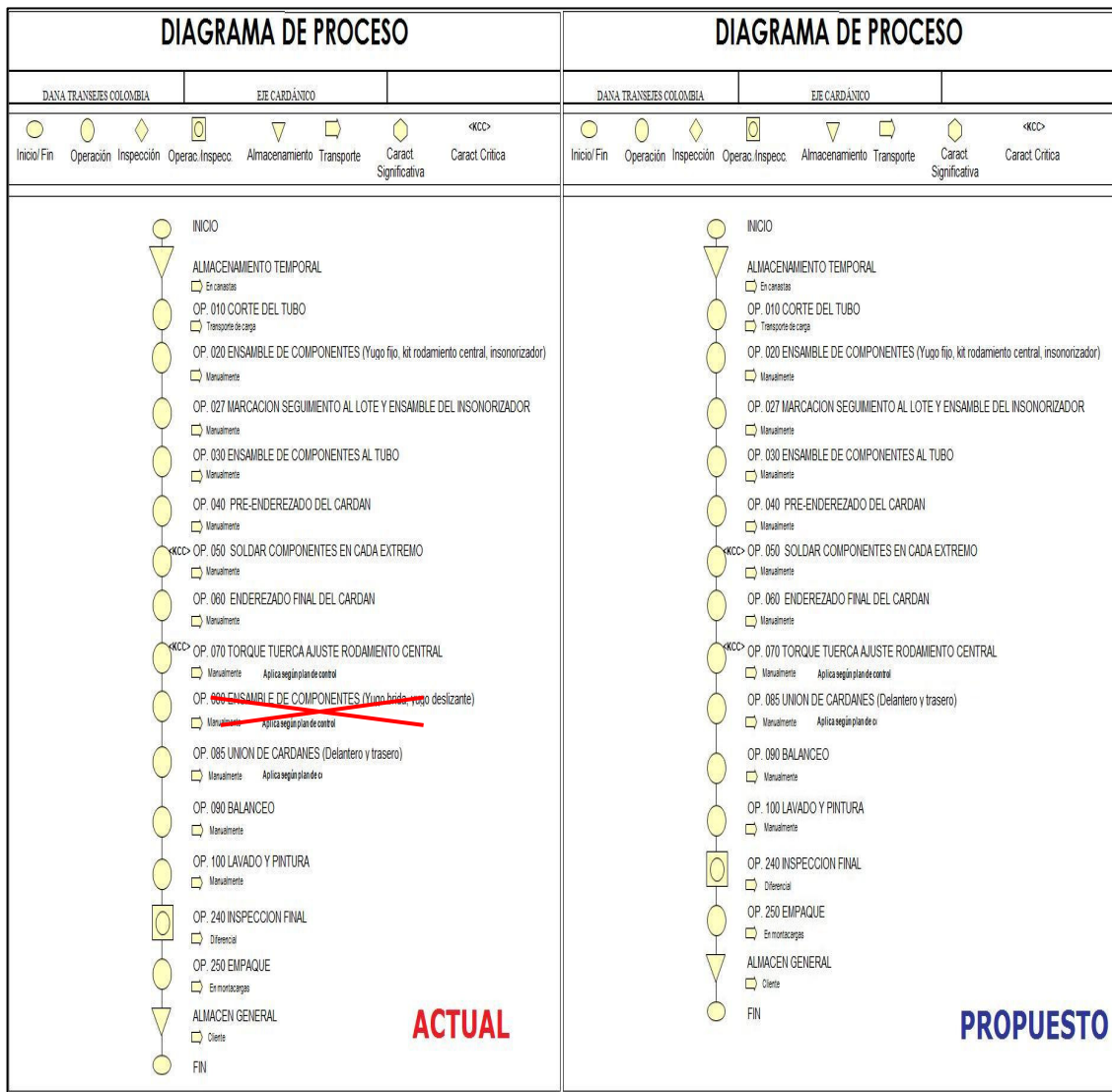


Fuente: Autora

La operación 30 tiene un tiempo de ciclo de 45,18 segundos y la operación 80 ensamble de componentes (yugo brida) tiene un tiempo de ciclo de 42,14 segundos para el cardán delantero y de 45,31 segundos para el cardán trasero, datos tomados del estudio de tiempos descrito en la sección 4.4.2.

Analizando el diagrama de proceso de ensamble actual, se propone agrupar las operaciones 30 y 80, ejecutadas por los operarios 3, 7 y 9 respectivamente como se mencionó en la sección 5.1.1. (Ver figura 38).

Figura 38. Diagrama de proceso actual vs propuesto

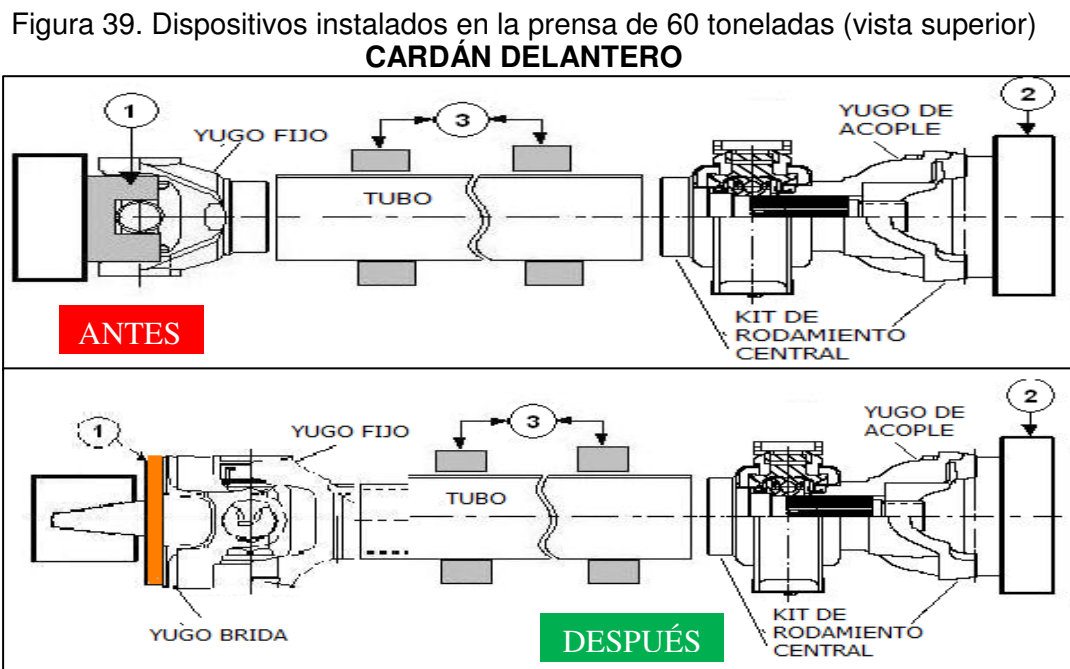


Fuente: Autora

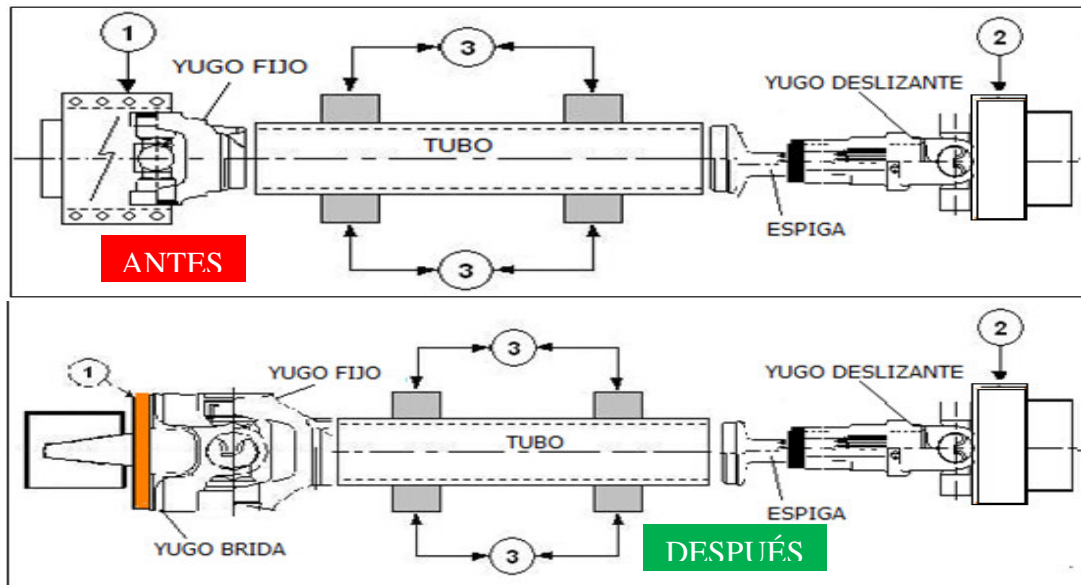
Para hacer efectiva esta agrupación de operaciones se requiere realizar un subensamble en donde se arme un conjunto con el yugo fijo y yugo brida para cardanes delanteros y traseros, permitiendo de esta forma agilizar el proceso de ensamble del cardán doble y reduciendo el tiempo del proceso al reubicar estas operaciones como un subensamble.

Se asignará esta nueva actividad a los operarios 1 y 2 quienes están actualmente realizando las operaciones de subensamble para yugos (yugos fijos, yugos brida y yugos deslizantes), basándose en el balance de la línea propuesto en la sección 5.1.2.

Por lo anterior, es necesario revisar que dispositivos necesita la prensa de 60 toneladas, en donde se desarrolla actualmente la operación 30, para que se pueda realizar en una sola operación el ensamble de todos los componentes del eje cardánico, es decir, el yugo brida, el yugo deslizante, el yugo fijo y el kit de rodamiento central. Esto implica eliminar la operación 80 y consolidar la 30 para el ensamble de todos los componentes. En la figura 39 se presenta una vista superior de cómo sería el ensamble de todos los componentes tanto para el cardán delantero como para el cardán trasero, señalando qué dispositivos nuevos se deben instalar.



## CARDÁN TRASERO



Fuente: Autora

A continuación, En la tabla 24 se listan los diferentes componentes que contienen las aplicaciones de cardánes dobles en estudio, con sus respectivos números de parte. Este listado se utilizó para revisar el herramental existente, actividad que se lleva a cabo contando con el apoyo del técnico de calidad y procesos designado a la línea de ensamble de ejes cardánicos, para determinar la cantidad de dispositivos a diseñar y fabricar.

Tabla 24. Listado del herramental

| APLICACIÓN | COMPONENTE IZQUIERDO | EXISTE |    | ESTADO |      | COMPONENTE DERECHO           | EXISTE |    | ESTADO |      |
|------------|----------------------|--------|----|--------|------|------------------------------|--------|----|--------|------|
|            |                      | SI     | NO | BUENO  | MALO |                              | SI     | NO | BUENO  | MALO |
| NPR        | BRIDA TP - 81055     |        | X  |        |      | YUGO DESL + BRIDA TP - 81055 |        | X  |        |      |
|            | CRUCETA 2-5-368X     | X      |    | X      |      | YUGO DESL + BRIDA TP - 81055 |        |    |        |      |
|            | BRIDA 3-2-10021T     |        | X  | X      |      | YUGO DE ACOUPLE              | X      |    | X      |      |
|            | BRIDA 3-2-10021T     |        | X  |        |      | YUGO DESL + CRUCETA 5-160X   | X      |    | X      |      |
|            | BRIDA 2-2-1519       |        | X  |        |      | YUGO DE ACOUPLE              | X      |    | X      |      |
|            | BRIDA 2-2-1529       |        | X  |        |      | YUGO DESL + CRUCETA 5-160X   | X      |    | X      |      |
| I-190      | YUGO DESL TP-93094XT |        | X  |        |      | YUGO DE ACOUPLE KB-41        | X      |    | X      |      |
|            | CRUCETA 2-5-1176     | X      |    | X      |      | CROSS 2-5-1176               | X      |    | X      |      |
|            | YUGO DESL TP-93094XT |        | X  |        |      | YUGO DE ACOUPLE KB-41        | X      |    | X      |      |
|            | CRUCETA 2-5-1176     | X      |    | X      |      | CROSS 2-5-1176               | X      |    | X      |      |
|            | YUGO DESL TP-93094XT |        | X  |        |      | YUGO DE ACOUPLE 2-4-8351X-S  | X      |    | X      |      |
|            | BRIDA 2-2-1949       |        | X  |        |      | CRUCETA 2-5-1176             | X      |    | X      |      |
|            | YUGO DESL TP-93094XT |        | X  |        |      | YUGO DE ACOUPLE 2-4-8351X-S  | X      |    | X      |      |
|            | CRUCETA 2-5-1176     | X      |    |        |      | CRUCETA 2-5-1176             | X      |    | X      |      |

Fuente: Autora

De acuerdo a las especificaciones de los componentes y al listado realizado, no se cuenta con herramental para el componente yugo brida de ambas aplicaciones, por lo cual se requiere la elaboración de nuevos dispositivos de acuerdo a las siguientes pautas:

1. Para los cardánes que tienen en su extremo izquierdo el componente yugo brida, se requieren dispositivos en forma de disco de acero 1045, para ser ubicados en los equipos para realizar la misma función, es decir, permitir el ensamble de componentes al tubo cardánico con el conjunto yugo fijo y yugo brida. En la tabla 25 se listan los dispositivos que se requieren y los equipos en donde serán ubicados.

Tabla 25. Dispositivos para ensamblar el conjunto yugo fijo-yugo brida

| NOMBRE        | CÓDIGO PLANO | EQUIPO DE LOCALIZACIÓN |
|---------------|--------------|------------------------|
| Dispositivo A | CD - 030036T | Prensa 60 Toneladas    |
| Dispositivo B | CD - 040042T | Knock Down             |
| Dispositivo C | CD - 050037T | Soldador Hobart        |
| Dispositivo D | CD - 060043T | Flex Press             |

Fuente: Autora

Por lo anterior, se elaboran los planos de los dispositivos que se listaron en la tabla 25, para iniciar la fabricación de cada uno de ellos (ver anexo E).

### **Beneficios**

La externalización de las operaciones de subensamble busca lograr un mayor control del proceso, permitiendo reaccionar y tomar medidas si se presentan problemas como falta de material o material defectuoso, contribuyendo de esta manera a evitar paradas no planificadas en el recurso restrictivo, realizando esta actividad anticipadamente y no durante el proceso de ensamble.

Al reubicar el puesto de trabajo en donde se desarrolla la operación de subensamble de los tubos insonorizados se logra liberación de área en la línea de 4 m<sup>2</sup> aproximadamente (reubicación de las canastas de almacenamiento de tubos e insonorizadores), así como mayor organización en el extremo superior de la línea.

Asimismo, la reubicación y adecuación de la celda de trabajo para el subensamble de los kits de rodamiento, logrará mayor organización para desarrollar esta operación haciéndola más eficiente e incrementando el nivel de 5s's de la línea. Además, la reubicación de la operación 80, en donde se ensambla el componente yugo brida a los cardánes dobles permitirá agilizar el proceso de ensamble, realizando en una sola operación el ensamble de todos los componentes que pertenecen a un eje cardánico doble.

De igual forma, las propuestas de mejoras planteadas para las operaciones estudiadas, buscan incrementar la productividad de la línea, objetivo principal de este proyecto.

### **Costos**

Los elementos necesarios para la implementación de las mejoras propuestas para la externalización de las operaciones de subensamble, se cotizaron con los contratistas de confianza de la empresa, según lo que se requiere para cada contramedida, tal como se muestra en la figura 40. En el anexo F se encuentran relacionadas las cotizaciones presentadas a la gerencia para iniciar el proceso de su aprobación e inversión.

Es importante aclarar que algunas modificaciones, como la reubicación del subensamble de los tubos insonorizados y la organización de otros elementos dentro de la línea, no requieren inversión económica, si no la colaboración de todo el equipo humano que trabaja en la línea de ensamble de ejes cardánicos.

Figura 40. Resumen de costos de implementación propuesta de externalización

| N°              | CONTRAMEDIDA   | RESPONSABLE             | COSTO IMPLEMENTACIÓN |
|-----------------|--|-------------------------|----------------------|
| 1               | Subensamble tubos insonorizados (listos a la línea)                                    | Angie Robles            | \$ -                 |
| 2               | <b>Celda de sub-ensamble kit de rodamiento central.</b>                                |                         | \$ 1.180.000         |
| 2,1             | Movimiento de las prensa logan y dobladora de pestañas                                 | Angie Robles            | \$ 80.000            |
| 2,3             | Bandeja para soporte rodamiento , bandeja para dispositivos y contenedores de material |                         | \$ 380.000           |
| 2,4             | Discos para adecuar un tobogan   |                         | \$ 720.000           |
| 3               | <b>Reubicación de la operación 80 para sub-ensambles (yugo brida)</b>                  |                         | \$ 2.280.000         |
| 3,1             | Diseño y fabricación de dispositivos   | David Cano/Angie Robles | \$ 2.280.000         |
| TOTAL INVERSIÓN |  |                         | \$ 3.460.000         |

Fuente: Autora

### 5.3. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS MEDIOS DE SUMINISTRO PARA LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS

#### Problema a trabajar:

El suministro de material a la línea de ejes cardánicos se efectúa acorde a la programación de la secuencia de producción, esta actividad la desarrolla un operario de almacén, quien es el encargado de preparar y suministrar el material a la línea, sin embargo, durante el periodo de análisis se detectó que los medios de suministro utilizados no son adecuados para el transporte de material.

El material llega a los puestos de trabajo en donde se realizan los subensambles en las canastas designadas para el almacenamiento del material en bodega y/o en carros que se encuentren disponibles de otras líneas de producción, en ocasiones, algunos componentes son entregados por almacén sin su previa preparación debido a la falta de medios de suministro para la línea de ensamble.

De igual forma, los componentes subensamblados son llevados a la línea en carros improvisados adecuándolos con tablas o canastas medianas para poder ubicar la cantidad requerida de componentes. Asimismo se observó que la falta de estandarización en los medios de suministro de material genera desorden y a la vez posibles problemas de calidad y mezcla de piezas individuales con piezas subensambladas como se señaló en la sección 4.6.

Por lo anterior, se propone la adquisición de nuevos carros como medios de suministro para la línea de ejes cardánicos, que facilitarán el transporte de material desde almacén hasta la línea de ensamble, así como el transporte de los componentes ensamblados, evitando de esta manera que el suministro de material se realice en canastas o en carros no adecuados.

La propuesta de mejora que se describirá a continuación está enfocada hacia los materiales que requieren medios móviles, es decir, aquellos que por su tamaño y peso no pueden ser suministrados a través del sistema de almacenamiento de estanterías kanban, debido a que este sistema solo está diseñado para almacenar en contenedores materiales de pequeño tamaño (Ver figura 41).

Es importante anotar que para la realización de la propuesta de nuevos medios de suministro, se contó con la participación de la diseñadora industrial de la empresa con el fin de lograr obtener unos medios que se ajusten a las necesidades requeridas por la línea.

Figura 41. Estantería kanban ejes cardánicos



Fuente: Autora

### **Actividades que se van a desarrollar:**

A continuación se presentan las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la propuesta de mejora:

- Formular y dar a conocer a la gerencia la propuesta de mejora de nuevos medios de suministro para la línea.
- Coordinar el diseño de los medios móviles (carros) con la diseñadora industrial de la empresa.
- Presentar los diseños para los nuevos medios
- Cotizar la fabricación de los medios
- Sensibilizar al personal involucrado, es decir, operarios de producción y de almacén, por medio de capacitaciones para dar a conocer la propuesta facilitando el proceso de implementación.

#### **5.3.1. Medios para el suministro de material sin ensamblar**

Esta propuesta consiste en coordinar el diseño y fabricación de medios de transporte para las piezas que son suministradas desde el almacén a la línea de ensamble. En la figura 42 se presentan las diferentes piezas utilizadas para el ensamble de un eje cardánico, incluyendo todas las familias de cardanes mencionadas en el capítulo 4.

En el anexo G, se presenta el listado de estos materiales, especificando la aplicación, número de parte, dimensiones y peso de cada uno de ellos. A partir de estos datos recopilados se inicia el desarrollo del diseño de los medios de transporte, teniendo en cuenta las necesidades de suministro por operación y los puntos de ingreso de material a la línea, los cuales se pueden ver en la figura 43. Los números que se encuentran en la figura corresponden al número de carros que deben ser diseñados, esta cantidad fue determinada con el fin de lograr un eficiente manejo del espacio dentro de la línea.

Figura 42. Material sin ensamblar para ejes cardánicos

| NOMBRE           | IMAGEN  | NOMBRE          | IMAGEN  |
|------------------|---|-----------------|---|
| YUGO FIJO        |    | YUGO BRIDA      |    |
| YUGO DE ACOPLA   |    | YUGO DESLIZANTE |    |
| CRUCETA          |    | DADO            |    |
| SOPORTE METÁLICO |   | CAUCHO          |   |
| ESPIGA           |  | RODAMIENTO      |  |

Fuente: Autora

Por otra parte, dado el orden de las actividades, se identificó que las piezas pueden compartir medio, siendo distribuidas de la siguiente manera:

**Carro 1:** Yugo de acople y Espigas

**Carro 2:** Cauchos y Soportes

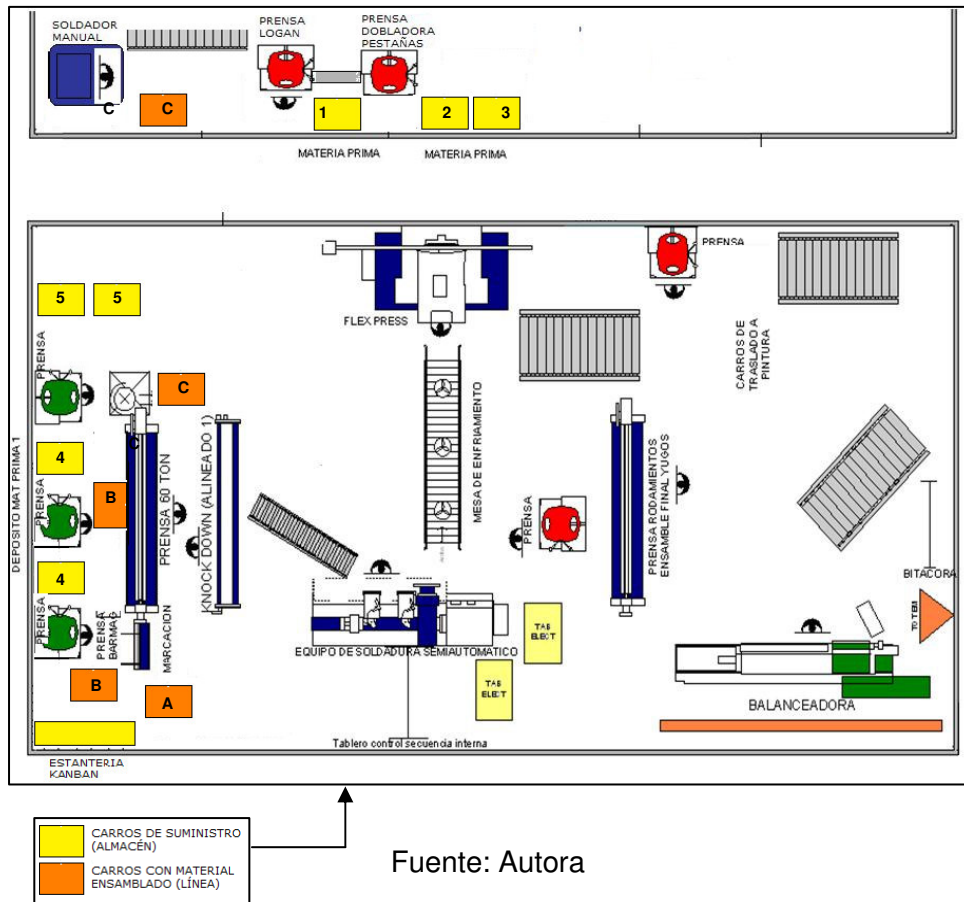
**Carro 3:** Rodamientos

**Carro 4:** yugos fijos y yugos brida

**Carro 5:** cruceta y dados

**Carro 6:** yugos deslizantes

Figura 43. Puntos de suministro a la línea de ejes cardánicos dobles



Fuente: Autora

Por consiguiente una de las pautas para realizar los diseños, es que las piezas vayan individuales sobre unas bandejas y que los carros cuenten con dos niveles tres niveles de acuerdo a la capacidad requerida de material, además de esto, las bandejas deben tener topes laterales para evitar que se caigan durante el transporte, de esta forma permitirá que las bandejas salgan y entren para un mejor acercamiento de las piezas de las bandejas inferiores.

Finalmente, para el desarrollo de diseño de los medios también se tomaron en cuenta dos aspectos básicos: el primero, la demanda diaria promedio de ejes y el segundo los lineamientos que tiene la empresa para el diseño y fabricación de medios de suministro, los cuales pueden consultarse en el anexo H.

Tabla 26. Demanda mensual de cardánes dobles 2009

| MES      | DEMANDA DE CARDANES DOBLES (unidades) |
|----------|---------------------------------------|
| ENERO    | 3073                                  |
| FEBRERO  | 1886                                  |
| MARZO    | 3957                                  |
| ABRIL    | 3062                                  |
| TOTAL    | 11978                                 |
| PROMEDIO | 2994,5                                |

Fuente: Autora

Tomando las cifras de producción de cardánes dobles al cierre del mes de Abril del año 2009, datos presentados en la tabla 26, donde se muestran las cifras de producción mensual para cada eje cardánico, se calculó la demanda promedio diaria, teniendo en cuenta que la línea trabaja normalmente 20 días por mes. De esta forma, la demanda diaria se cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Demanda promedio diaria por eje} = \frac{\text{Producción promedio mes por eje}}{20 \text{ días/mes}}$$

El anterior análisis indica que se debe contar con una capacidad de suministro de 150 ejes/día aproximadamente. Con este dato y tomando como referencia los materiales de mayor tamaño para determinar las dimensiones de los carros se elabora el diseño de los medios. Esta información se presenta en el anexo H.

### 5.3.2. Medios de suministro de material subensamblado

Esta propuesta consiste en coordinar el diseño de medios de transporte para los componentes subensamblados que requiere la línea para iniciar el proceso de ensamble.

En la figura 44 se presentan los dos componentes que no cuentan con medios de suministro.

Figura 44. Componentes subensamblados kit de rodamiento y conjunto yugos



Fuente: Autora

Con el objetivo de estandarizar los medios para el transporte de estos componentes, se unificará el diseño de los medios tanto para el suministro de material como de componentes subensamblados a la línea. La capacidad de los medios está definida de acuerdo a la demanda promedio diaria anteriormente calculada.

Estos medios contarán con dos niveles de manera que tengan una capacidad mínima de 150 ejes/día aproximadamente, además tendrán el mismo sistema de los medios de suministro, utilizando topes para que las bandejas sobre las cuales estarán ubicados los componentes se puedan mover y sean de fácil manejo para el operario. El diseño de estos medios se presenta en el anexo H.

### **Beneficios**

Con la adquisición de nuevos medios de transporte para realizar el suministro a la línea de ensamble de ejes cardánicos se facilitará la preparación y entrega del material, haciendo esta actividad más eficiente y evitando de esta forma que se presenten problemas en la entrega y manejo de las piezas.

Igualmente, con los medios de transporte para los componentes subensamblados se obtendrá un mayor control en el seguimiento del lote programado y se evitarán problemas de calidad, los cuales se presentaban por el golpeo entre las piezas durante su transporte en los carros improvisados.

Asimismo, esto ayudará a prevenir accidentes de trabajo protegiendo las piezas por medio de barandas en los carros para que no se caigan durante su transporte. La estandarización de los carros y puntos de suministro contribuirá a la organización de la línea y la productividad de la misma.

## Costos

Los costos en esta propuestas están asociados en la fabricación de los medios móviles para la línea, los cuales deben ser analizados por las áreas involucradas, es decir, por la gerencia de almacén y de producción, tal como se muestra en la figura 45. Estos costos incluyen el diseño y fabricación de los carros para la línea de ensamble de ejes cardánicos.

En el anexo I se encuentran relacionadas las cotizaciones presentadas a la gerencia de almacén (carros de suministro) y a la gerencia de producción (carros de material subensablado) para su aprobación e inversión.

Figura 45. Costos de fabricación nuevos medios de suministro

| Nº                     | CONTRAMEDIDA  | RESPONSABLE                 | COSTO IMPLEMENTACIÓN |
|------------------------|---|-----------------------------|----------------------|
| 1                      | <b>Medios de suministro para material sin ensamblar (almacén)</b> | Maria Ortega/Angie Robles   | \$ 15.000.000        |
| 1,1                    | Carros de dos niveles<br>cantidad mínima: 6                       |                             | \$ 15.000.000        |
| 2                      | <b>Medios para transportar material subensablado</b>              | Gonzalo Parada/Angie Robles | \$ 6.000.000         |
| 2,1                    | Carros de dos niveles<br>cantidad mínima: 3                       |                             | \$ 6.000.000         |
| <b>TOTAL INVERSIÓN</b> |   |                             | \$ 21.000.000        |

Fuente: Autora

#### **5.4. PROPUESTA DE SOSTENIMIENTO DEL PROGRAMA DE 5S's EN LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS**

##### **Problema a trabajar:**

En Dana Transejes el concepto de 5 S's se da a conocer hace aproximadamente 20 años a través de un programa de orden y limpieza en cada una de las líneas de producción. En 1999 se realizó un relanzamiento de la herramienta con la implementación del programa SOL (seleccionar, ordenar y limpiar), incorporando la formación del personal, jornadas de orden, limpieza y auditorías visuales realizadas por los coordinadores de producción.

El progreso de su implementación estuvo acompañado de las visitas a las plantas de Dana en Brasil y España, realizadas por los gerentes de las diferentes áreas y los coordinadores, con el objetivo de conocer a fondo el programa e integrar nuevos conceptos y estrategias que contribuyeran a la mejora continua de las plantas de Colombia (Bucaramanga, Bogotá y Medellín). En el 2004 se lanza el proyecto Lean Transejes, basado en la manufactura esbelta (*Lean*), el cual consiste en aplicar un conjunto de herramientas que ayudará a eliminar todos los desperdicios que existen en las operaciones y procesos, mejorando continuamente su productividad y la calidad de sus productos, por tal razón se hace mayor énfasis en la herramienta de 5s's como parte fundamental del sistema de manufactura de la empresa, incluyendo mejoras en sus procesos, cambios de pisos e infraestructura, además de inversión en maquinaria de alta tecnología.

El seguimiento al desarrollo satisfactorio de esta herramienta se lleva a cabo por medio de auditorías mensuales realizadas por el coordinador de mejoramiento continuo, buscando el cumplimiento del objetivo trazado por la compañía, el cual es: "mantener el estado del puesto de trabajo en condiciones óptimas de orden y aseo, durante la jornada laboral y al finalizar el turno".<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup>DANA TRANSEJES COLOMBIA 2008. Boletín de Lean Transejes. 1 ed.

Actualmente, la línea cuenta con unos termómetros que muestran el grado de implementación y mejora en cada una de las herramientas del sistema de manufactura, en este caso la línea se encuentra en el nivel 2 en 5 S's como se muestra en la auditoría realizada en el mes de febrero del 2009 (ver anexo J), lo que indica que los operarios conocen la herramienta y la utilizan, pero no cuentan con documentos estandarizados que faciliten el control y funcionamiento de la misma.

Esta situación se discutió en una reunión realizada directamente en la línea de ensamble con la finalidad de socializar la aplicación y los beneficios que tiene la implementación y estandarización de las 5s's, contando con ayudas visuales en la zona designada para permitieran mayor familiarización con el tema. (Ver figura 46).

Con ayuda del coordinador de producción y los operarios que laboran en la línea se propone el diseño, elaboración y estandarización de mecanismos para el seguimiento y control del estado de 5 S's.

Figura 46. Reunión de 5 S's en la línea de ejes cardánicos.



Fuente: Autora.

Se iniciará con establecer las fichas estándar de 5s's que permitan controlar el estado y las condiciones de los puestos de trabajo durante y al finalizar el turno, seguido de esto se estandarizarán las características del procedimiento para las jornadas de orden y limpieza de la línea de ensamble. Por otro lado se plantea implementar un seguimiento al programa por medio de auditorías semanales, en

las cuales se utilizará una lista de chequeo, la cual involucre los aspectos más relevantes del estado de 5 S's.

### **Actividades que se van a desarrollar:**

A continuación se presentan las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la propuesta de mejora:

- Sensibilizar al personal involucrado, es decir, operarios, por medio de capacitación para dar a conocer la propuesta facilitando el proceso de implementación.
- Diseñar y elaborar fichas estándar de 5s's para cada uno de los puestos de trabajo de la línea.
- Diseñar y elaborar una ficha de caracterización del procedimiento para las jornadas de orden y limpieza de la línea.
- Estandarización de los documentos de soporte del proceso de control y seguimiento de la herramienta 5 S's.
- Realizar auditorías semanales, utilizando una lista de chequeo que permita evaluar los aspectos más relevantes a ser evaluados.

#### **5.4.1. Ficha Estándar de 5s's**

En la empresa se evidencia un gran avance en cuanto a la implementación de la herramienta 5s's, y además es clara la cultura de mejora continua que se tiene en todos sus procesos, la cual está representada en la calidad de sus productos.

Sin embargo, se detectó que se ha trabajado en mayor proporción a la parte de selección, orden y limpieza, pero no se ha estandarizado el control de estos tres ítems, de manera que se pueda llevar un mayor control del cumplimiento de esta herramienta, entendiendo que el estándar del estado de limpieza no se refiere a






### 5.4.3. Lista de chequeo para el control del estado de 5 S's

Como paso siguiente a la estandarización de los mecanismos de control del estado de 5 S's se propone hacer un seguimiento al grado de implementación de estos estándares en la línea de ensamble. Esto se llevará a cabo mediante la ejecución de auditorías a los puestos de trabajo utilizando una lista de chequeo. En la figura 49 se muestra el formato de esta lista de chequeo.

Figura 49. Formato lista de chequeo para el control del estado de 5 S's

|   |  |  |      |          |             |          |          |              |    |
|---|--|--|------|----------|-------------|----------|----------|--------------|----|
| <br><b>DANA</b><br><small>TRANSEJES COLOMBIA</small> | <b>LISTA DE CHEQUEO PARA CONTROL DE ESTADO DE 5'S</b>  | <b>OBJETIVO: MANTENER EL ESTADO DEL PUESTO DE TRABAJO EN CONDICIONES OPTIMAS DE ORDEN Y ASEO, DURANTE LA JORNADA LABORAL Y AL FINALIZAR LA MISMA</b> |      | LINEA:   | CARDÁNES    | PAGINA:  | 1 DE 2   |              |    |
|   |  | CELDA:   | MES: | JULIO    | FRECUENCIA: | SEMANAL  | ELABORÓ: | ANGIE ROBLES |    |
| <b>ITEMS A EVALUAR</b>  |  | <b>SEMANAS</b>   |      |          |             |          |          |              |    |
|   |  | <b>1</b>   |      | <b>2</b> |             | <b>3</b> |          | <b>4</b>     |    |
|   |  | SI   | NO   | SI       | NO          | SI       | NO       | SI           | NO |
| 1   | ¿Esta el operario usando los elementos de protección personal, esta limpio y portando su uniforme?   |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 2   | ¿Esta el área de trabajo limpia, libre de residuos, cables y mangueras organizadas, las áreas demarcadas, y los elementos bien ubicados?         |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 3   | ¿La(s) maquina(s) esta libre de fugas (liquidos, aire y/o solido), y la bandeja de la maquina esta limpia ?                                      |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 4   | ¿Están ubicados correctamente los dispositivos (elemento de localización en la maquina para la pieza) y los instrumentos de medición?            |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 5   | ¿Están ubicados correctamente las herramientas (elementos utilizados por el operario para desarrollar la operación)?                             |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 6   | ¿En el puesto de trabajo se encuentran ayudas visuales para estandarizar el orden del puesto y sus respectivas responsabilidades (Ficha estándar |  |      |          |             |          |          |              |    |
| 7   | ¿Esta correctamente identificado el material en proceso?   |  |      |          |             |          |          |              |    |
| RESPONSABLE:  |  | NOMBRE:  |      |          |             |          |          |              |    |
|   |  | APELLIDO:  |      |          |             |          |          |              |    |
|   |  | FECHA :  |      |          |             |          |          |              |    |
|   |  | FIRMA AUDITADO:  |      |          |             |          |          |              |    |

Fuente: Autora

Esta lista examinará el estado de 5 S's, mediante una evaluación del cumplimiento de los estándares definidos y en los cuales se estudian aspectos tales como:

- La seguridad industrial de los operarios
- El estado de orden y limpieza del área de trabajo
- La ubicación correcta de los dispositivos y herramientas
- La manipulación adecuada del producto en proceso

Una respuesta positiva (SI) significa que tanto el puesto de trabajo como el operario cumplen con la totalidad de los requerimientos del estándar y una respuesta negativa (NO) significa que no se está cumpliendo al menos uno de los requerimientos del estándar.

### **Beneficios**

La implementación del estándar de 5s's permitirá un mayor control del cumplimiento al objetivo por la empresa y fomentará el mejoramiento continuo en sus operaciones, además de esto, es importante destacar que es la base de las demás técnicas involucradas en la manufactura esbelta (*Lean*).

De igual manera, el seguimiento y estandarización del estado correcto de los puestos de trabajo ayudará a alcanzar el nivel 3 de esta herramienta en el proceso clave de manufactura contribuyendo a mejorar productividad en la organización, uno de los objetivos planteados en la planeación estratégica del año 2009.

### **Costos**

Esta propuesta no incluye una inversión monetaria representativa, si no la colaboración y el compromiso del equipo humano que trabaja en la línea de ensamble de ejes cardánicos, quienes además de estar capacitados para desempeñar sus actividades están interesados y dispuestos a seguir los estándares de la empresa.

Los costos de papelería y recursos están incluidos en el presupuesto de la línea de ensamble para efectos de actividades de 5S's.

## **5.5. PROPUESTA DE ESTANDARIZACIÓN DEL TAMAÑO DEL LOTE DE ENTRADA A LA LÍNEA DE ENSAMBLE**

### **Problema a trabajar:**

Tomando como referencia las observaciones que se hicieron en el diagnóstico de la situación actual, se pudo evidenciar altos niveles de acumulación de producto en proceso y un alto número de paradas no planificadas en el recurso restrictivo. Esto es debido primero a la falta de regulación en el suministro de componentes subensamblados y segundo a la carencia de una secuencia sincronizada y ordenada de los lotes de entrada (lote cardán delantero y cardán trasero), que permitan un flujo constante en la línea de ensamble.

Como se describió en el capítulo 4, el proceso para ensamblar un eje cardánico doble consta de tres subprocesos, en el primero se realiza el ensamble del cardán delantero y en el segundo se realiza el ensamble del cardán trasero, estos dos procesos se ejecutan en los mismos puestos de trabajo pero con diferentes componentes razón que restringe el flujo continuo del proceso, finalmente en el tercer subproceso el cardán delantero y trasero se ensamblan para formar el cardán doble.

Durante el periodo de análisis se observó que la línea de ensamble recibe de la secuencia de producción la cantidad o el lote requerido de cardanes según la demanda, pero debido a que el proceso de ensamble del cardán doble tienen tres subprocesos y que el tamaño de los lotes es grande, estos lotes deben ser divididos para evitar que el recurso restrictivo de la línea (balanceadora) que está ubicado al inicio del tercer subproceso no tenga paradas no planificadas.

Actualmente, la línea de producción define el tamaño de la fracción del lote de entrada a partir la experiencia de los operarios, como único criterio para su determinación, esto significa que no se han establecido criterios para establecer la cantidad de cardanes delanteros y de traseros que debe entrar a la línea de tal

manera que se evite altos niveles de acumulación y las paradas no planificadas en el recurso restrictivo.

Por tal razón, esta propuesta busca establecer y estandarizar el tamaño en que se debe fraccionar el lote de tal manera que haya un flujo de material uniforme durante la ejecución del proceso de ensamble de un eje cardánico doble.

Como el objetivo de esta propuesta es estimar el tamaño del lote de entrada que proporcione un flujo uniforme de materiales a la línea, se analizará el nivel de acumulación de producto entre cada operación y los tiempos de espera de los recursos restrictivos de la línea.

Partiendo de estas dos premisas se debe determinar una metodología que permita evaluar su variación a lo largo del proceso, a partir, de los escenarios que presentan los diferentes tamaños del lote de entrada a la línea. Esta metodología debe además permitir obtener resultados veraces que otorguen soluciones reales al problema que se analiza.

Una primera opción sería ejecutar el experimento dentro de la línea, analizando la producción en los diferentes escenarios y cuantificando tanto el nivel de acumulación como los tiempos de espera. Opción que se descarta, debido a que para el desarrollo de estas actividades, se debe contar con recursos adicionales para la recolección de la información a través de un largo periodo de tiempo, hecho que afectaría el desempeño de la producción normal y elevarían sus costos.

Por estas razones y debido a que el problema que se pretende resolver no se puede visualizar de una forma simplificada en el escenario real de la línea, se optó por hacer una simulación del proceso.

Por lo tanto, la metodología que se utilizará para la definición y estandarización del tamaño del lote de entrada consiste en realizar una simulación en la que se represente el proceso de ensamble del eje cardánico doble, estableciendo criterios

que permitan evaluar cual sería la fracción del lote que determine el mejor comportamiento del flujo del producto en proceso.

Para este fin se utilizará Promodel, un software especializado en simulación con el cual se evalúa, planifica o rediseña procesos de manufactura, almacenaje, distribución, logística y transporte. Esta herramienta permite construir una representación computacional del funcionamiento de un sistema, para luego evaluarlo en diferentes escenarios de configuración y finalmente visualizar resultados que permitan entender el comportamiento del sistema y así seleccionar la mejor solución.

Elaborado el modelo se procederá a definir el número de replicas necesarias para obtener los resultados que una vez analizados permitan establecer el tamaño adecuado para el lote de entrada a la línea de ensamble.

#### **Actividades que se van a desarrollar:**

A continuación se presentan las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo de la propuesta de mejora:

- Recolección y análisis de datos
- Elaboración del modelo en Promodel del proceso de ensamble de ejes cardánicos
- Definición de escenarios
- Análisis de resultados de la simulación
- Exponer la mejor propuesta para establecer cuál es la fracción del lote que debe entrar a la línea de ensamble para lograr un proceso estable y productivo.

##### **5.5.1. Recolección y análisis de datos**

Esta actividad se realizó previamente en el diagnóstico de la situación actual, en donde se describió el proceso de ensamble de ejes cardánicos dobles y las

actividades inmersas en él. La línea cuenta con 4 operaciones de subensamble y 13 operaciones de ensamble, estas son desarrolladas por 13 operarios durante una jornada laboral de 8 horas. (Ver capítulo 4)

### **5.5.2. Modelo de simulación proceso de ensamble de ejes cardánicos**

Se realizó un modelo de simulación en promodel que representa el proceso de ensamble de la línea. La realización de este modelo se hizo con los datos obtenidos del estudio de tiempos y la descripción de las operaciones de ensamble presentada en el capítulo 4.

Los tiempos de procesamiento se encuentran relacionados en el anexo A, para este modelo se utilizará la distribución empírica debido a que los datos recopilados no se pueden representar como ninguna de las distribuciones conocidas, porque el tamaño de muestra utilizado para la toma de tiempos es pequeño y no es posible representarlas por ninguna expresión determinada.

Para el desarrollo del modelo se tendrá en cuenta que la línea tiene un tiempo disponible de 7.3 horas, despreciando tiempos de descanso y tiempos de preparación de máquinas ya que no son relevantes tal como se describió en la sección 4.4.

Los criterios para definir los diferentes escenarios y realizar la simulación del modelo son los siguientes:

- Tomando como referencia la demanda diaria promedio calculada en la sección 5.3.1. se asumirá que el lote de producción es de 150 ejes /día.
- Escenario 1: flujo pieza a pieza.
- Escenario 2: lotes de entrada igual a lotes de demanda.

- Escenario 3: lotes de entrada pares, esto quiere decir que se envié la misma cantidad de cardanes delanteros y traseros. Para este último escenario se analizaran tres subescenarios:

Lotes de entrada 75 delanteros - 75 traseros

Lotes de entrada 30 delanteros - 30 traseros

Lotes de entrada 10 delanteros - 10 traseros

#### ❖ Elementos del modelo

##### Estaciones:

Se definieron 11 estaciones las cuales son: prensa 60 toneladas, Knock Down, Soldador Hobart, Flex press, Prensa manual 2, Prensa manual 3, Manual, Torque, Prensa de rodamiento, Balanceadora, Caseta de pintura, Salida (Ver figura)

##### Entidades:

Se definieron 6 entidades, las cuales se relacionan a continuación:



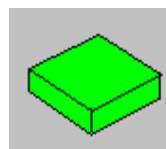
Cardán delantero



Cardán doble terminado



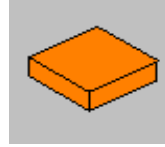
Cardán trasero



Componentes delantero



Cardán doble



Componentes trasero

#### ❖ Limitaciones del modelo

Partiendo de que el proceso de un cardán delantero tiene el mismo proceso de un cardán trasero y que la diferencia radica en que los componentes ensamblados (subensambles) son diferentes, la primera hipótesis plantea que todos los componentes estarán siempre disponibles para iniciar el proceso de ensamble.

Además, dentro del subproceso del cardán delantero uno de sus componentes (tubo insonorizado) debe pasar por la operación de estampado antes de iniciar el proceso de ensamble, por lo cual una segunda hipótesis plantea que este componente siempre estará disponible y se ómite la operación de estampado, medida que no afecta el propósito del análisis.

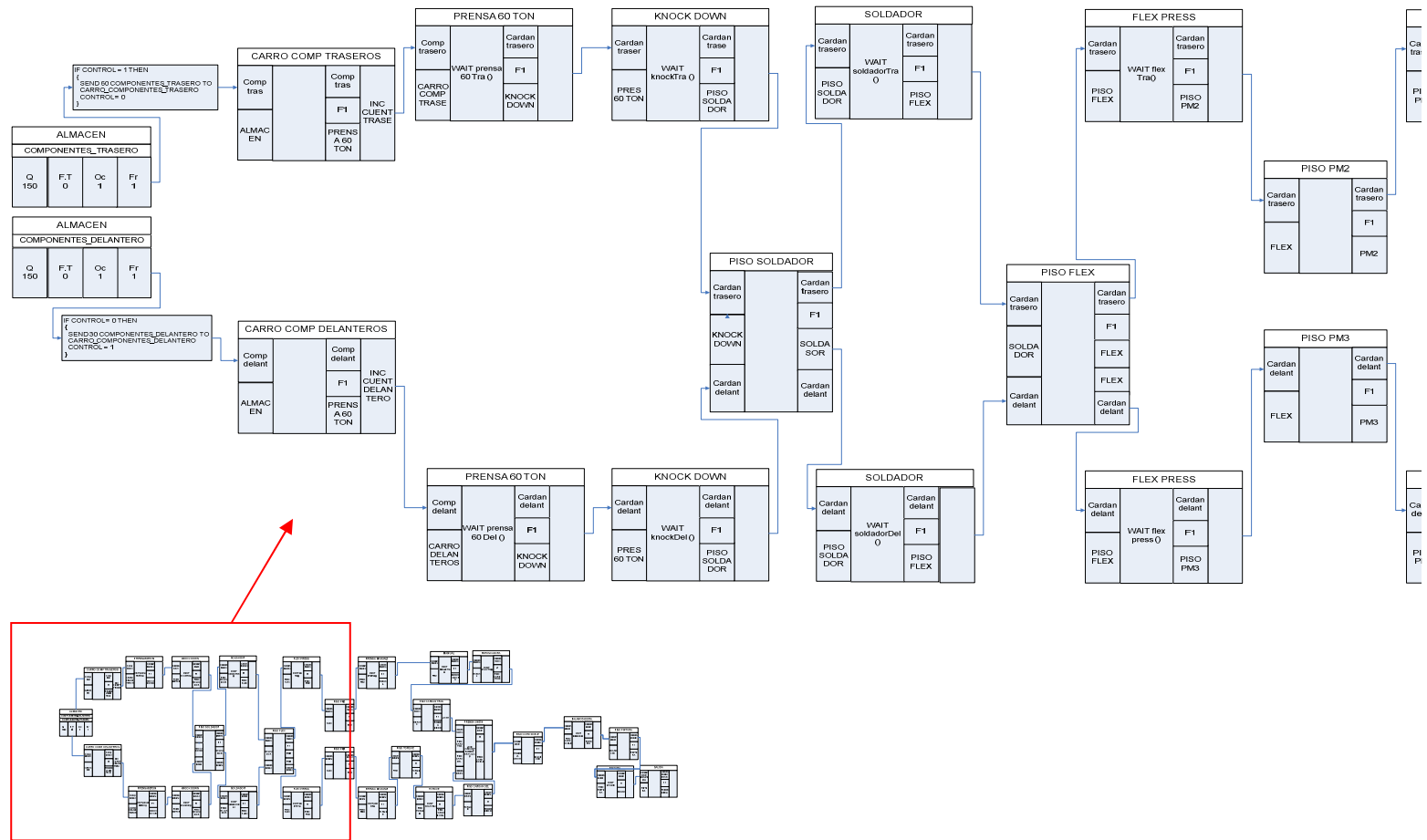
El modelo de simulación de Promodel para la línea de ensamble comienza en la estación PRENSA\_60\_TON, la cual realiza la operación de ensamble de componentes tanto para cardánes delanteros como para cardánes traseros.

Teniendo en cuenta que el primer criterio para el modelo de simulación es la demanda diaria promedio se determina que la cantidad de piezas de llegada es siempre 150 ejes/día, lote que será objeto de estudio.

#### ❖ Diagrama de secuencia Promodel

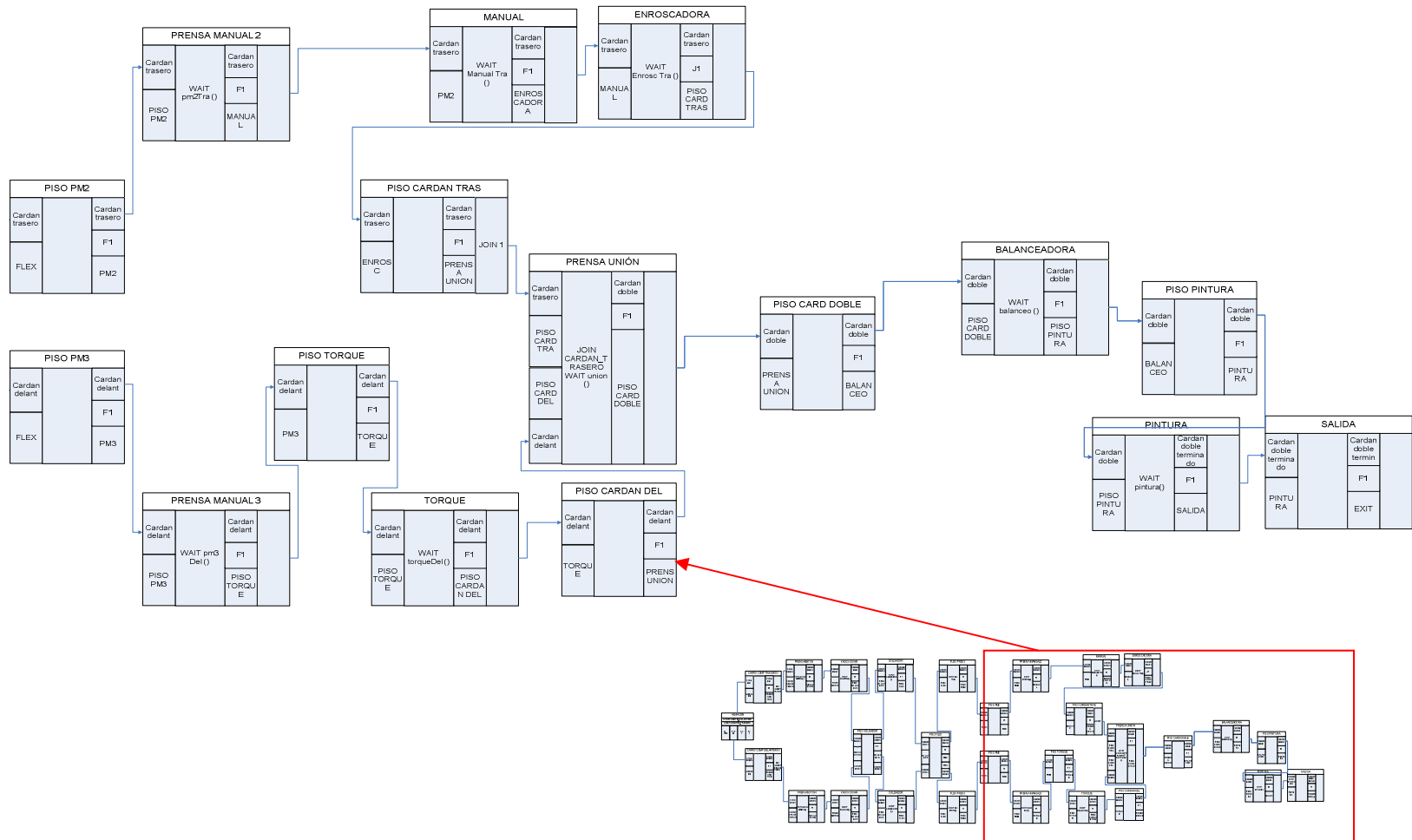
Con base en el diagrama de ensamble sección 4.3 y el procesamiento del proceso en Promodel se construye el diagrama de secuencia Promodel. (Ver figura 50)

Figura 50. Diagrama secuencia Promodel parte 1



Fuente: Autora

## Diagrama secuencia Promodel parte 2



Fuente: Autora

### ❖ Validación del modelo

Para comprobar que el modelo reflejará la realidad se tomó una muestra de 10 bitácoras de producción en las que se registra el desempeño de la línea de ensamble indicando la cantidad de ejes cardánicos producidos diariamente y su tiempo de producción.

Tabla 27. Registro de bitácoras línea ejes cardánicos

| Bitácora N° | Fecha         | Total producido (ejes/día) | Tiempo (horas) |
|-------------|---------------|----------------------------|----------------|
| 1           | 6-marzo-2009  | 180                        | 8              |
| 2           | 26-marzo-2009 | 224                        | 8              |
| 3           | 20-abril-2009 | 173                        | 7              |
| 4           | 22-abril-2009 | 180                        | 10             |
| 5           | 11-junio-2009 | 164                        | 6              |
| 6           | 12-junio-2009 | 182                        | 8              |
| 7           | 18-junio-2009 | 163                        | 8              |
| 8           | 30-junio-2009 | 167                        | 8              |
| 9           | 01-julio-2009 | 163                        | 8              |
| 10          | 02-julio-2009 | 176                        | 8              |

Fuente: Autora

El valor medio de cardanes diario es de 177 con una desviación estándar de 18 ejes por día. En el anexo K se presentan las bitácoras de producción utilizadas para este análisis.

Para validar el funcionamiento del modelo se simuló replicas de producción igual al número de bitácoras suministradas por la empresa, teniendo en cuenta que la línea de ensamble trabaja con un tiempo disponible de 7,3 horas, dentro de una jornada laboral normal de 8 horas, tiempo establecido para ejecutar las replicas.

En la tabla 28 se muestra la cantidad de ejes cardánicos producidos de acuerdo a los resultados arrojados por el modelo.

Tabla 28. Registro de resultados modelo Promodel

| Replica N° | Total producido (ejes/día) |
|------------|----------------------------|
| 1          | 181                        |
| 2          | 184                        |
| 3          | 182                        |
| 4          | 186                        |
| 5          | 182                        |
| 6          | 183                        |
| 7          | 183                        |
| 8          | 184                        |
| 9          | 183                        |
| 10         | 184                        |

\*El tiempo disponible como ya se señaló es de 7.3 horas para cada una de las replicas

Fuente: Autora

El valor medio es de 183 ejes por día con una desviación de 1 ejes por día. En el anexo L se muestran los resultados obtenidos en el modelo. Con los resultados obtenidos presentados en las tablas 27 y 28, se realiza una comparación de los datos tomados de la producción real con los resultados del modelo. (Ver tabla 29)

La primera columna corresponde a la diferencia de tiempo con respecto al tiempo empleado en la realidad y la segunda muestra la diferencia entre el número de ejes cardánicos producidos por día dado por el modelo y los reales.

Tabla 29. Registro corridas Promodel vs datos reales

| Diferencia Tiempo | Diferencia producido (ejes/día) |
|-------------------|---------------------------------|
| 0,7               | 1                               |
| 0,7               | -40                             |
| -0,3              | 9                               |
| 2,7               | 6                               |
| -1,3              | 18                              |
| 0,7               | 1                               |
| 0,7               | 20                              |
| 0,7               | 17                              |
| 0,7               | 20                              |
| 0,7               | 8                               |

Fuente: Autora

Se puede observar que la diferencia del promedio entre los dos grupos de datos es de 6 ejes/día valor que es relativamente pequeño, sin embargo para evaluar si el modelo se ajusta a la realidad se aplica una prueba de hipótesis de varianza desconocida para diferencia entre medias.

$$\begin{array}{lcl} \text{Media 1} = 177 & ; & \text{Media 2} = 183 \\ \text{Desviación 1} = 18 & & \text{Desviación 2} = 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} H_0 = \tilde{\mu} = \tilde{\mu}_0 \\ H_1 = \tilde{\mu} < \tilde{\mu}_0 \end{array}$$

Esta prueba de hipótesis es un procedimiento aproximado válido sin importar si la población de interés es normal o no. Sin embargo, cuando la muestra es pequeña y la varianza es desconocida, debe plantearse una hipótesis sobre la forma de la distribución subyacente con la finalidad de obtener un procedimiento de prueba. Se puede hacer asumiendo que las varianzas poblacionales son iguales o diferentes.

Se realizará suponiendo que son diferentes, pues la varianza del modelo de Promodel sin importar el número de réplicas para las mismas cantidades de producto, será siempre la misma, lo que no sucede en la realidad. Por otra parte, el hecho de asumir que son diferentes hace la prueba más confiable pues el número de grados de confianza del estadístico es menor que cuando se asumen iguales.

$$\begin{array}{lcl} t_v = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} & ; & t_v = \frac{(177 - 183) - (0)}{\sqrt{\frac{18^2}{10} + \frac{1^2}{10}}} = -1,052 \\ \\ V = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}} & ; & V = \frac{\left(\frac{18^2}{10} + \frac{1^2}{10}\right)^2}{\frac{\left(\frac{18^2}{10}\right)^2}{10 - 1} + \frac{\left(\frac{1^2}{10}\right)^2}{10 - 1}} = 9,055 \cong 9 \end{array}$$

Para 9 grados de libertad y un  $\alpha = 5\%$  el estadístico es  $t_{\alpha/2} = 2.262$ .

No se rechaza la hipótesis nula de que la media real y la del modelo son estadísticamente iguales con un 95% de confianza permitiendo concluir que el modelo se ajusta a la realidad.

#### ❖ Interpretación de resultados

El modelo de la propuesta será analizado bajo dos criterios, primero el nivel de acumulación de producto en proceso y segundo los tiempos de proceso y espera en los recursos restrictivos de la línea de ensamble.

El número de replicas se determina a través del nivel de precisión que se requiere para los datos de salida, para una estimación aproximada del comportamiento del proceso tres a cinco replicas son suficientes<sup>21</sup>. Por lo tanto, se determinó que se realizarán 5 replicas de cada uno de los escenarios.

En la tabla 30 se muestra la descripción de los escenarios, su respectivo tamaño de lote de entrada y el número de lotes en que esta dividido. En el Anexo M se presentan los resultados de las replicas para cada uno de los escenarios.

Tabla 30. Escenarios evaluados

| N° | ESCENARIOS              | CARDÁN DELANTERO |          | CARDÁN TRASERO |          |
|----|-------------------------|------------------|----------|----------------|----------|
|    |                         | Tamaño lote      | N° lotes | Tamaño lote    | N° lotes |
| 1  | Lote actual             | 30               | 5        | 50             | 3        |
| 2  | Lote pieza a pieza      | 1                | 150      | 1              | 150      |
| 3  | Lote igual a la demanda | 150              | 1        | 150            | 1        |
| 4  | Lote par 75 piezas      | 75               | 2        | 75             | 2        |
| 5  | Lote par 30 piezas      | 30               | 5        | 30             | 5        |
| 6  | Lote par 10 piezas      | 10               | 15       | 10             | 15       |

Fuente: Autora

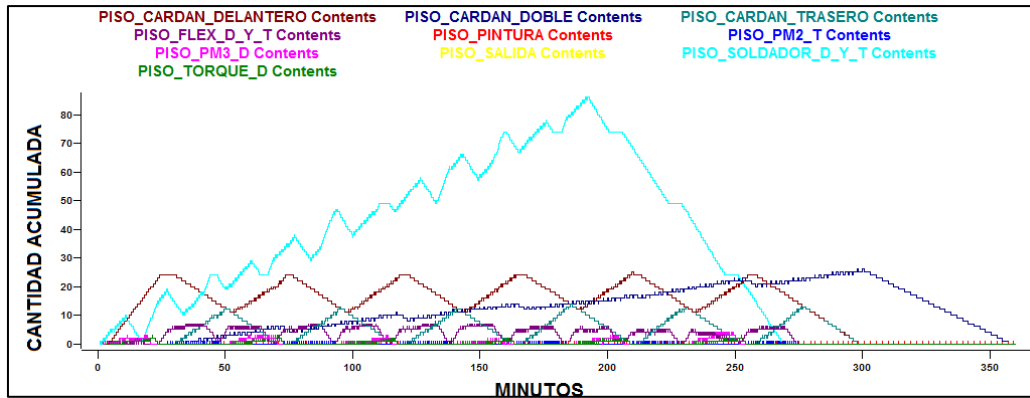
Este análisis consistió en determinar el nivel de acumulación a lo largo de la ejecución del proceso describiendo el comportamiento de la cantidad de producto

<sup>21</sup> USER'S GUIDE, Promodel Manufacturing Simulation Software. Version 4.0. p. 65.

en proceso acumulado en cada uno de los carros ubicados entre las operaciones (PISOS).

La figura 51 ilustra el comportamiento en el escenario 1 (situación del lote actual), en la cual se puede observar que el PISO\_SOLDADOR es el que presenta mayor nivel de acumulación promedio de producto en proceso.

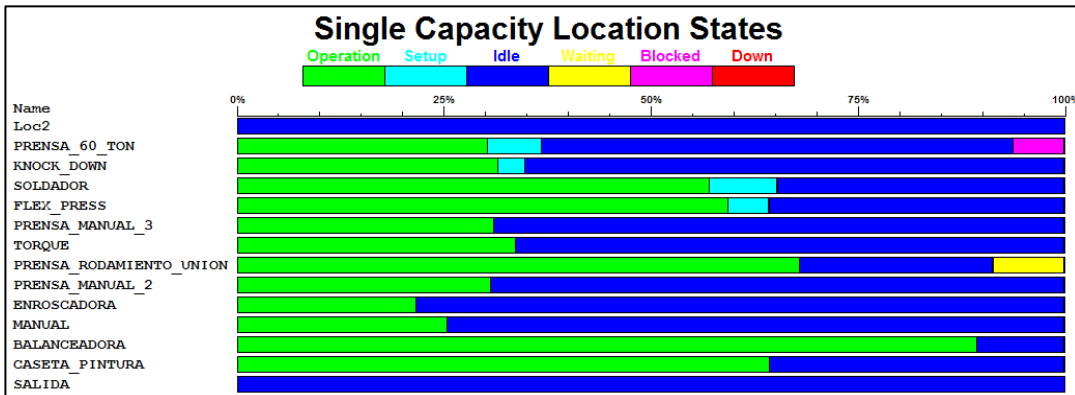
Figura 51. Gráfica nivel de acumulación promedio de producto en proceso



Fuente: Autora

Otro de los resultados del análisis es la estimación de los tiempos promedio de espera entre operaciones y el tiempo total promedio del proceso. La figura 52 ilustra los diferentes estados de cada puesto de trabajo: tiempo de operación, tiempo de preparación, tiempo inactivo, tiempo de espera, tiempo bloqueado y tiempo apagado.

Figura 52. Comportamiento del estado de los puestos de trabajo



Fuente: Autora

Como se observó en figura 52 el segundo recurso restrictivo (prensa rodamiento unión), es el único puesto de trabajo que presenta tiempos promedio de esperas, periodo durante el cual el proceso se detiene por falta de componentes (cardán trasero) para continuar la ejecución del proceso.

A partir de los análisis presentados anteriormente, se procedió a evaluar el comportamiento en los diferentes escenarios para el proceso de la línea de ejes cardánicos dobles. En el anexo N se ilustra la representación gráfica de los resultados de la simulación de cada escenario.

Una vez obtenidos los resultados para los diferentes escenarios, se extrae de las gráficas de nivel de acumulación promedio de producto de proceso los valores máximos de acumulación, los cuales se presentan en el piso de soldador ubicado entre la estación KNOCK\_DOWN y SOLDADOR. La tabla 31 muestra el consolidado de dichos valores en cada uno de los escenarios.

Tabla 31. Niveles de acumulación de material por escenario

| ESCENARIOS                               | lote Actual | Lote pieza a pieza | lote igual demada | lote par 75 | lote par 30 | lote par 10 |
|--|-------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Nivel de acumulación promedio (unidades) | 108         | 70                 | 141,2             | 111         | 89,2        | 54,4        |

Figura 53. Niveles de acumulación de material por escenario



Fuente: Autora

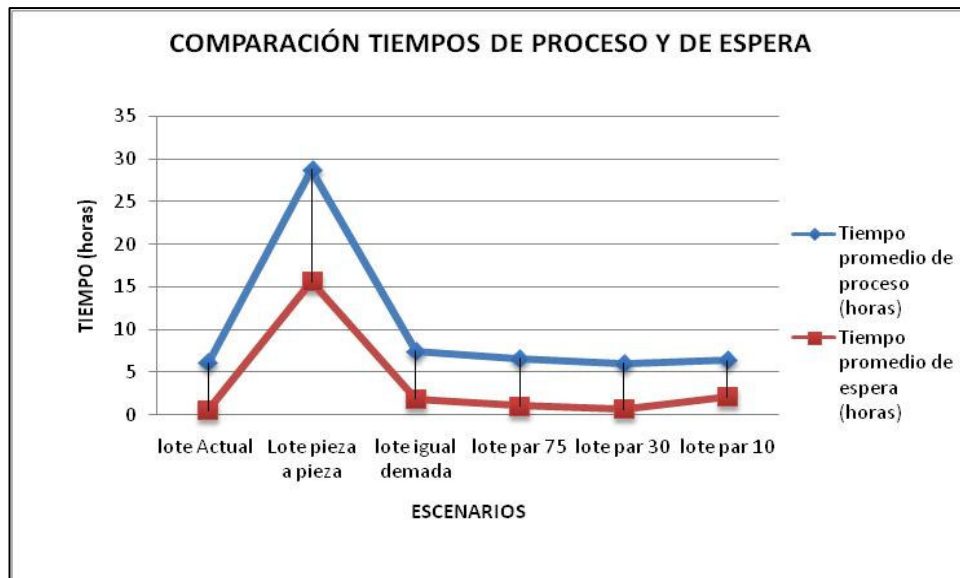
Otro análisis que se hace de los datos obtenidos es la estimación de los tiempos totales promedio del proceso y los tiempos promedio de espera para las operaciones. Los tiempos de espera como se señaló anteriormente se presentan únicamente en la estación PRENSA\_RODAMIENTO\_UNIÓN. La tabla 32 muestra el consolidado de estos tiempos en cada uno de los escenarios.

La figura 54 muestra la variación de los tiempos totales promedio del proceso y de los tiempos promedio de espera para las operaciones en cada uno de los escenarios. De esta gráfica se observó que para el escenario del lote pieza a pieza debido a los tiempos de preparación de las máquinas sus tiempos de proceso y espera se disparan exageradamente.

Tabla 32. Tiempos de proceso y espera por escenario

| ESCENARIOS                         | lote Actual | Lote pieza a pieza | lote igual demada | lote par 75 | lote par 30 | lote par 10 |
|------------------------------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Tiempo promedio de proceso (horas) | 6,12        | 28,77              | 7,46              | 6,59        | 6,08        | 6,44        |
| Tiempo promedio de espera (horas)  | 0,53        | 15,61              | 1,89              | 1,03        | 0,66        | 2,06        |

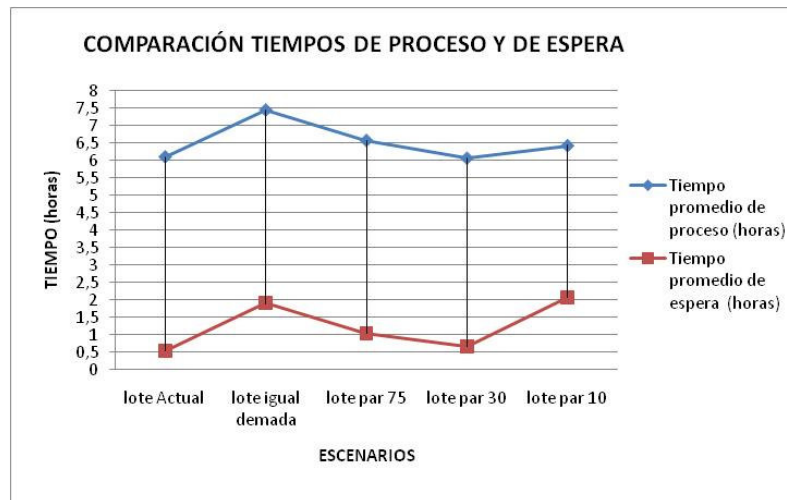
Figura 54. Tiempos de proceso y espera por escenario



Fuente: Autora

Debido a que esta gráfica no permite observar detalladamente el comportamiento de los tiempos en cada uno de los escenarios, se plantea una gráfica de la cual se excluye el escenario de lote pieza a pieza. (Ver figura 55)

Figura 55. Tiempos de proceso y espera por escenario



Fuente: Autora

Si se analiza el comportamiento del tiempo total promedio de proceso, se puede observar que hay una disminución del tiempo a medida que el tamaño de lote disminuye desde el lote 75 al lote 30, este último lote es el punto de inflexión del comportamiento pues de ahí en adelante el tiempo promedio de proceso aumenta a medida que el lote va disminuyendo.

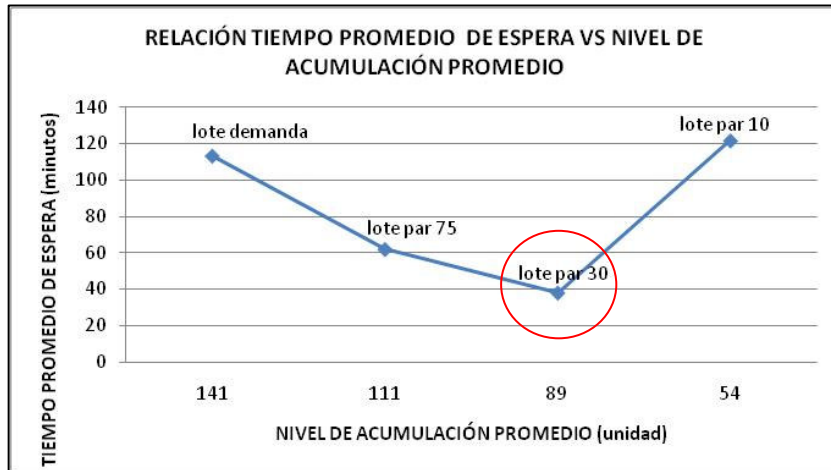
Asimismo, se puede observar con respecto al tiempo promedio de espera una disminución a medida que el tamaño de lote disminuye desde el lote 75 al lote 30, este último lote es el punto de inflexión del comportamiento pues ahí en adelante el tiempo de espera aumenta a medida que el lote va disminuyendo.

### 5.5.3. Selección del mejor escenario para determinar el tamaño de lote de entrada a la línea de ensamble

Para determinar el tamaño del lote de entrada se procede a relacionar el tiempo promedio de espera y el nivel de acumulación promedio en cada uno de los

escenarios, para esto se usará como criterio de selección el escenario que presente el menor tiempo promedio de espera y el menor nivel de acumulación promedio.

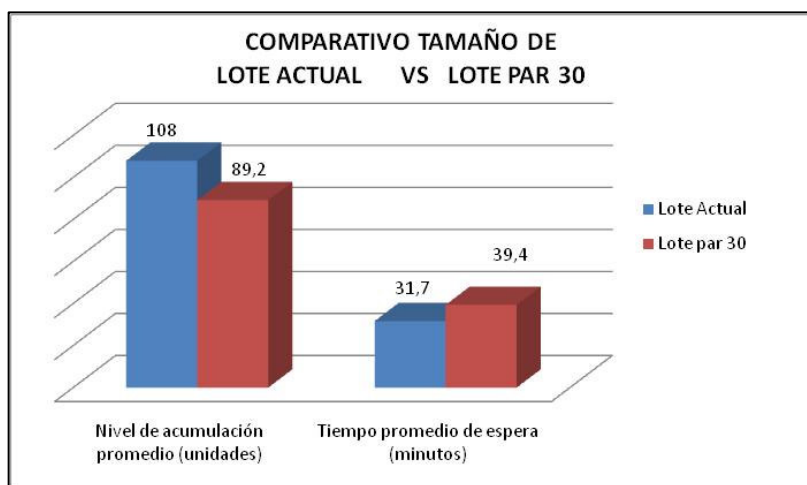
Figura 56. Relación tiempo promedio de espera vs nivel de acumulación promedio



Fuente: Autora

El resultado de este análisis arrojó que el mejor escenario para que el desarrollo del proceso de ensamble de los ejes cardánicos dobles y con el cual se mantiene más estable el flujo de producto en proceso es el lote par de 30 (cardanes delantero y traseros).

Figura 57. Comparativo tamaño de lote actual vs lote par 30



Fuente: Autora

La figura 57 muestra la comparación del escenario actual del proceso y el escenario propuesto de lote par 30, en ella se evidencia que el nivel de acumulación promedio del lote propuesto es menor al lote actual en un 17,6%.

A pesar de que el tiempo promedio de espera aumenta en un 5%, el proceso de ensamble presenta una mayor uniformidad en la ejecución de sus operaciones, esto se ve reflejado en la disminución del nivel de acumulación promedio de producto en proceso y en la disminución del tiempo total promedio del proceso.

Por tal razón, se determina que el tamaño apropiado para la ejecución de las operaciones del proceso de ensamble y con el cual se obtiene un mayor flujo del material en proceso es de 30 cardánes delantero y 30 cardánes traseros.

### **Beneficios**

La simulación del proceso de ensamble permite evaluar varias alternativas en busca de su mejoramiento, brindando así un análisis detallado y concreto del comportamiento del mismo ante posibles cambios, sin que se afecten las actividades normales de la línea y los costos del proceso.

Teniendo en cuenta lo anterior, al determinar y estandarizar el lote de entrada a la línea de ejes cardánicos, se contribuirá a que el desarrollo del proceso de ensamble sea más eficiente y productivo. Asimismo, se podrán reducir los niveles de acumulación de producto en proceso, uno de los despilfarros que se busca erradicar del sistema de manufactura de la empresa.

### **Costos**

Dado que la propuesta consiste en estandarizar el tamaño de lote de entrada a la línea de ensamble, está no requiere hacer ningún tipo de inversión en adecuación de equipos, puestos de trabajo, elementos de información, etc. Tan solo requiere una capacitación a los operarios y para esto se cuenta con los recursos básicos dispuestos en la empresa.

## **6. IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS Y VERIFICACIÓN DE RESULTADOS**

Este capítulo describirá el proceso de implementación de las primeras tres propuestas presentadas anteriormente. El proceso de implementación consiste inicialmente en hacer una presentación de las propuestas ante el comité directivo involucrado en el proyecto, después se describirá el plan de trabajo que se adoptó en cada una de las propuestas y finalmente se evaluarán los resultados obtenidos comparando el antes y el después de las actividades del proceso tomando como referencia los indicadores globales de productividad y eficiencia de la línea de ensamble de ejes cardánicos.

### **6.1. PRESENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA**

La socialización inició con la presentación del análisis del diagnóstico que se realizó en el capítulo 4, en el cual se identificaron los problemas a trabajar para mejorar el proceso de ensamble. Partiendo de estos problemas se formularon las propuestas de mejora expuestas en el capítulo 5, las cuales se resumen en:

- Externalización de las operaciones de subensamble
- Mejoramiento de los medios de suministro
- Sostenimiento del programa de 5 S's
- Propuesta de estandarización del tamaño de lote de entrada a la línea

Para cada una de estas propuestas se llevó a cabo la elaboración de un plan de trabajo, en el cual se describe las diferentes actividades a ejecutar, el cronograma y los responsables de su ejecución además del presupuesto de la implementación.

Una vez elaborados los planes de trabajo se realizaron algunas reuniones con el comité directivo que tenían como fin revisar y ajustar los planes de trabajo retroalimentando las propuestas, esto para obtener la aprobación del comité. (Ver figura 58)

Figura 58. Reuniones de socialización de las propuestas de mejora



Fuente: Autora

Tabla 33. Listado de los participantes en las reuniones

| NOMBRE                     | CARGO                                      | ÁREA     |
|----------------------------|--|----------|
| Ing. Fabio González        | Gerente de producción                      | Planta   |
| Ing. Mario Morales         | Gerente de procesos                        | Procesos |
| Ing. María Fernanda Ortega | Coordinadora de suministro de material     | Almacén  |
| Ing. Ramón Silva           | Coordinador de proyectos y planta satélite | Planta   |
| Ing. Elkin Díaz            | Coordinador de producción (tutor)          | Planta   |
| Ing. Gonzalo Parada        | Coordinador de producción                  | Planta   |
| Ing. José Luis Vanegas     | Coordinador de procesos                    | Procesos |
| Oscar Prieto               | LET(líder de equipo de trabajo)            | Planta   |

Fuente: Autora

## 6.2. EJECUCIÓN DE LOS PLANES DE TRABAJO DE LAS PROPUESTAS

Con la aprobación del comité directivo se procede a la ejecución de los planes de trabajo de cada una de las propuestas. Estos planes consistían en tres etapas:

1. Capacitación teórica al equipo de operarios
2. Ejecución de las actividades de trabajo
3. Entrenamiento y seguimiento de la mejora

Para la ejecución de la primera parte de cada uno de los planes de trabajo se lleva un reporte de capacitaciones, mecanismo que hace parte del plan de excelencia de la empresa Dana Transejes y que busca hacer seguimiento de la efectividad de la formación en los diferentes temas de interés para la empresa. Estos reportes se relacionarán en cada uno de los temas y se anexarán al final.

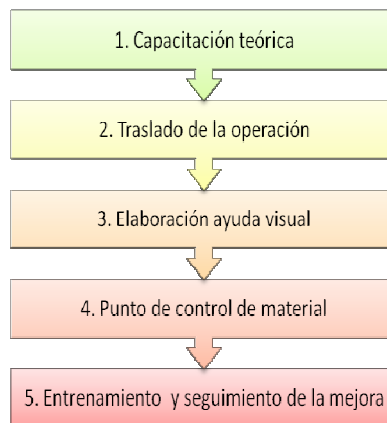
A continuación se presenta el seguimiento a la ejecución de los planes de trabajo de cada una de las propuestas.

### 6.2.1. Externalización de las operaciones de subensamble

#### ❖ Plan de trabajo reubicación y mejora subensamble de los tubos insonorizados

La figura 59 constituye una grafica del flujo de las fases básicas del plan de trabajo para la mejora.

Figura 59. Diagrama plan de trabajo subensamble tubos insonorizados



Fuente: Autora

Capacitación teórica: para la implementación de esta mejora se inició con la capacitación teórica a los operarios, la cual consistió en la socialización de los

cambios que conllevan a la reubicación del subensamble, se determinó que operario realizará la operación y se dieron instrucciones del método de ejecución.

Traslado de la operación: para el traslado de la operación, se liberó el espacio en la línea llevando los elementos necesarios para el desarrollo de esta operación a la zona de retrabajos (carro tubos y insonorizadores), luego se ubicó la estantería kanban en este espacio y se demarcó la zona de llegada del subensamble.

Elaboración ayuda visual: para la elaboración de la ayuda visual se listaron las diferentes aplicaciones de tubos e insonorizadores utilizados en la línea de ensamble y se estableció la cantidad de insonorizadores que deben ir por cada tubo de acuerdo a su aplicación. (Ver anexo D-a)

Punto de control de material: como medida de control el operario asignado realiza un chequeo del estado de los tubos con el fin de determinar si este presenta defectos o no, para este seguimiento se elaboró un formato de control de material defectuoso donde se relaciona la cantidad de tubos defectuosos, la fecha y el lote al que corresponden. (Ver anexo D-b)

Entrenamiento y seguimiento de la mejora: Con el LET (líder de equipo de trabajo) de la línea se entrenó al operario de retrabajos, quien fue asignado para realizar esta actividad, indicándole el método de ejecución de la operación descrito en la sección 5.2.1.

Figura 60. Antes de la mejora



Fuente: Autora

Figura 61. Después de la mejora (reubicación)



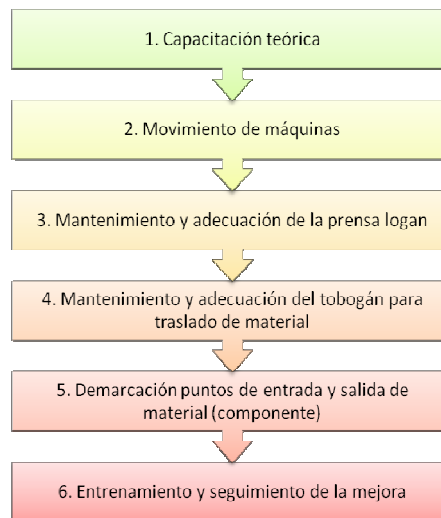
Fuente: Autora

La figura 60 muestra la zona en donde se realizaba el subensamble de los tubos insonorizados y la ejecución de la operación en la línea. La figura 61 muestra la estantería kanban y la llegada del subensamble del tubo insonorizado a la línea.

❖ **Plan de trabajo celda de trabajo para el subensamble de kits de rodamiento central**

La figura 62 constituye una gráfica del flujo de las fases básicas del plan de trabajo para la mejora.

Figura 62. Diagrama plan de trabajo celda subensamble kit de rodamiento



Fuente: Autora

Capacitación teórica: esta capacitación consistió en dar a conocer el diseño de la nueva celda de trabajo para la realización de la operación del subensamble de kit de rodamiento, se determinó que operario realizará la operación y se dieron instrucciones del método de ejecución.

Movimiento de máquinas: tomando como referencia el diseño de la celda presentado en la sección 5.2.2, se solicitó al equipo de mantenimiento de la planta el movimiento de los siguientes equipos: prensa logan y prensa dobladora de pestañas. Este movimiento consistió en un acercamiento de estos equipos, cuyo objetivo era disminuir el desplazamiento del operario en la ejecución de las actividades.

Mantenimiento y adecuación de la prensa logan: como una actividad complementaria en el diseño de la celda se determinó realizar un mantenimiento a la prensa logan, el cual consistía en limpiar y retirar el óxido de la máquina, realizar la reubicación de las bandejas para colocar los contenedores de material y de los dispositivos de la prensa, y finalmente darle acabados de pintura. La figura 63 muestra el mantenimiento realizado a la prensa logan.

Figura 63. Prensa logan antes y después de la mejora  
Antes Después



Fuente: Autora

Mantenimiento y adecuación del tobogán para el traslado de material: como una actividad complementaria del diseño de la celda se determinó realizar un mantenimiento al tobogán que transporta las piezas ensambladas desde la prensa logan hacia el soldador, este consistió en la limpieza del tobogán y en la implementación de los discos de transporte que protegen las piezas y evitan que estas se golpeen entre sí.

Demarcación puntos de entrada y salida de material (componente): una parte importante del diseño de la celda es determinar los lugares apropiados tanto para ubicar los carros que suministra los materiales como el carro en donde se recoge el subensamble terminado (kit de rodamiento). La demarcación consiste en una ayuda visual que muestra los límites de la ubicación de dichos carros, esta actividad se realizó dentro de una de las jornadas de orden y limpieza desarrollada por los operarios de la línea de ensamble, utilizando pintura amarilla para su señalización.

Entrenamiento y seguimiento de la mejora: con el LET (líder de equipo de trabajo) de la línea se asignó al operario número 3 para realizar exclusivamente esta operación (ver sección 5.1.2), indicándole el método de ejecución de la operación descrito en la sección 5.2.2.

El coordinador de la línea quien a su vez dirige la secuencia de producción de la planta determinó con el LET y el operario de almacén, realizar la preparación del material a ensamblar con un turno de anticipación garantizando de esta manera que se suministre a la línea de ensamble el total de componentes necesarios para cada lote y así evitar interrupciones por falta del subensamble.

En la figura 64 se muestra la zona de trabajo para realizar el subensamble del kit de rodamiento y la ubicación del material suministrado antes de la mejora y la figura 65 muestra la celda de trabajo conformada para desarrollar esta operación una vez implementada la mejora.

Figura 64. Zona de trabajo para el subensamble kit antes de la mejora



Fuente: Autora

Figura 65. Nueva celda de trabajo para realizar el subensamble kit

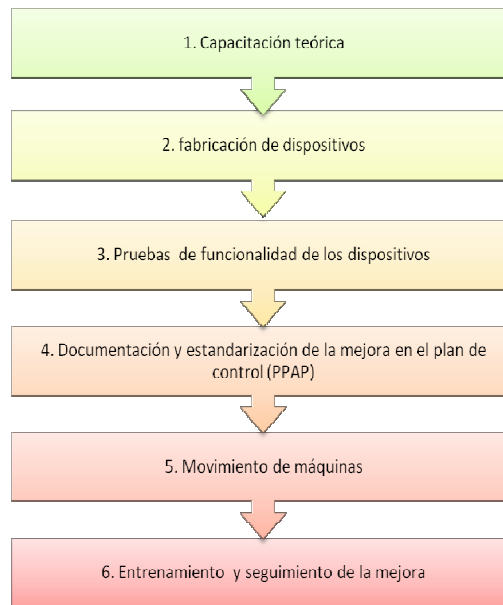


Fuente: Autora

❖ **Plan de trabajo reubicación de la operación 80 ensamble de componentes (yugo brida)**

La figura 66 constituye una gráfica del flujo de las fases básicas del plan de trabajo para la mejora.

Figura 66. Diagrama plan de trabajo reubicación operación 80 (yugo brida)



Fuente: Autora

Capacitación teórica: en esta capacitación se socializó la propuesta de reubicación de la operación 80 ensamble de componentes (yugo brida) al equipo de operarios de la línea, consistió en explicar los cambios en el orden de las operaciones y presentar el nuevo diagrama del proceso para la línea de ensamble de ejes cardánicos dobles descrito en la sección 5.1.2.

También se dieron las instrucciones del nuevo método de ejecución de las actividades, se presentaron los diseños de los nuevos dispositivos y sus herramientas, además se asignaron las responsabilidades para el desarrollo de esta operación al operario 4.

Fabricación de dispositivos: para esta actividad inicialmente en la etapa de elaboración de la propuesta se solicitó al equipo de calidad y procesos de la planta, el diseño de unos dispositivos que permitieran el ensamble del componente yugo brida en una sola operación al inicio del proceso (operación 30), una vez aprobada la propuesta y tomando como referencia estos diseños se inició la fabricación de los dispositivos.

Para su fabricación se procedió a la compra de materiales y el equipo de mecanizado de la planta coordinó su elaboración. En la figura 67 se muestran los dispositivos fabricados listos para realizar las pruebas de ensamble de los componentes yugo brida.

Figura 67. Dispositivos para ensamble de componentes yugo fijo- yugo brida



Fuente: Autora

Pruebas de funcionalidad de los dispositivos: el propósito de estas pruebas es medir el grado de confiabilidad y de funcionabilidad de los nuevos dispositivos, y poder así implementar la reubicación de la operación 80, asegurando el ensamble de los componentes adecuadamente.

Se planificó una jornada de pruebas el día 4 de Junio de 2009 en la cual se ensamblarían 20 unidades de cardanes dobles, para esto se contó con la participación del técnico del departamento de calidad y procesos de la planta, el coordinador de la línea y el LET (líder de equipo de trabajo).

Como primera medida se programó el subensamble de los componentes yugo fijo- yugo brida para los 20 cardanes, una vez conformados estos conjuntos el técnico de calidad y procesos instaló los dispositivos dando instrucciones al operario 4 del método de ejecución.

Luego de esto, el operario 4 procedió a realizar la operación 30 ensamble de los componentes al inicio del proceso, siguiendo el nuevo diagrama de proceso diseñado en la propuesta. Finalmente, se revisó que los cardánes ensamblados cumplieran con las especificaciones técnicas del producto. La figura 68 muestra la instalación de los dispositivos y la ejecución de las pruebas.

Figura 68. Pruebas de funcionalidad de los dispositivos

Instalación de los dispositivos



Ejecución de la operación



Fuente: Autora

Movimiento de máquinas: después de realizadas las pruebas y con la obtención de resultados satisfactorios en lo referente a las especificaciones técnicas, se solicitó al equipo de mantenimiento de la planta el movimiento de las prensas manuales. Este movimiento consistió en reubicar una prensa en el área de subensamble de yugos y retirar la otra de la línea de ensamble, cumpliendo así con el nuevo diagrama de proceso del ensamble.

Asimismo se realizaron actividades de demarcación de los puntos de entrada y salida de material (componentes).

Documentación y estandarización de la mejora en el plan de control (PPAP): antes de continuar con la implementación de la mejora, es necesario formalizar el

procedimiento de documentación y estandarización del proceso dentro del plan de control. Este procedimiento consiste en precisar las modificaciones hechas con la propuesta a las características del proceso (dispositivos, herramientas y descripción de las operaciones).

Con la ayuda del departamento de calidad y procesos, se actualizó la información correspondiente a las modificaciones hechas al proceso, anexando la codificación de los nuevos dispositivos y el nuevo diagrama de ensamble. En el anexo O se presenta el plan de control modificado.

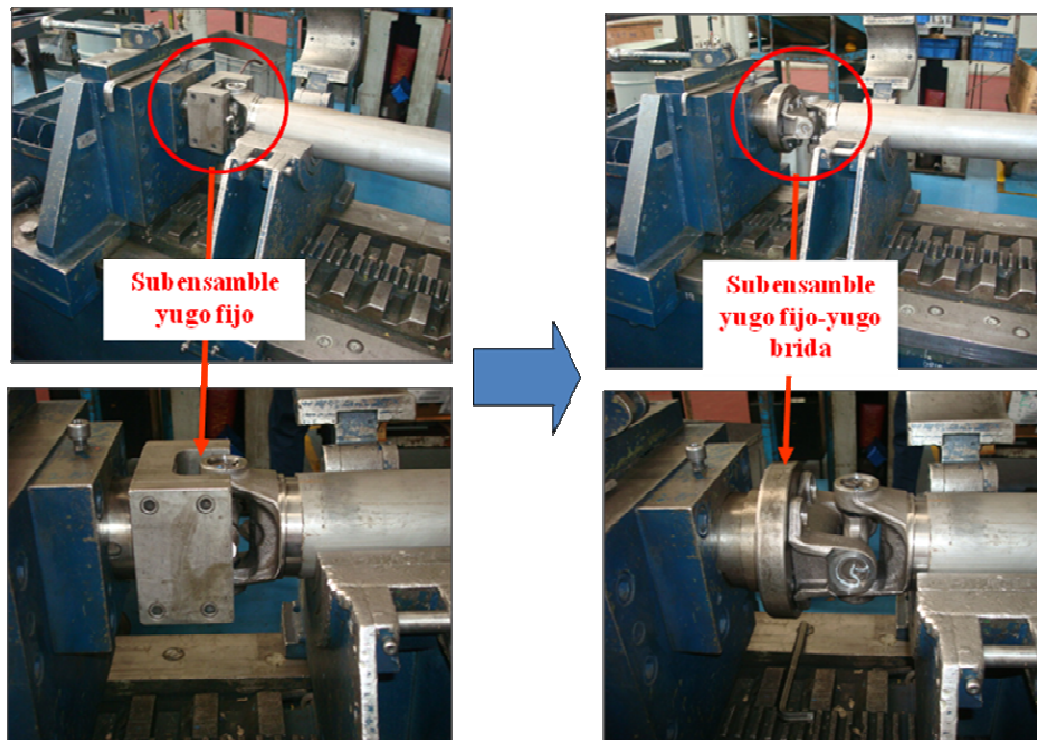
Entrenamiento y seguimiento de la mejora: con ayuda del LET (líder de equipo de trabajo) de la línea se asignó el operario número 4 para realizar exclusivamente esta operación (ver sección 5.1.2), indicándole el método de ejecución de la operación descrito en la sección 5.2.3.

El coordinador de la línea quien a su vez dirige la secuencia de producción de la planta determinó con el LET y el operario de almacén, realizar la preparación del material a ensamblar con un turno de anticipación garantizando de esta manera que se suministre a la línea de ensamble el total de componentes necesarios para cada lote y así evitar interrupciones por falta del subensamble.

En la figura 69 se muestra la diferencia en la ejecución de la operación 30, además de los otros componentes antes de la mejora se ensamblaba solamente el componente yugo fijo y después de la mejora se ensambla además del yugo fijo el yugo brida.

Al culminar la etapa de la implementación de la propuesta de mejora de externalización de los subensambles, se realizó un análisis del tiempo del procesamiento de todo el proceso conocido como “lead time”, que se entiende como el tiempo total que transcurre desde que entra en la primera operación hasta que el producto está terminado.

Figura 69. Diferencia de ensamble de los componentes en la operación 30



Fuente: Autora

En este análisis se encontró que aun cuando el tiempo de los subensambles es mayor en el nuevo proceso se obtuvo una reducción del tiempo total de procesamiento de un eje cardánico doble del 5%, por lo tanto, al realizar las operaciones de subensamble anticipadamente y tomando este tiempo desde la primera operación del proceso de ensamble se obtiene un ahorro del 31%.

En la tabla 34 se presentan los tiempos de ciclo de cada una de las operaciones del proceso, incluyendo subensamble y ensamble tomados antes y después de la mejora. El registro de estos últimos se presentan en el anexo P.

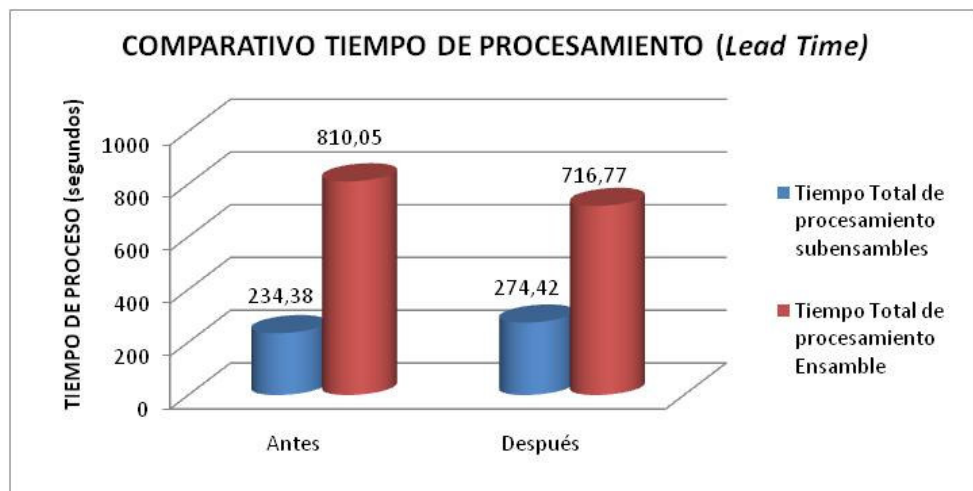
La figura 70 ilustra el ahorro de tiempo total de procesamiento de un eje cardánico doble.

Tabla 34. Tiempo total de procesamiento de un eje antes y después de la mejora

| CÓDIGO | OPERACIÓN  | Tiempo de ciclo (seg) <b>Antes</b> | Tiempo de ciclo (seg) <b>Después</b> |
|--------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| OP 20  | Subensamble tubo insonorizado                    | 34,35                              | 34,35                                |
| OP 20  | Subensamble yugo fijo                            | 72,61                              | 112,65                               |
| OP 20  | Subensamble yugo deslizante                      | 41,89                              | 41,89                                |
| OP 20  | Subensamble kit de rodamiento                    | 85,53                              | 85,53                                |
|        | <b>Tiempo Total de procesamiento subensamble</b> | <b>234,38</b>                      | <b>274,42</b>                        |
| OP 27  | Marcación del tubo                               | 12,04                              | 12,04                                |
| OP 30  | Ensamble de componentes al Tubo                  | 45,18                              | 49,74                                |
| OP 40  | Pre-enderezado del cardán                        | 46,83                              | 42,41                                |
| OP 50  | Soldadura componentes                            | 84,456                             | 87,53                                |
| OP 60  | Enderezado final de cardán                       | 86,16                              | 79,45                                |
| OP 70  | Torque en tuerca de ajuste de rodamiento         | 52                                 | 51,50                                |
| OP 80  | Ensamble de componentes                          | 87,45                              |                                      |
| OP 80  | Ensamble de componentes, manual                  | 38,08                              | 39,69                                |
| OP 80  | Ensamble de componentes, enroscado               | 32,73                              | 32,60                                |
| OP 85  | Empalme y unión de cardanes                      | 100,1                              | 100,02                               |
| OP 90  | Balanceo   | 131,03                             | 128,40                               |
| OP 100 | Lavado y pintura                                 | 93,99                              | 93,40                                |
|        | <b>Tiempo Total de procesamiento ensamble</b>    | <b>810,05</b>                      | <b>716,77</b>                        |
|        | <b>TIEMPO TOTAL DEL PROCESO</b>                  | <b>1044,43</b>                     | <b>991,19</b>                        |

Fuente: Autora

Figura 70. Comparativo tiempos de procesamiento antes y después de la mejora

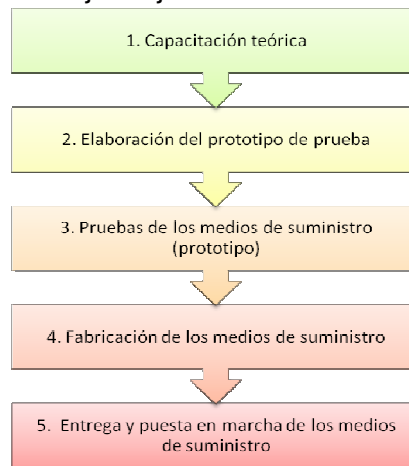


Fuente: Autora

## 6.2.2. Mejoramiento de los medios de suministro

La figura 71 constituye una gráfica del flujo de las fases básicas del plan de trabajo para la mejora.

Figura 71. Diagrama plan de trabajo mejoramiento de los medios de suministro



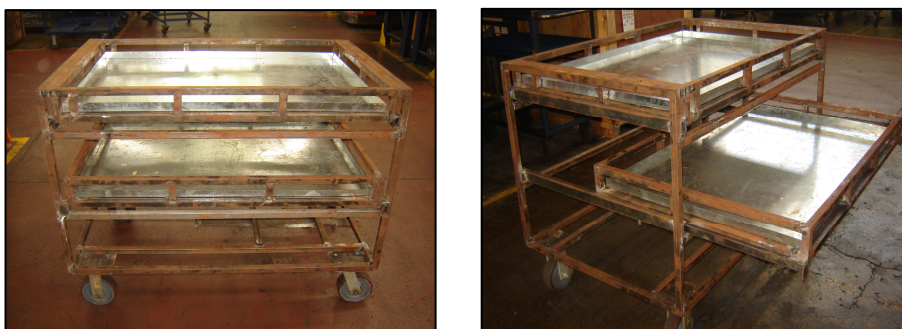
Fuente: Autora

Capacitación teórica: en esta capacitación se socializó la propuesta de mejoramiento de los medios de suministro al equipo de operarios de la línea y al operario encargado del suministro de material, consistió en explicar los cambios en el proceso de suministro de aquellos materiales que carecen de los medios adecuados, se presentó la nueva distribución de los puntos de suministro a la línea de ensamble y el diseño de los nuevos vehículos listos para fabricar aprobados por la gerencia de producción y almacén. (Ver sección 5.3.)

Elaboración del prototipo de prueba: una vez aprobada la fabricación de los medios de suministro y teniendo en cuenta los lineamientos de la empresa y las especificaciones técnicas del diseño, se procede a fabricar un prototipo de prueba. (Ver figura 72)

Este prototipo tiene como finalidad probar que se cumplen con los requerimientos exigidos en el diseño y definir los detalles de fabricación de los medios finales de suministro para la línea de ensamble.

Figura 72. Prototipo de los nuevos medios de suministro



Fuente: Autora

Pruebas de los medios de suministro (prototipo): para realizar estas pruebas se dan instrucciones al operario de almacén de preparar un lote de materiales y de ejecutar el proceso normal de suministro a la línea, y así poder observar el comportamiento del prototipo a lo largo del proceso. (Ver figura 73)

Estas pruebas analizan tres aspectos importantes: la resistencia, el servicio y la maniobra. Para establecer la resistencia del prototipo se examina que el vehículo tenga la capacidad de soportar las cargas que generan los elementos que transporta y determinar si las especificaciones de los materiales con los cuales está fabricado son los adecuados.

La funcionalidad del prototipo se evidencia cuando éste facilita el desempeño de las actividades dentro del proceso en el que se desarrolla, es decir no genera interrupciones en la preparación y suministro de los elementos. Además de la resistencia y el servicio, se debe examinar que el vehículo se pueda desplazar de una forma controlada evitando que se presenten situaciones de riesgo al realizar el proceso de suministro.

El prototipo sometido a estas pruebas arrojó resultados satisfactorios al equipo de diseño y fabricación de los medios de suministro, por lo cual fue aprobada la continuación del proceso de fabricación de los medios por la coordinadora de proyectos y suministro de material a las líneas de producción, quien coordinó las pruebas del prototipo.

Figura 73. Preparación del material para la ejecución de las pruebas del prototipo



Fuente: Autora

Fabricación de los medios de suministro: con el visto bueno de la coordinadora de proyectos y suministro de material a las líneas, se aprobó al contratista la fabricación de la totalidad de los carros requeridos para la implementación de la mejora, cantidades establecidas en la propuesta (Ver sección 5.3.)

Entrega y puesta en marcha de los medios de suministro: una vez entregados los nuevos medios de suministro por parte del contratista se inicia el entrenamiento y puesta en marcha del proceso de suministro de materiales y de componentes subensamblados en la línea de ensamble.

Con ayuda del equipo involucrado en la implementación de la mejora, se dieron instrucciones a los operarios de la línea y al operario de almacén sobre la utilización y mantenimiento de los medios de suministro.

Figura 74. Medios de suministro antes de la mejora



## Nuevos medios de suministro de materiales y componentes subensamblados

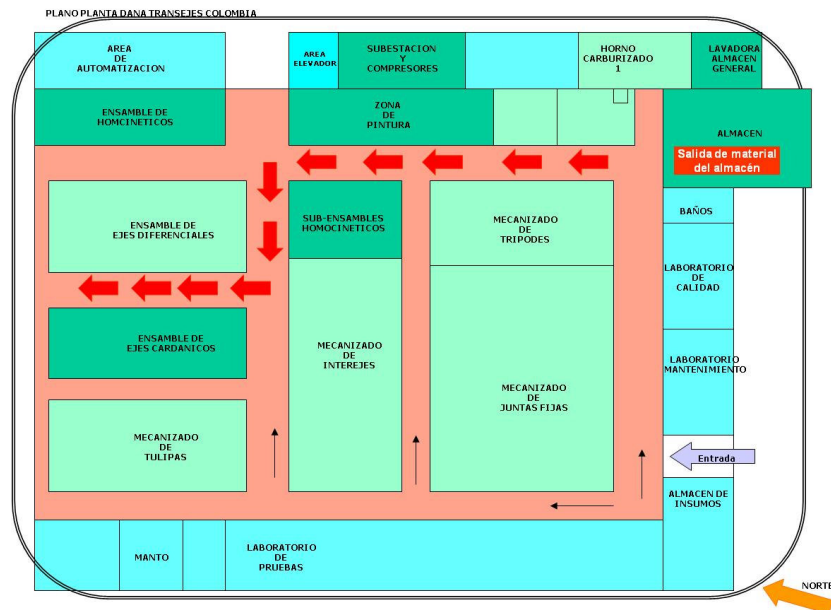


Fuente: Autora

En la figura 74 se muestran los medios de suministro de materiales y componentes subensamblados utilizados antes de la mejora y los nuevos medios de suministro para la línea de ensamble de ejes cardánicos.

Para medir el beneficio de esta mejora al finalizar su etapa de implementación se calculó el ahorro de desplazamiento obtenido por parte del operario de almacén. En la figura 75 se presenta el recorrido de 80, 1 metros que debe realizar para suministrar cualquier material a la línea de ejes cardánicos.

Figura 75. Recorrido suministro de material a la línea de ejes cardánicos



Fuente: Autora

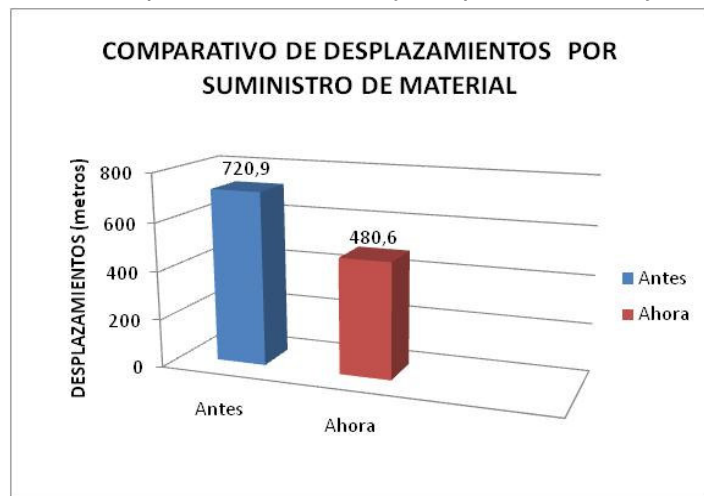
La distribución de las piezas en los medios de suministro señalada en la propuesta, sección 6.3, en donde algunas comparten medio de transporte, permitió reducir la cantidad de recorridos desde almacén a la línea, lo que a su vez significa un ahorro en desplazamientos. En la tabla 35 y figura 76 se muestran los desplazamientos antes y al finalizar el proyecto, y un comparativo gráfico entre estos.

Tabla 35. Desplazamiento antes y después de la mejora

| ANTES        | AHORA        | AHORRO       |
|--------------|--------------|--------------|
| 9 Recorridos | 6 recorridos | 3 recorridos |
| 720,9 metros | 480,6 metros | 239,4 metros |

Fuente: Autora

Figura 76. Desplazamiento antes y después de la mejora



Fuente: Autora

De esta forma, la comparación de los desplazamientos evidencia que hubo un ahorro del 33% en desplazamientos del operario de almacén para el suministro de material a la línea de ejes cardánicos.

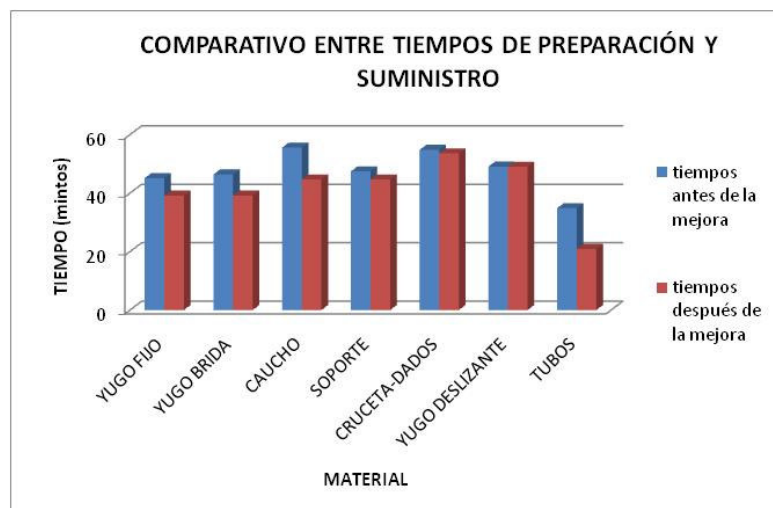
Asimismo los tiempos de preparación y suministro de material a la línea, presentan un ahorro del 13% dado que algunos materiales utilizan el mismo medio de transporte. En la tabla 36 y figura 77 se puede observar los tiempos al inicio y finalización del proyecto. Este último fue tomado con los prototipos de los carros

con los cuales se realizaron las pruebas. El resumen de estos tiempos se presenta en el anexo Q.

Tabla 36. Tiempos de preparación y suministro antes y después de la mejora

| MATERIAL        | Tiempo antes | Tiempo ahora | Tiempo ahorro | % ahorro |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|----------|
| YUGO FIJO       | 45,13        | 39,15        | 5,98          | 13%      |
| YUGO BRIDA      | 46,38        | 39,15        | 7,23          | 16%      |
| CAUCHO          | 55,59        | 44,67        | 10,92         | 20%      |
| SOPORTE         | 47,43        | 44,67        | 2,765         | 6%       |
| CRUCETA-DADOS   | 54,81        | 53,58        | 1,23          | 2%       |
| YUGO DESLIZANTE | 49,07        | 49,05        | 0,02          | 0%       |
| TUBOS           | 34,84        | 20,9         | 13,94         | 40%      |

Figura 77. Tiempos de preparación y suministro antes y después de la mejora



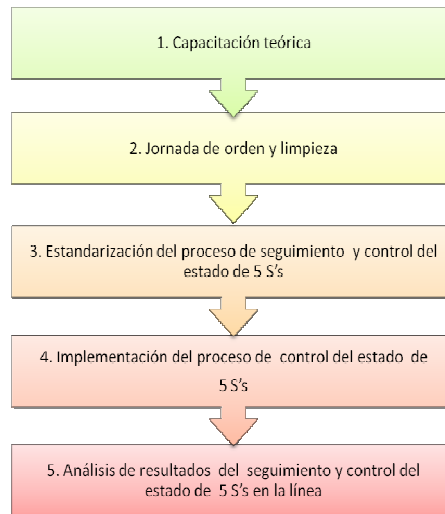
Fuente: Autora

### 6.2.3. Sostenimiento del programa de 5s's en la línea de ejes cardánicos

#### ❖ Plan de trabajo para el sostenimiento del programa 5 S's

La figura 78 constituye una gráfica del flujo de las fases básicas del plan de trabajo para la mejora.

Figura 78. Diagrama plan de trabajo mejora de sostenimiento del programa 5 S's



Fuente: Autora

Capacitación teórica: la primera fase para la implementación de la mejora consistió en hacer una capacitación a los operarios de la línea para reforzar los conceptos de la herramienta de 5 S's, exponiendo básicamente su aplicación y los beneficios de su implementación y estandarización.

El propósito de esta socialización es efectuar una retroalimentación de la herramienta de 5 S's, unificando los criterios de estandarización para controlar el estado de 5 S's en la línea de ensamble y dar a conocer las actividades a ejecutar para el desarrollo de la mejora. (Ver figura 79)

Figura 79. Capacitación de 5 S's línea de ejes cardánicos



Fuente: Autora

Jornada de orden y limpieza: el día 6 de Mayo de 2009 se realizó una jornada de orden y limpieza en la línea de ensamble a cargo de los operarios y contando con el apoyo del equipo de aseo de la planta.

Esta jornada tenía dos objetivos: el primero era definir las características del estado de limpieza de cada uno de los puestos de trabajo describiendo la ubicación apropiada de los elementos necesarios para la ejecución de las operaciones, y el segundo era describir cómo desarrollar las actividades dentro de una jornada, caracterizando las herramientas utilizadas y definiendo la responsabilidad para cada una.

Estandarización del proceso de seguimiento y control del estado de 5 S's: antes de continuar con la implementación de la mejora, es necesario precisar los diferentes documentos que sirven de soporte al proceso de seguimiento y control del estado de 5 S's.

Como se formuló en la propuesta de mejora, el proceso de seguimiento y control consta básicamente de tres mecanismos: Las fichas 5 S's para cada uno de los puestos de trabajo, la ficha de caracterización del procedimiento de las jornadas de orden y limpieza de la línea y la lista de chequeo para el control de estado de las 5 S's. Los dos primeros son documentos estándar de control y el último es de seguimiento de la herramienta 5 S's.

Tomando como referencia la información recopilada en la jornada de orden y limpieza del día 6 de Mayo de 2009 se actualizaron estos documentos, para esta actividad se contó con la ayuda del coordinador de producción de la línea. En el anexo R y S se relacionan las fichas 5 S's para cada una de las operaciones de ensamble de ejes cardánicos dobles y la ficha de caracterización del procedimiento de las jornadas de orden y limpieza respectivamente.

Implementación del proceso de control del estado de 5 S's: una vez estandarizados los documentos de control para la herramienta 5 S's se procede a hacer su implementación, la cual se resume en cuatro pasos:

1. Capacitación a los operarios sobre la estandarización de los mecanismos de control.
2. Ubicación de la ficha estándar 5 S's en cada uno de los puestos de trabajo de la línea de ensamble.
3. Programación de las jornadas de orden y limpieza de la línea de ensamble, esta actividad se estableció bajo la dirección de la gerencia de producción y el coordinador de la línea.
4. Realización de auditorías utilizando la lista de chequeo presentada en la sección 5.4.3.

Análisis de los resultados del seguimiento y control del estado de 5 S's en la línea:

luego de la implementación de los mecanismos de control del estado de 5 S's, se programó con la gerencia de producción y el coordinador realizar seguimiento a la línea de ensamble, utilizando la lista de chequeo diseñada para esta actividad. (Ver sección 5.4.3)

Esta lista de chequeo busca evaluar aspectos importantes como la seguridad industrial de los operarios, el estado de orden y limpieza del área de trabajo, la ubicación correcta de los dispositivos y herramientas necesarios para desarrollar las operaciones de ensamble y la manipulación adecuada del producto en proceso en cada uno de los puestos de trabajo de la línea de ensamble.

Con base en lo anterior, se procedió a realizar las auditorías semanales de las cuales se recopilaron los datos durante las seis semanas siguientes a su implementación, periodo restante de la práctica empresarial.

En la tabla 37 se muestran los resultados obtenidos en las auditorías, estos datos cuantifican las respuestas positivas y negativas de los aspectos evaluados en cada uno de los puestos de trabajo.

Tabla 37. Resultados de auditorías 5 S's Junio-Julio 2009

| PUESTO DE TRABAJO | SUBENSAMBLE YUGOS |    | PRENSA 60 TON |     | KNOCK DOWN |    | SOLDADOR HOBART |    | FLEX PRESS |    | PRENSA MANUAL2 |    | PRENSA MANUAL3 |    | TORQUE |    | PRENSA RODAMIENTO UNION |    | ENROSCADORA |    | BALANCEADORA |    | CASETA PINTURA |     |
|-------------------|-------------------|----|---------------|-----|------------|----|-----------------|----|------------|----|----------------|----|----------------|----|--------|----|-------------------------|----|-------------|----|--------------|----|----------------|-----|
|                   | SI                | NO | SI            | NO  | SI         | NO | SI              | NO | SI         | NO | SI             | NO | SI             | NO | SI     | NO | SI                      | NO | SI          | NO | SI           | NO | SI             | NO  |
| SEMANA 1          | 6                 | 1  | 7             | 0   | 6          | 1  | 6               | 1  | 6          | 1  | 5              | 2  | 5              | 2  | 5      | 2  | 4                       | 3  | 5           | 2  | 6            | 1  | 3              | 4   |
| SEMANA 2          | 7                 | 0  | 6             | 1   | 7          | 0  | 6               | 1  | 7          | 0  | 7              | 0  | 7              | 0  | 6      | 1  | 7                       | 0  | 6           | 1  | 7            | 0  | 5              | 2   |
| SEMANA 3          | 7                 | 0  | 7             | 0   | 7          | 0  | 7               | 0  | 7          | 0  | 7              | 0  | 7              | 0  | 7      | 0  | 7                       | 0  | 7           | 0  | 7            | 0  | 7              | 0   |
| SEMANA 4          | 6                 | 1  | 6             | 1   | 7          | 0  | 7               | 0  | 7          | 0  | 7              | 0  | 7              | 0  | 7      | 0  | 7                       | 0  | 7           | 0  | 6            | 1  | 6              | 1   |
| SEMANA 5          | 7                 | 0  | 6             | 1   | 7          | 0  | 7               | 0  | 7          | 0  | 7              | 0  | 7              | 0  | 7      | 0  | 7                       | 0  | 7           | 0  | 7            | 0  | 7              | 0   |
| SEMANA 6          | 7                 | 0  | 6             | 1   | 7          | 0  | 7               | 0  | 7          | 0  | 7              | 0  | 7              | 0  | 7      | 0  | 7                       | 0  | 7           | 0  | 7            | 0  | 7              | 0   |
| TOTAL             | 40                | 2  | 38            | 4   | 41         | 1  | 40              | 2  | 41         | 1  | 40             | 2  | 40             | 2  | 39     | 3  | 39                      | 3  | 39          | 3  | 40           | 2  | 35             | 7   |
|                   | 95%               | 5% | 90%           | 10% | 98%        | 2% | 95%             | 5% | 98%        | 2% | 95%            | 5% | 95%            | 5% | 93%    | 7% | 93%                     | 7% | 93%         | 7% | 95%          | 5% | 83%            | 17% |

Fuente: Autora

A partir de esta información se analiza el porcentaje de cumplimiento (respuesta positiva) a lo largo del periodo de seguimiento para determinar el grado de implementación de los estándares de 5 S's en cada uno de los puestos de trabajo.

En la tabla 38 se resumen el consolidado de estos resultados y se presentan las causas de los porcentajes de incumplimiento de los mismos. La figura 80 relaciona gráficamente el estado de 5 S's de los puestos de trabajo de la línea de ensamble de ejes cardánicos.

Tabla 38. Resumen de resultados

| PUESTO DE TRABAJO       | SI  | NO  | ITEM NEGATIVO                          |
|-------------------------|-----|-----|--|
| SUBENSAMBLE YUGOS       | 95% | 5%  | Area de trabajo limpia                 |
| PRENSA 60 TON           | 90% | 10% | Maquina libre de fugas                 |
| KNOCK DOWN              | 98% | 2%  | Maquina libre de fugas                 |
| SOLDADOR HOBART         | 95% | 5%  | Area de trabajo limpia                 |
| FLEX PRESS              | 98% | 2%  | Maquina libre de fugas                 |
| PRENSA MANUAL2          | 95% | 5%  | Maquina libre de fugas -Ayudas visules |
| PRENSA MANUAL3          | 95% | 5%  | Maquina libre de fugas -Ayudas visules |
| TORQUE                  | 93% | 7%  | Area de trabajo limpia                 |
| PRENSA RODAMIENTO UNION | 93% | 7%  | Area de trabajo limpia                 |
| ENROSCADORA             | 93% | 7%  | Area de trabajo limpia                 |
| BALANCEADORA            | 95% | 5%  | Maquina y Area de trabajo limpia       |
| CASETA PINTURA          | 83% | 17% | Area de trabajo limpia                 |

Fuente: Autora

Figura 80. Gráfica del estado de 5 S's por puesto de trabajo Junio-Julio 2009



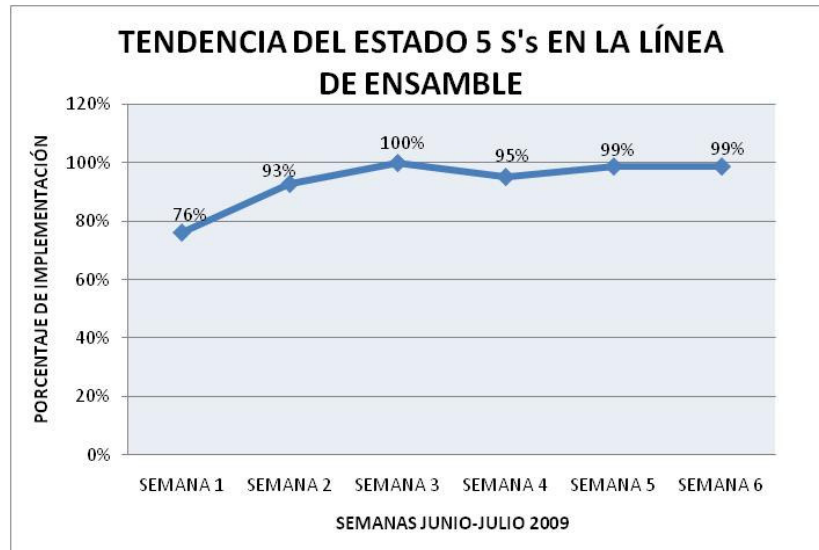
Fuente: Autora

De la gráfica presentada anteriormente se puede decir que los puestos de trabajo, caseta de pintura y prensa de 60 toneladas comparadas con los demás puestos de trabajo, evidencian menor grado de implementación del estado de control de 5 S's, la primera debido a deficiencias en el estado de limpieza del área de trabajo y la segunda debido a la presencia de fugas y residuos en la máquina.

Otra información importante que se puede extraer a partir de los datos presentados en la tabla 24, es determinar la tendencia global del grado de implementación del control del estado de 5 S's en la línea de ensamble. Para esto se analizó el porcentaje de cumplimiento (respuesta positiva) de todos los puestos de trabajo durante cada una de las semanas identificando la fluctuación que se presentó a lo largo del periodo de seguimiento.

En la figura 81 se muestra la tendencia que se presentó a lo largo del periodo de seguimiento, se observó un aumento del grado de implementación del control del estado de 5 s's en la línea durante las tres primeras semanas y su estabilidad en las semanas siguientes.

Figura 81. Tendencia del estado de 5 s's en la línea de ensamble de ejes cardánicos



Fuente: Autora

### 6.3. ANÁLISIS DE INDICADORES DE GESTIÓN

Una vez concluida la etapa de la implementación de las propuestas de mejora se procede a evaluar su impacto en los resultados de los indicadores globales de productividad y eficiencia del proceso de ensamble.

#### 6.3.1. ANÁLISIS DEL INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS

En el proceso de ensamble de ejes cardánicos un primer indicador se denomina productividad cardánes y estima la cantidad de cardánes producidos a partir del consumo total de horas hombre.

$$productividad = \frac{unidades\ producidas}{total\ horas\ Hombre}$$

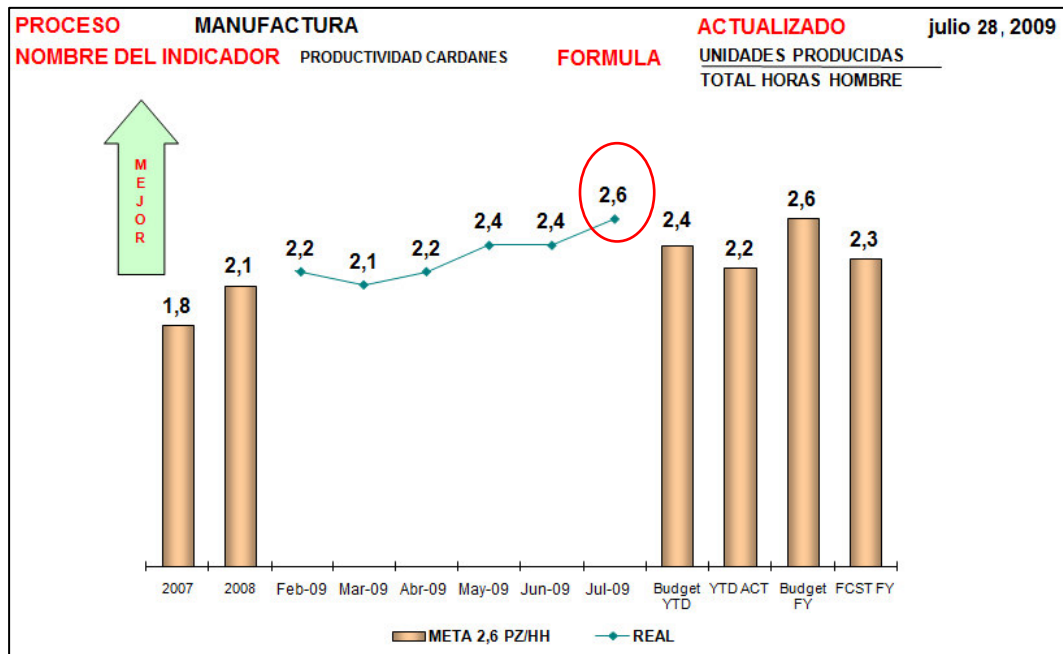
Este indicador tiene una frecuencia diaria de medición y su cálculo está a cargo del asistente de producción. La gráfica presentada en la figura 82 ilustra las

estimaciones acumuladas para los años 2007, 2008 y el seguimiento mensual a lo largo del primer semestre del año 2009.

En ella se relación la estimación del valor acumulado del presupuesto a la fecha del presente año (Budget YTD), el valor acumulado actual del indicador de productividad (YTD ACT), la proyección del valor del presupuesto al final de año (Budget FY) y la proyección del valor del indicador de productividad comparada con la productividad de los años anteriores (FCST FY).

A partir de la información que ofrece la gráfica se puede observar que durante el primer semestre del presente año se muestra una tendencia progresiva en la productividad de la línea de ensamble de ejes cardánicos, lo cual refleja que la implementación de las mejoras sumado a otros factores generaron un impacto positivo en la productividad de la línea de cardanes.

Figura 82. Indicador de productividad línea de ejes cardánicos



Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción

De los resultados del indicador de productividad presentados en la gráfica se puede concluir que la productividad de la línea de ejes cardánicos tiene un aumento a la fecha del 18,2%, es importante anotar que uno de los factores más relevantes en este aumento fue la disminución de la mano de obra directa asociada a la redistribución de cargas de trabajo, relacionada con el balanceo de la línea en donde se redujo de trece a once operarios.

### **6.3.2. ANÁLISIS DEL INDICADOR DE EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS**

Este indicador

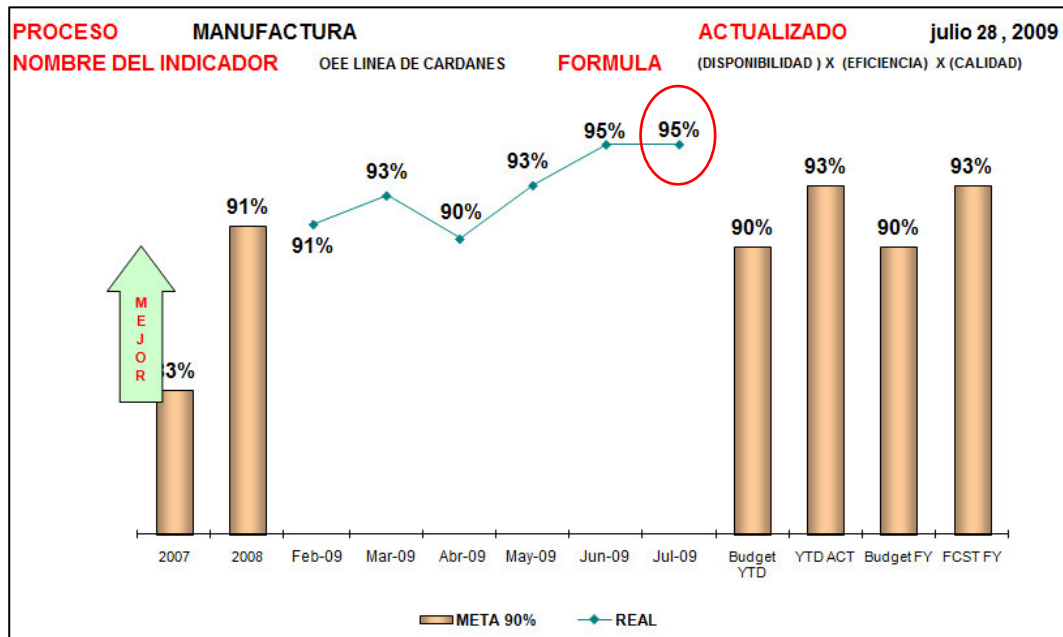
El segundo indicador se denomina eficiencia global del equipo (OEE) y estima la eficiencia, disponibilidad y calidad del recurso restrictivo de la línea de ensamble.

$$OEE = disponibilidad \times eficiencia \times calidad$$

Este indicador tiene una frecuencia diaria de medición y su cálculo está a cargo del asistente de producción. La gráfica presentada en la figura 83 ilustra las estimaciones acumuladas para los años 2007, 2008 y el seguimiento mensual a lo largo del primer semestre del año 2009.

En ella se relación la estimación del valor acumulado del presupuesto a la fecha del presente año (Budget YTD), el valor acumulado actual del indicador de la eficiencia (YTD ACT), la proyección del valor del presupuesto al final de año (Budget FY) y la proyección del valor del indicador de eficiencia comparada con la eficiencia de los años anteriores (FCST FY).

Figura 83. Indicador OEE línea de ejes cardánicos



Fuente: BARRERA, Jhon. Asistente de producción

A partir de la información que ofrece la gráfica se puede observar que durante el primer semestre del presente año se muestra una tendencia progresiva en la eficiencia del recurso restrictivo de la línea de ensamble de ejes cardánicos (Balanceadora), lo cual refleja que la implementación de las mejoras sumado a otros factores generaron un impacto positivo en la eficiencia del mismo.

De los resultados del indicador de OEE presentados en la gráfica se puede concluir que la eficiencia de la línea de ejes cardánicos tiene un aumento a la fecha del 4,3%, es importante anotar que uno de los factores más relevantes en este aumento fue el mantenimiento realizado al equipo por parte del técnico de soporte externo.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

El resultado del análisis porcentual de las cifras de producción del año 2009, evidenció que la familia de cardanes dobles representa el 72% del volumen de producción total de la línea de ejes cardánicos. Con lo que se concluye que la familia de ejes cardánicos dobles es la más representativa en cuanto al volumen de producción de la línea de ensamble.

Como resultado del análisis de capacidad de la línea de ejes cardánicos dobles se obtiene que su capacidad instalada promedio es de 8918,5 piezas/mes. Sin embargo, el porcentaje de utilización de la misma se encuentra por debajo de su máxima capacidad, 33% aproximadamente. Esto debido a la baja demanda que tiene actualmente el sector automotriz, lo cual ha incidido directamente en el sector autopartista.

En el diagnóstico de la línea de ensamble de ejes cardánicos dobles, se concluyó que los principales problemas están representados en la no regulación del suministro de componentes subensamblados, en el alto nivel de acumulación de producto en proceso y el gran número de paradas no planificadas en el recurso restrictivo de la línea.

Asimismo, durante el periodo de análisis se observó que la línea de ejes cardánicos no contaba con los medios de suministro adecuados para el transporte de las piezas generando desorden y mezcla de componentes cuando se van a realizar las operaciones.

Además, se identificó como oportunidad de mejora dentro del programa de 5 S's de la empresa la ausencia de estándares para el control del estado de 5S's en la línea de ensamble de ejes cardánicos.

Durante el periodo de análisis del proceso se determinó que se carecen de criterios para establecer el tamaño del lote de cardánes delanteros y traseros que debe entrar a la línea, de tal manera que se eviten altos niveles de acumulación y las paradas no planificadas en el recurso restrictivo.

La propuesta para estandarizar el tamaño del lote de entrada determinó con base en la simulación del proceso en Promodel, que este debe ser de lotes pares de 30 (cardánes delanteros y traseros) para desarrollar el proceso de un eje cardánico doble, a pesar de que el tiempo promedio de espera aumenta en un 5%, el proceso de ensamble presenta una mayor uniformidad en la ejecución de sus operaciones, esto se ve reflejado en la disminución del nivel de acumulación promedio de producto en proceso en un 17,6% y en la disminución del tiempo total del proceso en un 1%. Datos obtenidos teniendo en cuenta la demanda diaria promedio de 150 ejes/día.

La externalización de las operaciones de subensamble permitió lograr mayor control del proceso, mejorando el suministro de componentes subensamblados, liberando espacio dentro de la línea y garantizando el no suministro de material defectuoso como resultado de la implementación de medidas de control. Asimismo, se encontró que aun cuando el tiempo de los subensambles es mayor en el nuevo proceso se obtuvo una reducción del tiempo total de procesamiento de un eje cardánico doble del 5%, y que al realizar las operaciones de subensamble anticipadamente y tomando este tiempo desde la primera operación del proceso de ensamble se obtiene un ahorro del 31%.

La adquisición de nuevos medios de transporte para realizar el suministro a la línea de ensamble de ejes cardánicos, facilitó la preparación y entrega del material, haciendo esta actividad más eficiente y evitando de esta forma que se presenten problemas en la entrega y manejo de las piezas. Con base en lo anterior, al comparar los desplazamientos del operario de almacén para realizar el suministro de material antes y al finalizar el proyecto, se evidencia que hubo un ahorro del 33% en desplazamientos para el suministro de material a la línea de ejes cardánicos. Asimismo, los tiempos de preparación y suministro de material a la

línea, generaron un ahorro del 13% dado que algunos materiales al finalizar el proyecto pueden utilizar el mismo medio de transporte.

La implementación del estándar de 5s's, permitirá un mayor control del cumplimiento al objetivo por la empresa y fomentará el mejoramiento continuo en sus operaciones, adicionalmente el seguimiento y estandarización del estado correcto de los puestos de trabajo ayudará a alcanzar el nivel 3 de esta herramienta en el proceso clave de manufactura, contribuyendo a mejorar la productividad de la organización, uno de los objetivos planteados en la planeación estratégica del año 2009.

Los indicadores de productividad y OEE presentados a la fecha demuestran que la productividad de la línea de ejes cardánicos tuvo un aumento del 18,2%, y el nivel de eficiencia global del recurso restrictivo aumento en 4,3%, cumpliendo así con el objetivo general.

## 7.2. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las recomendaciones que se sugiere DANA TRANSEJES COLOMBIA deberá seguir para continuar con el mejoramiento continuo del proceso de ensamble:

- Fortalecer el control del suministro de componentes subensamblados a la línea, para asegurar un eficiente desarrollo del proceso de ensamble de ejes cardánicos.
- Mantener la organización de cada uno de los puestos de trabajo en donde se desarrollan las operaciones de ensamble y subensamble, garantizando el buen desempeño de las actividades del proceso.
- Realizar actividades de mantenimiento preventivo a los nuevos medios de suministro, con el fin de garantizar su funcionamiento durante las operaciones de preparación y suministro a la línea de ejes cardánicos.
- Seguir los estándares del control del estado de 5 S's, dado que esto contribuye al mejoramiento continuo del proceso y además se genera mayor participación y compromiso por parte de los operarios de la línea.
- Implementar la estandarización del tamaño de lote de entrada a la línea, tomando medidas en la planeación del proceso de ensamble de la línea de ejes cardánicos, para lograr un flujo estable de producto en proceso y así obtener mejores resultados en su productividad.
- Utilizar la herramienta de simulación en Promodel para analizar diferentes aspectos de los procesos productivos en la planta y definir nuevas medidas que contribuyan a la mejora continua del sistema de manufactura de la empresa.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Richard. AQUILANO, Nicholas. JACOBS, Robert. Administración de Producción y Operaciones. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill, 10 ed.

DANA TRANSEJES COLOMBIA. Página de inicio. en: página oficial Dana transejes Colombia, [en línea], disponible en: <<http://www.transejes.com/>> [citado en enero 6 de 2009]

GARCÍA, Ángel Alonso, Conceptos de organización Industrial. Primera Edición. Marcombo Ediciones Técnicas, 1998.

HARREL, Bateman and Gogg, Mott. System Improvement Using Simulation, 2 ed. Estados Unidos. JMI consulting Group and Promodel Corporation, 1992.

HIRO YUKI, Hirano, Manual para la implementación del JIT, productivity press 1991 Madrid

PROMODEL, User's guide. Promodel Corporation. United States of America 1997.

RIGGS, James I. sistemas de producción, planeación, análisis y control. Wiley. 3 ed. 346 p.

SEPÚLVEDA GÓMEZ, Luz Adriana. Diseño e implementación de mejoras en el suministro de materiales a la línea de ensamble de ejes homocinéticos para transejes s.a. basado en el sistema kanban. uis, 2006.

SHINGO, Shigeo, el sistema de producción Toyota desde el punto de vista de la ingeniería, Madrid 1990.

## Anexo A. Registro de toma de tiempos ejes cardánicos dobles

### Eje Cardánico Doble aplicación NPR

- Toma de tiempos operaciones de subensambles

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                  | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA         |      |      |       |      | OPERACIÓN               |      |                      |          |  |
|---|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------|------|-------|------|-------------------------|------|----------------------|----------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 1 |      |      |       |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO FJO |      |                      |          |  |
|   | FECHA:       | 02-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                 |      |      |       |      |                         |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5               | 6    | 7    | 8     | 9    | 10                      | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el yugo fijo, la cruceta y un dado coloca en la maq    | A            | 4              | 4,2               | 3,97            | 4            | 3,74            | 4,07 | 4    | 4     | 4    | 3,98                    | 4    | 3,9                  | 3,988    |  |
| coloca el dado presiona e introduce la chaveta              | B            | 9              | 9                 | 10              | 7,51         | 9,12            | 9,6  | 10,8 | 10,1  | 15   | 9,24                    | 10   | 8,84                 | 9,851    |  |
| retira y gira el yugo coloca el dado e introduce la chaveta | C            | 11             | 10                | 10,5            | 11,26        | 11,2            | 10   | 12,3 | 10,08 | 11,2 | 10,35                   | 10,2 | 10,43                | 10,710   |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto                 | D            | 5,06           | 5,1               | 4,26            | 5            | 5,01            | 5    | 4,72 | 4,29  | 6,04 | 4,55                    | 5,02 | 4,96                 | 4,918    |  |
| Lleva el yugo fijo a la canasta.                            | E            | 1,23           | 1,1               | 1,34            | 1,3          | 1,32            | 1,2  | 1,02 | 1,02  | 1,07 | 1,04                    | 1,5  | 1,3                  | 1,203    |  |
| Regresa al carro por otro yugo fijo para iniciar ciclo.     | F            | 0,9            | 1                 | 0,7             | 0,88         | 0,87            | 1    | 0,99 | 0,95  | 1    | 0,86                    | 1,06 | 0,9                  | 0,926    |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                 |      |      |       |      |                         |      | tiempo de prom (seg) | 31,60    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                  | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA       |      |      |      |      | OPERACIÓN               |      |                      |          |  |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|------|------|------|------|-------------------------|------|----------------------|----------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA BARMAG |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO FJO |      |                      |          |  |
|   | FECHA:       | 02-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |               |      |      |      |      |                         |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5             | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                      | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el yugo fijo, la cruceta y un dado coloca en la maq    | A            | 3                | 3,52              | 3,34            | 3,1          | 3,5           | 3,22 | 3,4  | 3    | 3,2  | 3                       | 3,2  | 3,6                  | 3,257    |  |
| coloca el dado presiona e introduce la chaveta              | B            | 10               | 7,86              | 11              | 8,11         | 10            | 8    | 9,82 | 9,2  | 7,19 | 7,48                    | 8,53 | 8,4                  | 8,799    |  |
| retira y gira el yugo coloca el dado e introduce la chaveta | C            | 9,86             | 9,2               | 9,02            | 9            | 10            | 9,44 | 10,6 | 8,59 | 9,22 | 9,25                    | 10   | 10,3                 | 9,540    |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto                 | D            | 5,08             | 5,12              | 4               | 5            | 4,5           | 5    | 4,23 | 4,24 | 4,63 | 4,08                    | 4,42 | 4,3                  | 4,55     |  |
| Lleva el yugo fijo a la canasta.                            | E            | 1,2              | 1,32              | 1,88            | 1,5          | 1,6           | 1,9  | 1,63 | 1,8  | 1,7  | 1,65                    | 1,54 | 1,32                 | 1,587    |  |
| Regresa al carro por otro yugo fijo para iniciar ciclo.     | F            | 1,1              | 1,67              | 1               | 1,2          | 0,99          | 1    | 1,12 | 0,97 | 1,15 | 1,4                     | 1,21 | 1,3                  | 1,176    |  |
|   |              |                  |                   |                 |              |               |      |      |      |      |                         |      | tiempo de prom (seg) | 28,91    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                     | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA         |       |      |      |      | OPERACIÓN                      |       |                      |            |  |
|--|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|-------|------|------|------|--------------------------------|-------|----------------------|------------|--|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 1 |       |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO DESLIZANTE |       |                      |            |  |
|  | FECHA:       | 02-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                 |       |      |      |      |                                |       |                      |            |  |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5               | 6     | 7    | 8    | 9    | 10                             | 11    | 12                   | PROMEDIO   |  |
| toma el yugo deslizando, la cruceta y un dado coloca en la maq | A            | 5,33           | 6,2               | 5,13            | 5,3          | 5,11            | 5,23  | 5,3  | 5,1  | 5    | 6,2                            | 6     | 5,23                 | 5,428      |  |
| coloca el dado presiona e introduce la chaveta                 | B            | 10,12          | 10                | 13,09           | 10,5         | 11              | 10    | 11,2 | 11,4 | 10,2 | 12                             | 11,02 | 10,2                 | 10,894     |  |
| retira y gira el yugo coloca el dado e introduce la chaveta    | C            | 13             | 14                | 15              | 17           | 15,6            | 14,22 | 14,3 | 15   | 14   | 12,88                          | 13    | 14                   | 14,333     |  |
| golpea y coloca la pinta indicando que esta correcto           | D            | 2,06           | 1,95              | 2,13            | 2,1          | 2               | 1,98  | 2    | 1,99 | 2,03 | 2                              | 2,1   | 2                    | 2,02833333 |  |
| Lleva el yugo deslizando a la canasta.                         | E            | 1,2            | 1,24              | 1,3             | 1,15         | 1,3             | 1,2   | 1,17 | 1,23 | 1,31 | 1                              | 1,25  | 1,3                  | 1,221      |  |
| Regresa al carro por otro yugo deslizando para iniciar ciclo   | F            | 1              | 1                 | 1               | 1            | 1               | 1     | 1    | 1    | 1    | 1                              | 1     | 1                    | 1,000      |  |
|  |              |                |                   |                 |              |                 |       |      |      |      |                                |       | tiempo de prom (seg) | 34,90      |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                 | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |  |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE TUBOS INSONORIZADOS |      |                      |          |  |
|  | FECHA:       | 09-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el tubo cardánico y lo limpia                         | A            | 3,56             | 4,5               | 4,12            | 3,87         | 4,1     | 4,4  | 5,1  | 3,78 | 5,12 | 5,12                               | 4,6  | 4,52                 | 4,399    |  |
| toma el carton insonorizador lo abre y lo coloca en la can | B            | 4,11             | 3                 | 3,12            | 3,26         | 3,4     | 5    | 4    | 3,2  | 3,41 | 3,12                               | 3,4  | 4                    | 3,880    |  |
| toma el carton abierto y lo introduce en el tubo           | C            | 3,6              | 3,85              | 3,75            | 3,76         | 3,82    | 3,7  | 3,8  | 3,41 | 3,9  | 3,61                               | 3,57 | 3,8                  | 3,714    |  |
| presiona para insonorizar                                  | D            | 1,2              | 1,23              | 1               | 1,15         | 1,3     | 1,11 | 1,33 | 1,22 | 2    | 1,3                                | 1,5  | 1,6                  | 1,437    |  |
|  |              |                  |                   |                 |              |         |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 13,43    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                 | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |  |
|--|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE TUBOS INSONORIZADOS |      |                      |          |  |
|  | FECHA:       | 09-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el tubo cardánico y lo limpia                         | A            | 5,12           | 4,98              | 5               | 5,2          | 6       | 5,77 | 5    | 6    | 5,61 | 4,55                               | 5,19 | 3,98                 | 5,200    |  |
| toma el carton insonorizador lo abre y lo coloca en la can | B            | 4,11           | 3,77              | 3,67            | 4,03         | 4,13    | 5    | 3,76 | 3,8  | 3,29 | 4                                  | 4,22 | 4,21                 | 3,999    |  |
| toma el carton abierto y lo introduce en el tubo           | C            | 4,3            | 5                 | 4,78            | 5,15         | 4,98    | 4,88 | 4,72 | 4,36 | 5,03 | 4,23                               | 4,35 | 5                    | 4,732    |  |
| presiona para insonorizar                                  | D            | 1,2            | 2                 | 1,4             | 1,5          | 1,3     | 1    | 1,2  | 1    | 1,2  | 1,11                               | 1    | 1,2                  | 1,259    |  |
|  |              |                |                   |                 |              |         |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 15,19    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA      |      |       |       |       | OPERACIÓN                                   |       |                      |          |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|------|-------|-------|-------|---|-------|----------------------|----------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA LOGAN |      |       |       |       | 20 SUBENSAMBLE CAUCHO, SOPORTE Y RODAMIENTO |       |                      |          |
|  | FECHA:       | 04-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |              |      |       |       |       |   |       |                      |          |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5            | 6    | 7     | 8     | 9     | 10  | 11    | 12                   | PROMEDIO |
| toma el soporte e introduce el caucho                    | A            | 10,00            | 11,40             | 12,00           | 10,00        | 10,25        | 9,80 | 12,00 | 11,34 | 10,00 | 10,73                                       | 11,00 | 10,20                | 10,727   |
| toma y coloca el soporte, el rodamiento en la prensa     | B            | 4,30             | 5,12              | 6,03            | 5,02         | 5,23         | 5,83 | 5,10  | 5,72  | 6,00  | 5,12  | 6,11  | 5,80                 | 5,395    |
| presiona e introduce el soporte                          | C            | 2,35             | 3,20              | 2,40            | 3,01         | 2,00         | 2,13 | 3,00  | 2,30  | 3,00  | 2,10  | 3,02  | 2,70                 | 2,601    |
| coloca el subensamblado en la mesa y regresa por soporte | D            | 1,00             | 1,10              | 1,20            | 1,07         | 1,00         | 1,06 | 1,00  | 1,21  | 1,02  | 1,00  | 1,12  | 1,20                 | 1,082    |
|  |              |                  |                   |                 |              |              |      |       |       |       |   |       | tiempo de prom (seg) | 19,80    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                          | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA      |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA LOGAN |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE ESPIGA GUARDA POLVO |      |                      |          |
|   | FECHA:       | 04-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |              |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5            | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma la espiga intermedia y el guardapolvo          | A            | 5,12             | 4                 | 4,1             | 4,006        | 5,03         | 4    | 4,56 | 5    | 4    | 4,37                               | 5,12 | 4                    | 4,442    |
| presiona e coloca el guardapolvo                    | B            | 1,98             | 1,9               | 2,03            | 2            | 2,16         | 2,1  | 2,11 | 2,12 | 2,25 | 1,93                               | 2,13 | 2,1                  | 2,068    |
| coloca el subensamblado en un carro e iniciar ciclo | C            | 2,01             | 1                 | 1,67            | 2,23         | 2            | 1,88 | 2    | 1,83 | 2    | 2                                  | 2,01 | 2,06                 | 1,891    |
| Aplicar soldadura a la espiga                       | D            | 6,30             | 6,35              | 6,54            | 6,15         | 6,2          | 6,33 | 6,2  | 6    | 5,97 | 6,2                                | 6,22 | 6,34                 | 6,233    |
|   |              |                  |                   |                 |              |              |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 14,63    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                          | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA      |       |      |      |      | OPERACIÓN                                   |      |                      |          |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|-------|------|------|------|---|------|----------------------|----------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA LOGAN |       |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO DE ACOPLER GUARDA POLVO |      |                      |          |
|   | FECHA:       | 04-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |              |       |      |      |      |   |      |                      |          |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5            | 6     | 7    | 8    | 9    | 10  | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma la yugo de acople y el guardapolvo             | A            | 4,8              | 3,76              | 4,35            | 5            | 4,26         | 5,12  | 4,89 | 4,93 | 5    | 4,8   | 4,9  | 5,1                  | 4,743    |
| presiona e coloca el guardapolvo                    | B            | 2,13             | 2                 | 2,41            | 3            | 2,1          | 2,013 | 1,94 | 2,4  | 2,19 | 2   | 2,3  | 2,14                 | 2,219    |
| coloca el subensamblado en un carro e iniciar ciclo | C            | 1,56             | 1,2               | 1,9             | 2            | 1,97         | 1,8   | 1,78 | 2    | 2,01 | 1,93  | 2    | 1,96                 | 1,843    |
| Aplicar soldadura a la espiga                       | D            | 6,20             | 6,7               | 6,54            | 6,24         | 6,2          | 6,1   | 6,2  | 6    | 6,7  | 6,2   | 6,22 | 6,34                 | 6,303    |
|   |              |                  |                   |                 |              |              |       |      |      |      |   |      | tiempo de prom (seg) | 15,11    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                           | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |      |      |      |      | OPERACIÓN                     |      |                      |          |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|------|------|------|------|-------------------------------|------|----------------------|----------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE KIT RODAMIENTO |      |                      |          |
|  | FECHA:       | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |      |      |      |      |                               |      |                      |          |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                            | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| coloca las espigas intermedia sobre una mesa o carro | A            | 2,4              | 2,43              | 2,5             | 2,6          | 2,31    | 2,7  | 2,8  | 2,36 | 2,44 | 2,58                          | 2,63 | 2,14                 | 2,517    |
| coloca los soportes sobre cada espiga                | B            | 3,8              | 3,67              | 3,85            | 3,52         | 3,77    | 4    | 3,67 | 3,74 | 3,73 | 3,65                          | 3,9  | 3,7                  | 3,750    |
| coloca los yugos sobre el soporte y la espiga        | C            | 3,5              | 3,64              | 3,52            | 3,6          | 3,42    | 3,56 | 3,67 | 3,54 | 3,7  | 3,55                          | 3,7  | 3,6                  | 3,583    |
|  |              |                  |                   |                 |              |         |      |      |      |      |                               |      | tiempo de prom (seg) | 9,85     |

- Toma de tiempos operaciones de ensamble

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                              | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA     |      |      |      |      | OPERACIÓN                        |    |                       |          |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|------|------|------|------|----------------------------------|----|-----------------------|----------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | ESTAMPADORA |      |      |      |      | 27 MARCACIÓN SEGUIMIENTO AL LOTE |    |                       |          |
|   | FECHA:       | 25-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |             |      |      |      |      |                                  |    |                       |          |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5           | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                               | 11 | 12                    | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje delantero y lo limpia             | A            | 2,5              | 2,6               | 2,34            | 2,14         | 3,1         | 2,06 | 2,38 | 2,24 | 2,2  | 2,3                              | 3  | 2,5                   | 2,447    |
| tomo el tubo y lo coloca en la maquina                  | B            | 1,97             | 1,88              | 2               | 2,1          | 2,03        | 1,97 | 2    | 1,86 | 2,04 | 2                                | 2  | 1,9                   | 1,979    |
| realiza la marcación del tubo                           | C            | 3                | 2,94              | 2,67            | 2,92         | 3           | 2,4  | 2,79 | 3,01 | 2,9  | 3                                | 3  | 3                     | 2,886    |
| Lleva el eje delantero al carro.                        | D            | 1                | 1,9               | 1,6             | 1,95         | 1,1         | 2    | 1,7  | 1,89 | 1,85 | 1,82                             | 2  | 1,98                  | 1,733    |
| Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo. | E            | 1,3              | 1                 | 0,87            | 0,99         | 1           | 0,97 | 0,9  | 1    | 0,99 | 0,8                              | 1  | 1                     | 0,985    |
|   |              |                  |                   |                 |              |             |      |      |      |      |                                  |    | tiempo de ciclo (seg) | 10,03    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                      | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA             |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA 60 TONELADAS |      |      |      |      | 30 ENSAMBLE DE COMPONENTES AL TUBO |      |                      |          |
|   | FECHA:       | 25-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                     |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5                   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje delantero y coloca los componentes (yugo) | A            | 8,86             | 8,9               | 8,76            | 7,78         | 8,1                 | 8    | 8,16 | 9    | 7,97 | 8                                  | 8,2  | 7,32                 | 8,254    |
| inicia ciclo de la prensa de 60 ton                             | B            | 5,6              | 6,03              | 6,2             | 6            | 6                   | 5,47 | 6,04 | 6,11 | 5,06 | 6                                  | 6    | 4,7                  | 5,768    |
| Lleva el eje delantero a la siguiente operación.                | C            | 2,23             | 3,01              | 3               | 2,03         | 2,06                | 2    | 2,4  | 3    | 2,71 | 2,9                                | 2,53 | 2,45                 | 2,527    |
| Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo.         | D            | 0,9              | 1                 | 1,1             | 1            | 1,03                | 0,97 | 1    | 1,04 | 1    | 1                                  | 1,03 | 1                    | 1,0058   |
|   |              |                  |                   |                 |              |                     |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 17,55    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | PRENSA 60 TONELADAS | OPERACIÓN |       |      | 30 ENSAMBLE DE COMPONENTES AL TUBO  |          |       |                      |       |          |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------|---------|---------------------|-----------|-------|------|-------------------------------------|----------|-------|----------------------|-------|----------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 25-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje trasero y coloca los componentes (yugo) |              | A                | 10,14             | 10,2            | 10,78        | 9,86  | 11      | 10,04               | 9,76      | 10,55 | 9,83 | 10,2                                | 7,95     | 10,12 | 10,036               |       |          |
| inicia ciclo de la prensa de 60 ton                           |              | B                | 6,7               | 5,84            | 6,17         | 6,11  | 7       | 5,7                 | 6,73      | 5,82  | 6,2  | 6,07                                | 6,01     | 7     | 6,279                |       |          |
| Lleva el eje delantero a la siguiente operación.              |              | C                | 2,5               | 3,01            | 2,94         | 2,4   | 3       | 2,3                 | 2,66      | 2,5   | 2,19 | 2,34                                | 2,64     | 2,45  | 2,578                |       |          |
| Regresa por tubo para eje trasero para iniciar ciclo.         |              | D                | 1,22              | 1,46            | 1,3          | 0,99  | 1,15    | 1,4                 | 1         | 1,21  | 1,2  | 1,4                                 | 1,01     | 1     | 1,195                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 20,09 |          |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | KNOCK DOWN          | OPERACIÓN |       |      | 40 PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN        |          |       |                      |       |          |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 26-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el eje delantero y lo coloca en la maquina               |              | A                | 5                 | 5               | 6            | 6,28  | 5       | 5,03                | 4,5       | 5,22  | 6,44 | 5,78                                | 6        | 5     | 5,438                |       |          |
| realiza el pre-enderizado                                     |              | B                | 16,5              | 9,2             | 11           | 10,34 | 8       | 15,6                | 7,6       | 12    | 11,6 | 9                                   | 10       | 11,4  | 11,020               |       |          |
| Lleva el eje delantero al siguiente carro.                    |              | C                | 3                 | 3,55            | 3,02         | 3,5   | 2,66    | 3                   | 3,7       | 3     | 3,46 | 3                                   | 3,2      | 3     | 3,174                |       |          |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.              |              | D                | 1,1               | 1               | 0,97         | 1,12  | 1       | 1,2                 | 1         | 1     | 1,11 | 1                                   | 1        | 1,12  | 1,052                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 20,68 |          |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | KNOCK DOWN          | OPERACIÓN |       |      | 40 PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN        |          |       |                      |       |          |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 26-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el eje trasero y lo coloca en la maquina                 |              | A                | 4,12              | 5,11            | 5            | 4,02  | 4,75    | 5,6                 | 5         | 5,2   | 5,15 | 5,31                                | 6        | 5,2   | 5,038                |       |          |
| realiza el pre-enderizado                                     |              | B                | 8                 | 8,9             | 8,02         | 7,56  | 7,91    | 8                   | 10        | 7,78  | 8    | 7,89                                | 7,57     | 8     | 8,136                |       |          |
| Lleva el eje trasero al siguiente carro.                      |              | C                | 2,74              | 3               | 2,66         | 3,5   | 3       | 3,21                | 3,11      | 3,4   | 3,6  | 3                                   | 3        | 2,37  | 3,049                |       |          |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.                |              | D                | 2,1               | 2,4             | 2            | 2,03  | 2,11    | 2,4                 | 2,5       | 1,92  | 1,99 | 2,01                                | 2        | 2     | 2,122                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 18,35 |          |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | SOLDADOR HOBART     | OPERACIÓN |       |      | 50 SOLDADURA DE COMPONENTES AL TUBO |          |       |                      |       |          |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 26-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el eje delantero y lo coloca en el soldador              |              | A                | 7,1               | 6,4             | 6,51         | 6,7   | 6,78    | 6,14                | 6,03      | 6,31  | 7,2  | 7                                   | 6,4      | 7     | 6,631                |       |          |
| inicia el ciclo de soldadura                                  |              | B                | 19                | 19              | 18,5         | 19    | 20      | 18                  | 19        | 18,2  | 19   | 18,54                               | 20       | 19,2  | 18,955               |       |          |
| Retira y lleva el eje delantero al carro de enfriamiento.     |              | C                | 6,02              | 6,1             | 5,95         | 6     | 5,62    | 6,2                 | 6         | 6,27  | 6    | 6,63                                | 6        | 6     | 6,066                |       |          |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.              |              | D                | 2,11              | 2,2             | 2,36         | 2     | 2,34    | 2,33                | 2,4       | 2,25  | 2    | 2,1                                 | 2,3      | 2     | 2,199                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 33,85 |          |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | SOLDADOR HOBART     | OPERACIÓN |       |      | 50 SOLDADURA DE COMPONENTES AL TUBO |          |       |                      |       |          |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 26-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el eje trasero y lo coloca en el soldador                |              | A                | 7                 | 7,64            | 7            | 6,12  | 6       | 6,3                 | 6,24      | 7     | 6,4  | 6,11                                | 7        | 6,8   | 6,634                |       |          |
| inicia el ciclo de soldadura                                  |              | B                | 22                | 21,78           | 22           | 22    | 18      | 20                  | 20        | 21    | 22   | 22                                  | 20       | 21    | 20,982               |       |          |
| Retira y lleva el eje trasero al carro de enfriamiento.       |              | C                | 6                 | 6,5             | 6            | 5,32  | 6,99    | 5,21                | 6,2       | 6,01  | 5,87 | 6                                   | 6        | 6     | 6,008                |       |          |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.                |              | D                | 3                 | 2,64            | 2,77         | 3     | 3,2     | 3,01                | 3         | 2,24  | 2,7  | 3                                   | 3        | 3,2   | 2,897                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 36,52 |          |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                    | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | FLEX PRESS          | OPERACIÓN |       |      | 60 ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN      |          |       |                      |       |          |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                     |           |       | 11   | 12                                  | PROMEDIO |       |                      |       |          |
|   | FECHA:       | 02-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 | 1            | 2     | 3       | 4                   | 5         | 6     | 7    | 8                                   | 9        | 10    | 11                   | 12    | PROMEDIO |
| toma el eje delantero y lo coloca en la prensa                |              | A                | 8                 | 9               | 11           | 13    | 9       | 9                   | 12        | 8,2   | 8,4  | 9                                   | 8        | 9     | 9,467                |       |          |
| realiza el enderezado final del eje                           |              | B                | 7                 | 11              | 10           | 32    | 7       | 18                  | 17        | 17    | 16,4 | 18                                  | 10       | 9     | 14,367               |       |          |
| Lleva el eje delantero al carro de enfriamiento.              |              | C                | 5                 | 5               | 4,6          | 4,8   | 4       | 5,06                | 6         | 5,3   | 4,6  | 5,7                                 | 6        | 5,77  | 5,153                |       |          |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.              |              | D                | 3,5               | 3,03            | 2,9          | 3     | 2,79    | 2,7                 | 3         | 3,4   | 3,22 | 3,7                                 | 3,5      | 3     | 3,145                |       |          |
|   |              |                  |                   |                 |              |       |         |                     |           |       |      |                                     |          |       | tiempo de prom (seg) | 32,13 |          |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                     | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA    |    |      |      |     | OPERACIÓN                      |                      |          |      |        |
|--|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|------------|----|------|------|-----|--------------------------------|----------------------|----------|------|--------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | FLEX PRESS |    |      |      |     | 60 ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN |                      |          |      |        |
|  | FECHA:       | 02-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              | 6          | 7  | 8    | 9    | 10  | 11                             | 12                   | PROMEDIO |      |        |
| ELEMENTOS                                      |              | MUESTRAS       |                   |                 |              |            |    |      |      |     |                                |                      |          |      |        |
| toma el eje trasero y lo coloca en la prensa   |              | A              | 11                | 11              | 10           | 14         | 8  | 9,4  | 10,2 | 12  | 11                             | 8                    | 8        | 10   | 10,217 |
| realiza el enderezado final del eje            |              | B              | 36                | 18              | 9            | 41         | 22 | 35   | 14   | 19  | 10,66                          | 28                   | 18       | 9    | 21,638 |
| Lleva el eje trasero al carro de enfriamiento. |              | C              | 5                 | 5,12            | 5,2          | 4          | 5  | 5,1  | 4,52 | 4,3 | 5                              | 4                    | 5        | 5    | 4,770  |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo. |              | D              | 3                 | 2,97            | 3,4          | 3,11       | 3  | 2,88 | 3,1  | 3   | 3,05                           | 2,91                 | 3        | 3,08 | 3,04   |
|  |              |                |                   |                 |              |            |    |      |      |     |                                | tiempo de prom (seg) | 39,67    |      |        |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA           |      |      |       |      | OPERACIÓN                          |                       |          |     |        |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|------|------|-------|------|------------------------------------|-----------------------|----------|-----|--------|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA RODAMIENTO |      |      |       |      | 70 TORQUE TUERCA AJUSTE RODAMIENTO |                       |          |     |        |
|   | FECHA:       | 25-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              | 6                 | 7    | 8    | 9     | 10   | 11                                 | 12                    | PROMEDIO |     |        |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS         |                   |                 |              |                   |      |      |       |      |                                    |                       |          |     |        |
| toma el eje delantero y colocarlo en la prensa            |              | A                | 6,97              | 7,03            | 7,00         | 7,52              | 6,83 | 6,80 | 6,70  | 5,20 | 6,21                               | 6                     | 6        | 7   | 6,605  |
| colocar la arandela y tuerca                              |              | B                | 7,02              | 6,93            | 7,57         | 7,02              | 7,14 | 7,46 | 7,36  | 7,20 | 7,28                               | 7,21                  | 7,03     | 7   | 7,185  |
| Con la pistola introduce los tornillos y aplica el torque |              | C                | 10                | 9               | 11,02        | 10,24             | 10   | 9,75 | 10,40 | 9,23 | 10                                 | 9,86                  | 10       | 10  | 10,025 |
| ajusta y retira el eje                                    |              | D                | 3,54              | 4,10            | 4,20         | 4,56              | 4    | 3,94 | 4,60  | 4,33 | 3,99                               | 4                     | 3,98     | 4   | 4,103  |
| Lleva el eje delantero al empalme                         |              | E                | 8,66              | 7,68            | 8            | 7,50              | 8,34 | 8,70 | 7,70  | 7,43 | 7,24                               | 8,04                  | 8        | 7,9 | 7,9325 |
| Regresa por otro eje delantero para iniciar ciclo.        |              | F                | 7,54              | 8               | 7,84         | 7,90              | 7,66 | 7,47 | 6,90  | 7,30 | 7                                  | 7,18                  | 7        | 7,8 | 7,483  |
|   |              |                  |                   |                 |              |                   |      |      |       |      |                                    | tiempo de ciclo (seg) | 43,33    |     |        |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                             | APLICACIÓN:  | NPR              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA         |      |      |      |      | OPERACIÓN                      |                       |          |      |       |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------|------|------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|------|-------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 3 |      |      |      |      | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (BRDA) |                       |          |      |       |
|  | FECHA:       | 25-feb-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              | 6               | 7    | 8    | 9    | 10   | 11                             | 12                    | PROMEDIO |      |       |
| ELEMENTOS  |              | MUESTRAS         |                   |                 |              |                 |      |      |      |      |                                |                       |          |      |       |
| Toma el eje delantero                                  |              | A                | 4,03              | 5,36            | 4,57         | 5,38            | 4,25 | 4,22 | 4,66 | 5,1  | 4,71                           | 4                     | 5        | 4,2  | 4,623 |
| coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y presiona |              | B                | 6                 | 7,64            | 7,18         | 6,23            | 6,74 | 7,15 | 6,44 | 6,9  | 6,7                            | 6,5                   | 7        | 6,85 | 6,778 |
| Introduce chaveta y gira el eje                        |              | C                | 6                 | 5,66            | 5,2          | 6,21            | 5,95 | 6,74 | 5,3  | 6,4  | 5,33                           | 4,59                  | 6,12     | 5    | 5,708 |
| coloca el dado y presiona e introduce la otra chaveta. |              | D                | 7,74              | 7               | 6,4          | 7,12            | 7,1  | 7,68 | 7,5  | 8,2  | 7,6                            | 7,2                   | 8        | 7,36 | 7,408 |
| coloca la pinta indicando que esta correcto            |              | E                | 5,67              | 5,11            | 4,21         | 4               | 4,32 | 4,36 | 4,59 | 5,8  | 4,2                            | 4,11                  | 4        | 4,23 | 4,55  |
| Lleva ejedelantero al siguiente carro.                 |              | F                | 5                 | 4,22            | 3,59         | 3,46            | 4    | 4,59 | 3,58 | 4,24 | 3,47                           | 3,75                  | 4        | 4,22 | 4,010 |
| Regresa al carro por eje delantero para iniciar ciclo. |              | G                | 4                 | 6               | 5,69         | 5,14            | 5,16 | 6,12 | 6,25 | 5,48 | 5,2                            | 5,4                   | 6        | 5,34 | 5,482 |
|  |              |                  |                   |                 |              |                 |      |      |      |      |                                | tiempo de ciclo (seg) | 38,56    |      |       |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                             | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA         |      |      |      |      | OPERACIÓN                      |                       |          |      |       |
|--|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------|------|------|------|--------------------------------|-----------------------|----------|------|-------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 2 |      |      |      |      | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (BRDA) |                       |          |      |       |
|  | FECHA:       | 25-feb-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              | 6               | 7    | 8    | 9    | 10   | 11                             | 12                    | PROMEDIO |      |       |
| ELEMENTOS  |              | MUESTRAS       |                   |                 |              |                 |      |      |      |      |                                |                       |          |      |       |
| Toma el eje trasero y lo ubica en la prensa            |              | A              | 2,57              | 3,25            | 3,12         | 4,2             | 3,58 | 3,67 | 4,05 | 3,98 | 3,75                           | 3,96                  | 4        | 4    | 3,678 |
| coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y presiona |              | B              | 8,24              | 8               | 7,25         | 7,93            | 6,43 | 8,36 | 8,15 | 9,02 | 7,68                           | 8,54                  | 9,3      | 8    | 8,08  |
| Introduce chaveta y gira el eje                        |              | C              | 6,58              | 6,35            | 8,57         | 7,22            | 7,65 | 6,35 | 3,52 | 5,42 | 5,31                           | 5,67                  | 6        | 6,57 | 6,27  |
| coloca el dado y presiona e introduce la otra chaveta. |              | D              | 8,29              | 10,15           | 9,25         | 7,36            | 10,1 | 9,52 | 9,74 | 9,32 | 9,54                           | 10                    | 11       | 9,76 | 9,50  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto            |              | E              | 3,65              | 3,12            | 2,25         | 3,1             | 2,96 | 3,87 | 3,12 | 2,68 | 3,25                           | 2,63                  | 2,99     | 3    | 3,05  |
| Lleva eje trasero al siguiente carro.                  |              | F              | 6,32              | 5,62            | 7,49         | 7,26            | 7,38 | 5,6  | 8,45 | 6,23 | 6,48                           | 7,38                  | 3        | 3    | 6,184 |
| Regresa al carro por eje trasero para iniciar ciclo.   |              | G              | 0,56              | 0,89            | 0,7          | 1,2             | 0,95 | 1,15 | 0,92 | 0,76 | 1,65                           | 1,1                   | 1        | 1,14 | 1,002 |
|  |              |                |                   |                 |              |                 |      |      |      |      |                                | tiempo de ciclo (seg) | 37,76    |      |       |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                 | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |      |      |       |      | OPERACIÓN                                 |                       |          |      |       |
|--|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------------------|------|------|-------|------|---|-----------------------|----------|------|-------|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | DESPUES DE PRENSA MANUAL 2 |      |      |       |      | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (YUGO DESLIZANTE) |                       |          |      |       |
|  | FECHA:       | 25-feb-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              | 6                          | 7    | 8    | 9     | 10   | 11  | 12                    | PROMEDIO |      |       |
| ELEMENTOS  |              | MUESTRAS       |                   |                 |              |                            |      |      |       |      |   |                       |          |      |       |
| Toma el yugo deslizando del carro y lo prueba en la espiga |              | A              | 9,20              | 10,40           | 8,00         | 8,69                       | 8,23 | 9,23 | 9,12  | 8,67 | 8,90                                      | 9,00                  | 8        | 8,25 | 8,808 |
| engrasa la espiga deslizando                               |              | B              | 6,00              | 6,00            | 5,12         | 6,12                       | 5,93 | 6,19 | 6,00  | 5,89 | 5,00                                      | 6,10                  | 6        | 5,73 | 5,84  |
| introduce el yugo deslizando                               |              | C              | 11,00             | 9,30            | 9,00         | 10,00                      | 9,20 | 9,11 | 10,00 | 9,57 | 10,15                                     | 9,00                  | 10       | 9,55 | 9,66  |
| manualmente enrosca la tapa                                |              | D              | 5,01              | 4,85            | 6,12         | 5,22                       | 5,88 | 6,30 | 5,90  | 5,32 | 6,00                                      | 5,28                  | 6        | 5,8  | 5,64  |
| Regresa al carro por yugo deslizando para iniciar ciclo.   |              | E              | 1,90              | 1,88            | 1,65         | 1,70                       | 1,76 | 2,00 | 1,53  | 1,70 | 2,02                                      | 1,68                  | 2        | 1,7  | 1,79  |
|  |              |                |                   |                 |              |                            |      |      |       |      |   | tiempo de ciclo (seg) | 31,74    |      |       |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    |      |       |      |      | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                     |       |      |      | OPERACIÓN  |            |  |
|---|--------------|----------------|-------------------|------|-------|------|------|-----------------|--------------|-----------------------------|-------|------|------|--|------------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: |      |       |      |      | SEGUNDOS        | 1            | ENROSCADORA                 |       |      |      | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (ENROSCADO TAPA AL YUGO) |            |  |
|   | FECHA:       | 25-feb-09      | LÍNEA:            |      |       |      |      | EJES CARDÁNICOS |              |                             |       |      |      |  |            |  |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS       | 1                 | 2    | 3     | 4    | 5    | 6               | 7            | 8                           | 9     | 10   | 11   | 12   | PROMEDIO   |  |
| Toma el eje trasero del carro y lo acomoda en la maquina          |              | A              | 9,6               | 12   | 9,45  | 10   | 12,3 | 13,22           | 9            | 8,9                         | 8,1   | 9,3  | 8    | 8,25   | 9,841      |  |
| realiza el enroscado de la tapa                                   |              | B              | 8,2               | 7,88 | 8     | 8,05 | 7,23 | 8               | 8,61         | 9                           | 8     | 7,7  | 6    | 5,73   | 7,70       |  |
| retira el eje trasero y lo lleva de nuevo al carro                |              | C              | 5,31              | 5    | 5,3   | 4,97 | 6    | 5,22            | 6            | 5,34                        | 5,68  | 6    | 10   | 9,55   | 6,20       |  |
| Regresa al carro por eje trasero para iniciar ciclo.              |              | D              | 3                 | 2,64 | 3     | 3,08 | 3    | 3               | 2,7          | 3,12                        | 3     | 3,24 | 6    | 5,8  | 3,53       |  |
|   |              |                |                   |      |       |      |      |                 |              |                             |       |      |      | tiempo de ciclo (seg)                            | 27,27      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    |      |       |      |      | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                     |       |      |      | OPERACIÓN  |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: |      |       |      |      | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA RODAMIENTO/ MANUAL 2 |       |      |      | 85 UNION DE CARDÁN DELANTERO Y TRASERO           |            |  |
|   | FECHA:       | 25-feb-09      | LÍNEA:            |      |       |      |      | EJES CARDÁNICOS |              |                             |       |      |      |  |            |  |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS       | 1                 | 2    | 3     | 4    | 5    | 6               | 7            | 8                           | 9     | 10   | 11   | 12   | PROMEDIO   |  |
| Toma el eje delantero y trasero y los ubica en la prensa          |              | A              | 15,02             | 14,2 | 16,31 | 11   | 13   | 10              | 11           | 14,22                       | 12,25 | 13   | 12   | 11,02  | 12,752     |  |
| Coloca el dabo, la abrazadera y los tornillos                     |              | B              | 14                | 15   | 16    | 14   | 17   | 19              | 14           | 21                          | 15,1  | 15   | 16   | 16   | 16,008     |  |
| Con la pistola introduce los tornillos y aplica el torque         |              | C              | 12                | 10   | 11    | 10   | 10   | 12              | 12           | 13                          | 12,7  | 12   | 12   | 13   | 11,642     |  |
| Coloca la pinta indicando que esta correcto el ensamble y gira    |              | D              | 6,33              | 7    | 6     | 6    | 6    | 7               | 7            | 8                           | 7,3   | 8    | 8    | 7  | 6,97       |  |
| Coloca el dabo, la abrazadera y los tornillos                     |              | E              | 13,2              | 14   | 13    | 15   | 17   | 11              | 16           | 14                          | 15    | 16   | 15   | 15   | 14,52      |  |
| Con la pistola introduce los tornillos y aplica el torque         |              | F              | 10,34             | 11   | 12    | 10   | 12   | 11              | 13           | 12                          | 11    | 12,8 | 11   | 12   | 11,512     |  |
| Coloca la pinta indicando que esta correcto el ensamble           |              | G              | 4,07              | 4    | 5     | 4    | 3,26 | 4               | 4            | 4                           | 4     | 4    | 4    | 4  | 4,028      |  |
| Retira y Lleva eje doble al siguiente carro.                      |              | H              | 3,85              | 4    | 4     | 4    | 4    | 4               | 4            | 4                           | 4     | 4    | 4    | 4  | 3,988      |  |
| Regresa al carro por eje delantero para iniciar ciclo.            |              | I              | 1,98              | 2    | 2     | 2    | 2    | 2               | 2            | 2                           | 2     | 2    | 2    | 2  | 1,998      |  |
|   |              |                |                   |      |       |      |      |                 |              |                             |       |      |      | tiempo de ciclo (seg)                            | 83,41      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    |      |       |      |      | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                     |       |      |      | OPERACIÓN  |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: |      |       |      |      | SEGUNDOS        | 1            | BALANCEADORA II             |       |      |      | 90 BALANCEO DEL CARDÁN                           |            |  |
|   | FECHA:       | 02-mar-09      | LÍNEA:            |      |       |      |      | EJES CARDÁNICOS |              |                             |       |      |      |  |            |  |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS       | 1                 | 2    | 3     | 4    | 5    | 6               | 7            | 8                           | 9     | 10   | 11   | 12   | PROMEDIO   |  |
| Toma el cardan doble del carro y lo ubica en la balanceadora      |              | A              | 19                | 19   | 20    | 21   | 20,3 | 19,5            | 20           | 18,5                        | 20,2  | 19,7 | 2    | 17,36  | 18,049     |  |
| Inicia el ciclo de maquinado                                      |              | B              | 55                | 85   | 64    | 90   | 87   | 71              | 92           | 75                          | 62    | 80   | 93,4 | 84   | 78,200     |  |
| Retira el cardan de la maquina y lo lleva al siguiente carro      |              | C              | 9                 | 7,92 | 9,7   | 8,6  | 11   | 10,11           | 9,03         | 8,72                        | 9,3   | 8,44 | 12   | 10   | 9,485      |  |
| Regresa al carro por cardan doble para iniciar ciclo.             |              | D              | 4                 | 3,26 | 3,02  | 4,12 | 2,99 | 2,31            | 3            | 4,01                        | 3,4   | 3,6  | 3,8  | 4  | 3,45916667 |  |
|   |              |                |                   |      |       |      |      |                 |              |                             |       |      |      | tiempo de ciclo (seg)                            | 109,19     |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | NPPE           | OBSERVADO POR:    |      |       |      |      | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                     |       |      |      | OPERACIÓN  |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: |      |       |      |      | SEGUNDOS        | 1            | CASETA DE PINTURA           |       |      |      | 100 LAVADO Y PINTURA                             |            |  |
|   | FECHA:       | 02-mar-09      | LÍNEA:            |      |       |      |      | EJES CARDÁNICOS |              |                             |       |      |      |  |            |  |
| ELEMENTOS   |              | MUESTRAS       | 1                 | 2    | 3     | 4    | 5    | 6               | 7            | 8                           | 9     | 10   | 11   | 12   | PROMEDIO   |  |
| Toma el cardan doble del carro y lo llevan a la caseta de pintura |              | A              | 8,2               | 7,54 | 9     | 7,64 | 7,8  | 7,25            | 8,2          | 7                           | 7,3   | 8,2  | 8    | 8  | 7,844      |  |
| Inicia el lavado y pintura del cardan                             |              | B              | 56                | 57   | 54    | 55,6 | 60   | 41              | 49           | 53                          | 49    | 62   | 67   | 51   | 54,550     |  |
| Retira el cardan de la caseta y lo lleva a la mesa de secado      |              | C              | 9                 | 9,45 | 10    | 8,22 | 9    | 10,03           | 6,78         | 9,34                        | 8,63  | 8,7  | 10   | 9,76   | 9,076      |  |
| Regresa al carro por cardan doble para iniciar ciclo.             |              | D              | 7,64              | 9,5  | 6,65  | 6,2  | 6,3  | 6,97            | 6,6          | 5,6                         | 6,14  | 7,1  | 7    | 6,55   | 6,854      |  |
|   |              |                |                   |      |       |      |      |                 |              |                             |       |      |      | tiempo de ciclo (seg)                            | 78,32      |  |

Fuente: Autora

- Resumen tiempos de ciclo operaciones de subensamble eje cardánico doble NPR

| APLICACIÓN:      |        | NPR   |                                   |                   | OBSERVADO POR: |       | ANGIE ROBLES JEREZ |  |
|------------------|--------|---|-----------------------------------|-------------------|----------------|-------|--------------------|--|
| CARDAN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 1:                                | SUBENSAMBLE YUGO FIJO             |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 3,99                              | 31,60             | 20%            | 100%  | 37,92              | toma el yugo fijo, la cruceta y un dado co   |
|                  |        | E2  | 9,85                              |                   |                |       |                    | coloca el dado presiona e introduce la ch    |
|                  |        | E3  | 10,71                             |                   |                |       |                    | retira y gira el yugo coloca el dado e intro |
|                  |        | E4  | 4,92                              |                   |                |       |                    | coloca la pinta indicando que esta correc    |
|                  |        | E5  | 1,20                              |                   |                |       |                    | Lleva el yugo fijo a la canasta.             |
| E6               | 0,93   | Regresa al carro por otro yugo fijo para ir |                                   |                   |                |       |                    |  |
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 1:                                | SUBENSAMBLE YUGO FIJO             |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 3,26                              | 28,91             | 20%            | 100%  | 34,69              | toma el yugo fijo, la cruceta y un dado co   |
|                  |        | E2  | 8,80                              |                   |                |       |                    | coloca el dado presiona e introduce la ch    |
|                  |        | E3  | 9,54                              |                   |                |       |                    | retira y gira el yugo coloca el dado e intro |
|                  |        | E4  | 4,55                              |                   |                |       |                    | coloca la pinta indicando que esta correc    |
|                  |        | E5  | 1,59                              |                   |                |       |                    | Lleva el yugo fijo a la canasta.             |
| E6               | 1,18   | Regresa al carro por otro yugo fijo para ir |                                   |                   |                |       |                    |  |
| CARDAN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 1:                                | SUBENSAMBLE YUGO DESLIZANTE       |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 5,43                              | 34,90             | 20%            | 100%  | 41,89              | toma el yugo deslizante, la cruceta y un c   |
|                  |        | E2  | 10,89                             |                   |                |       |                    | coloca el dado presiona e introduce la ch    |
|                  |        | E3  | 14,33                             |                   |                |       |                    | retira y gira el yugo coloca el dado e intro |
|                  |        | E4  | 2,03                              |                   |                |       |                    | golpea y coloca la pinta indicando que es    |
|                  |        | E5  | 1,22                              |                   |                |       |                    | Lleva el yugo deslizante a la canasta.       |
| E6               | 1,00   | Regresa al carro por otro yugo deslizante   |                                   |                   |                |       |                    |  |
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:                                | SUBENSAMBLE INSONORIZADOR         |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 4,40                              | 13,43             | 20%            | 100%  | 16,12              | toma el tubo cardánico y lo limpia           |
|                  |        | E2  | 3,88                              |                   |                |       |                    | toma el carton insonorizador lo abre y lo c  |
|                  |        | E3  | 3,71                              |                   |                |       |                    | toma el carton abierto y lo introduce en e   |
| E4               | 1,44   | presiona para insonorizar                   |                                   |                   |                |       |                    |  |
| CARDAN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:                                | SUBENSAMBLE INSONORIZADOR         |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 5,20                              | 15,19             | 20%            | 100%  | 18,23              | toma el tubo cardánico y lo limpia           |
|                  |        | E2  | 4,00                              |                   |                |       |                    | toma el carton insonorizador lo abre y lo c  |
|                  |        | E3  | 4,73                              |                   |                |       |                    | toma el carton abierto y lo introduce en e   |
| E4               | 1,26   | presiona para insonorizar                   |                                   |                   |                |       |                    |  |
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:                                | SUBENSAMBLE KIT RODAMIENTO CETRAL |                   |                |       |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                   | TIEMPOS                           | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO     | VALOR | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                  |
|                  |        | E1  | 23,77                             | 71,27             | 20%            | 100%  | 85,53              | Subensamble caucho, soporte y rodamie        |
|                  |        | E2  | 17,56                             |                   |                |       |                    | Subensamble espiga guardapolvo               |
|                  |        | E3  | 18,13                             |                   |                |       |                    | Subensamble yugo de acople guardapolv        |
| E4               | 11,82  | Armar manualmente el kit de rodamiento      |                                   |                   |                |       |                    |  |

- Resumen tiempos de ciclo operaciones de ensamble eje cardánico NPR

|                  |        | APLICACIÓN:   |         | NPR                                      |            |      | OBSERVADO POR: |                   | ANGIE ROBLES JEREZ |       |   |
|------------------|--------|---|---------|--|------------|------|----------------|-------------------|--------------------|-------|---|
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 1:  |         | MARCACIÓN DEL TUBO (SEGUIMIENTO LOTE)    |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 2,45    | 10,03                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 12,04 | toma el tubo para eje delantero y lo limpia               |
|                  |        | E2  | 1,98    |  |            |      |                |                   |                    |       | tomo el tubo y lo coloca en la maquina                    |
|                  |        | E3  | 2,89    |  |            |      |                |                   |                    |       | realiza la marcación del tubo                             |
|                  |        | E4  | 1,73    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero al carro.                          |
| E5               | 0,99   | Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo. |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:  |         | ENSAMBLE DE COMPONENTES                  |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 8,25    | 17,55                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 21,07 | toma el tubo para eje delantero y coloca los componentes  |
|                  |        | E2  | 5,77    |  |            |      |                |                   |                    |       | inicia ciclo de la prensa de 60 ton                       |
|                  |        | E3  | 2,53    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero a la siguiente operación.          |
| E4               | 1,01   | Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo. |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:  |         | ENSAMBLE DE COMPONENTES                  |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 10,04   | 20,09                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 24,11 | toma el tubo para eje trasero y coloca los componentes    |
|                  |        | E2  | 6,28    |  |            |      |                |                   |                    |       | inicia ciclo de la prensa de 60 ton                       |
|                  |        | E3  | 2,58    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero a la siguiente operación.          |
| E4               | 1,20   | Regresa por tubo para eje trasero para iniciar ciclo.   |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 3:  |         | PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN                |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 5,44    | 20,68                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 24,82 | toma el eje delantero y lo coloca en la maquina           |
|                  |        | E2  | 11,02   |  |            |      |                |                   |                    |       | realiza el pre-enderezado                                 |
|                  |        | E3  | 3,17    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero al siguiente carro.                |
| E4               | 1,05   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.        |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 3:  |         | PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN                |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 5,04    | 18,35                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 22,01 | toma el eje trasero y lo coloca en la maquina             |
|                  |        | E2  | 8,14    |  |            |      |                |                   |                    |       | realiza el pre-enderezado                                 |
|                  |        | E3  | 3,05    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje trasero al siguiente carro.                  |
| E4               | 2,12   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.          |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 4:  |         | SOLDADURA DE COMPONENTES                 |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 6,63    | 33,85                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 40,62 | toma el eje delantero y lo coloca en el soldador          |
|                  |        | E2  | 18,96   |  |            |      |                |                   |                    |       | inicia el ciclo de soldadura                              |
|                  |        | E3  | 6,07    |  |            |      |                |                   |                    |       | Retira y lleva el eje delantero al carro de enfriamiento  |
| E4               | 2,20   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.        |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 4:  |         | SOLDADURA DE COMPONENTES                 |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 6,63    | 36,52                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 43,83 | toma el eje trasero y lo coloca en el soldador            |
|                  |        | E2  | 20,98   |  |            |      |                |                   |                    |       | inicia el ciclo de soldadura                              |
|                  |        | E3  | 6,01    |  |            |      |                |                   |                    |       | Retira y lleva el eje trasero al carro de enfriamiento    |
| E4               | 2,90   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.          |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 5:  |         | ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN              |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 9,47    | 32,13                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 38,56 | toma el eje delantero y lo coloca en la prensa            |
|                  |        | E2  | 14,37   |  |            |      |                |                   |                    |       | realiza el enderezado final del eje                       |
|                  |        | E3  | 5,15    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero al carro de enfriamiento.          |
| E4               | 3,15   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.        |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 5:  |         | ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN              |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 10,22   | 39,67                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 47,60 | toma el eje trasero y lo coloca en la prensa              |
|                  |        | E2  | 21,64   |  |            |      |                |                   |                    |       | realiza el enderezado final del eje                       |
|                  |        | E3  | 4,77    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje trasero al carro de enfriamiento.            |
| E4               | 3,04   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.          |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 6:  |         | TORQUE EN TUERCA DE AJUSTE DE RODAMIENTO |            |      | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN        |       |   |
|                  |        | ELEMENTOS   | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg)                        | SUPLEMENTO |      |                |                   |                    |       |   |
|                  |        | E1  | 6,61    | 43,33                                    | 20%        | 100% |                |                   |                    | 52,00 | toma el eje delantero y colocarlo en la prensa            |
|                  |        | E2  | 7,19    |  |            |      |                |                   |                    |       | colocar la arandela y tuerca                              |
|                  |        | E3  | 10,02   |  |            |      |                |                   |                    |       | Con la pistola introduce los tornillos y aplica el torque |
|                  |        | E4  | 4,10    |  |            |      |                |                   |                    |       | ajusta y retira el eje                                    |
|                  |        | E5  | 7,93    |  |            |      |                |                   |                    |       | Lleva el eje delantero al empalme                         |
| E6               | 7,48   | Regresa por otro eje delantero para iniciar ciclo.      |         |  |            |      |                |                   |                    |       |   |

| CÓDIGO           | OPERACIÓN 7:  | ENSAMBLE DE COMPONENTES (YUGO BRIDA)      |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|------------------|---------------|---|---------|-------------------|------------|-------|-------------------|--|
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN DELANTERO | OP 80         | E1  | 4,62    | 35,12             | 20%        | 100%  | 42,14             | Toma el eje delantero                              |
|                  |               | E2  | 6,78    |                   |            |       |                   | coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y g    |
|                  |               | E3  | 5,71    |                   |            |       |                   | Introduce chaveta y gira el eje                    |
|                  |               | E4  | 7,41    |                   |            |       |                   | coloca el dado y presiona e introduce la otra c    |
|                  |               | E5  | 4,55    |                   |            |       |                   | coloca la pinta indicando que esta correcto        |
|                  |               | E6  | 4,01    |                   |            |       |                   | Lleva ejedelantero al siguiente carro.             |
|                  |               | E7  | 2,04    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por eje delantero para iniciar    |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 7:  | ENSAMBLE DE COMPONENTES (YUGO BRIDA)      |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN TRASERO   | OP 80         | E1  | 3,68    | 37,76             | 20%        | 100%  | 45,31             | Toma el eje trasero y lo ubica en la prensa        |
|                  |               | E2  | 8,08    |                   |            |       |                   | coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y g    |
|                  |               | E3  | 6,27    |                   |            |       |                   | Introduce chaveta y gira el eje                    |
|                  |               | E4  | 9,50    |                   |            |       |                   | coloca el dado y presiona e introduce la otra c    |
|                  |               | E5  | 3,05    |                   |            |       |                   | coloca la pinta indicando que esta correcto        |
|                  |               | E6  | 6,18    |                   |            |       |                   | Lleva eje trasero al siguiente carro.              |
|                  |               | E7  | 1,00    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por eje trasero para iniciar c    |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 7:  | ENSAMBLE DE COMPONENTES (ENROSCADO)       |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN TRASERO   | OP 80         | E1  | 9,84    | 27,27             | 20%        | 100%  | 32,73             | Toma el eje trasero del carro y lo acomoda en      |
|                  |               | E2  | 7,70    |                   |            |       |                   | realiza el enroscado de la tapa                    |
|                  |               | E3  | 6,20    |                   |            |       |                   | retira el eje trasero y lo lleva de nuevo al carro |
|                  |               | E4  | 3,53    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por eje trasero para iniciar c    |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 8:  | EMPALME Y UNIÓN DE CARDANES               |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN DOBLE     | OP 85         | E1  | 12,75   | 83,41             | 20%        | 100%  | 100,10            | Toma el eje delantero y trasero y los ubica en     |
|                  |               | E2  | 16,01   |                   |            |       |                   | Coloca el dabo, la abrazadera y los tornillos      |
|                  |               | E3  | 11,64   |                   |            |       |                   | Con la pistola introduce los tornillos y aplica e  |
|                  |               | E4  | 6,97    |                   |            |       |                   | Coloca la pinta indicando que esta correcto el     |
|                  |               | E5  | 14,52   |                   |            |       |                   | Coloca el dabo, la abrazadera y los tornillos      |
|                  |               | E6  | 11,51   |                   |            |       |                   | Con la pistola introduce los tornillos y aplica e  |
|                  |               | E7  | 4,03    |                   |            |       |                   | Coloca la pinta indicando que esta correcto el     |
|                  |               | E8  | 3,99    |                   |            |       |                   | Retira y Lleva eje doble al siguiente carro.       |
|                  |               | E9  | 2,00    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por eje delantero para iniciar    |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 9:  | BALANCEO DEL EJE CARDANICO DOBLE          |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN DOBLE     | OP 90         | E1  | 18,05   | 109,19            | 20%        | 100%  | 131,03            | Toma el cardan doble del carro y lo ubica en la    |
|                  |               | E2  | 78,20   |                   |            |       |                   | Inicia el ciclo de maquinado                       |
|                  |               | E3  | 9,49    |                   |            |       |                   | Retira el cardan de la maquina y lo lleva al sig   |
|                  |               | E4  | 3,46    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por cardan doble para iniciar     |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 10: | LAVADO Y PINTURA DEL EJE CARDANICO DOBLE  |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN DOBLE     | OP 100        | E1  | 7,84    | 78,32             | 20%        | 100%  | 93,99             | Toma el cardan doble del carro y lo llevan a la    |
|                  |               | E2  | 54,55   |                   |            |       |                   | Inicia el lavado y pintura del cardan              |
|                  |               | E3  | 9,08    |                   |            |       |                   | Retira el cardan de la caseta y lo lleva a la me   |
|                  |               | E4  | 6,85    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por cardan doble para iniciar     |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 7:  | ENSAMBLE DE COMPONENTES (YUGO DESLIZANTE) |         |                   |            |       |                   | DESCRIPCIÓN  |
|                  |               | ELEMENTOS                                 | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) |  |
| CARDÁN TRASERO   | OP 80         | E1  | 8,81    | 31,74             | 20%        | 100%  | 38,09             | Toma el yugo deslizando del carro y lo prueba      |
|                  |               | E2  | 5,84    |                   |            |       |                   | engrasa la espiga deslizando                       |
|                  |               | E3  | 9,66    |                   |            |       |                   | introduce el yugo deslizando                       |
|                  |               | E4  | 5,64    |                   |            |       |                   | manualmente enrosca la tapa                        |
|                  |               | E5  | 1,79    |                   |            |       |                   | Regresa al carro por yugo deslizando para inic     |
|                  |               |   |         |                   |            |       |                   |  |

## Eje Cardánico Doble aplicación I-190

- Toma de tiempos operaciones de subensables

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                  | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA         |      |      |       |      | OPERACIÓN                |     |                      |          |  |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|------|------|-------|------|--------------------------|-----|----------------------|----------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 1 |      |      |       |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO FUJO |     |                      |          |  |
|   | FECHA:       | 09-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                 |      |      |       |      |                          |     |                      |          |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5               | 6    | 7    | 8     | 9    | 10                       | 11  | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el yugo fijo, la cruceta y un dado coloca en la maq    | A            | 4                | 3,87              | 4               | 3,72         | 4,12            | 4    | 4,2  | 4,11  | 4    | 3,89                     | 4,2 | 3,98                 | 4,008    |  |
| coloca el dado presiona e introduce la chaveta              | B            | 9                | 10,02             | 10,11           | 10           | 11,08           | 10,3 | 11,1 | 10,17 | 10,5 | 10                       | 11  | 10                   | 10,273   |  |
| retira y gira el yugo coloca el dado e introduce la chaveta | C            | 12,2             | 12                | 12,3            | 11,2         | 9,23            | 10   | 12,6 | 12    | 11,9 | 11,64                    | 10  | 11,02                | 11,341   |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto                 | D            | 5,45             | 4,23              | 5               | 4,5          | 5,21            | 4,11 | 5    | 4,76  | 5    | 5,31                     | 5,2 | 5                    | 4,898    |  |
| Lleva el yugo fijo a la canasta.                            | E            | 1,23             | 1,25              | 1,26            | 1,2          | 1,19            | 1,3  | 1,21 | 1,22  | 1,3  | 1,28                     | 1,3 | 1,25                 | 1,249    |  |
| Regresa al carro por otro yugo fijo para iniciar ciclo.     | F            | 1                | 1,02              | 1,2             | 1            | 0,97            | 1    | 1    | 1     | 1    | 1                        | 1   | 1                    | 1,016    |  |
|   |              |                  |                   |                 |              |                 |      |      |       |      |                          |     | tiempo de prom (seg) | 32,78    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                  | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA       |      |      |       |      | OPERACIÓN                |      |                      |            |  |
|---|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|---------------|------|------|-------|------|--------------------------|------|----------------------|------------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA BARMAG |      |      |       |      | 20 SUBENSAMBLE YUGO FUJO |      |                      |            |  |
|   | FECHA:       | 09-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |               |      |      |       |      |                          |      |                      |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5             | 6    | 7    | 8     | 9    | 10                       | 11   | 12                   | PROMEDIO   |  |
| toma el yugo fijo, la cruceta y un dado coloca en la maq    | A            | 4              | 3,87              | 4               | 3,42         | 4,12          | 4    | 4,2  | 3,8   | 4    | 3,89                     | 3,2  | 3,6                  | 3,842      |  |
| coloca el dado presiona e introduce la chaveta              | B            | 9              | 10,02             | 10,11           | 10           | 11,08         | 10,3 | 11,1 | 10,17 | 10,5 | 10                       | 8,53 | 8,6                  | 9,951      |  |
| retira y gira el yugo coloca el dado e introduce la chaveta | C            | 8,76           | 7,88              | 9,02            | 9            | 10            | 7,84 | 10,6 | 8,59  | 8,22 | 9,25                     | 10   | 9,2                  | 9,030      |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto                 | D            | 5,45           | 4,23              | 5               | 4,5          | 5,21          | 4,11 | 5    | 4,76  | 5    | 5,31                     | 4,42 | 4,3                  | 4,77416667 |  |
| Lleva el yugo fijo a la canasta.                            | E            | 1,23           | 1,25              | 1               | 1,2          | 1,09          | 1,3  | 1,06 | 1,22  | 1,3  | 1,28                     | 1,54 | 1,32                 | 1,2325     |  |
| Regresa al carro por otro yugo fijo para iniciar ciclo.     | F            | 1              | 1,02              | 1,2             | 1            | 0,97          | 1    | 1    | 1     | 1    | 1                        | 1    | 1,21                 | 1,3        |  |
|   |              |                |                   |                 |              |               |      |      |       |      |                          |      | tiempo de prom (seg) | 29,89      |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |  |
|---|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE TUBOS INSONORIZADOS |      |                      |          |  |
|   | FECHA:       | 09-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el tubo cardánico y lo limpia                        | A            | 4,7              | 4,5               | 4,12            | 4,34         | 4,1     | 4,48 | 5,1  | 4,33 | 5,15 | 5,12                               | 4,6  | 4,52                 | 4,588    |  |
| toma el carton insonorizador lo abre y lo coloca en la ca | B            | 4,11             | 3,77              | 3,12            | 3,26         | 3,4     | 4,89 | 4,2  | 3,88 | 3,41 | 3,32                               | 3,72 | 4                    | 3,757    |  |
| toma el carton abierto y lo introduce en el tubo          | C            | 3,78             | 3,85              | 3,75            | 3,76         | 3,82    | 3,7  | 3,8  | 3,41 | 3,9  | 3,61                               | 3,57 | 3,8                  | 3,729    |  |
| presiona para insonorizar                                 | D            | 1,2              | 1,23              | 1               | 1,15         | 1,3     | 1,11 | 1,33 | 1,22 | 2    | 1,3                                | 1,5  | 1,6                  | 1,328    |  |
|   |              |                  |                   |                 |              |         |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 13,40    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |       |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |  |
|---|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|-------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |       |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE TUBOS INSONORIZADOS |      |                      |          |  |
|   | FECHA:       | 09-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |       |      |      |      |                                    |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6     | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma el tubo cardánico y lo limpia                        | A            | 4,8            | 3,76              | 4,35            | 5            | 4,26    | 5,12  | 4,89 | 4,93 | 5    | 4,8                                | 4,9  | 5,1                  | 4,743    |  |
| toma el carton insonorizador lo abre y lo coloca en la ca | B            | 2,13           | 2                 | 2,41            | 3            | 2,1     | 2,013 | 1,94 | 2,4  | 2,19 | 2                                  | 2,3  | 2,14                 | 2,219    |  |
| toma el carton abierto y lo introduce en el tubo          | C            | 1,56           | 1,2               | 1,9             | 2            | 1,97    | 1,8   | 1,78 | 2    | 2,01 | 1,93                               | 2    | 1,96                 | 1,843    |  |
| presiona para insonorizar                                 | D            | 6,20           | 6,7               | 6,54            | 6,24         | 6,2     | 6,1   | 6,2  | 7    | 6,7  | 6,2                                | 6,22 | 6,34                 | 6,387    |  |
|   |              |                |                   |                 |              |         |       |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 15,19    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                       | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA      |      |      |      |      | OPERACIÓN                          |      |                      |          |  |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA LOGAN |      |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE ESPIGA GUARDA POLVO |      |                      |          |  |
|  | FECHA:       | 04-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |              |      |      |      |      |                                    |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5            | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                                 | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| toma la espiga intermedia y el guardapolvo       | A            | 5,12             | 4                 | 4,1             | 4,006        | 5,03         | 4    | 4,56 | 5    | 4    | 4,37                               | 5,12 | 4                    | 4,442    |  |
| presiona e coloca el guardapolvo                 | B            | 1,98             | 1,9               | 2,03            | 2            | 2,16         | 2,1  | 2,11 | 2,12 | 2,25 | 1,93                               | 2,13 | 2,1                  | 2,068    |  |
| coloca el subensamble en un carro e inciar ciclo | C            | 2,01             | 1                 | 1,67            | 2,23         | 2            | 1,88 | 2    | 1,83 | 2    | 2                                  | 2,01 | 2,06                 | 1,891    |  |
| Aplicar soldadura a la espiga                    | D            | 6,30             | 6,35              | 6,54            | 6,15         | 6,2          | 6,33 | 6,2  | 6    | 5,97 | 6,2                                | 6,22 | 6,34                 | 6,233    |  |
|  |              |                  |                   |                 |              |              |      |      |      |      |                                    |      | tiempo de prom (seg) | 14,63    |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                           | APLICACIÓN:  | I-190            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA |     |      |      |      | OPERACIÓN                     |      |                      |          |  |
|--|--------------|------------------|-------------------|-----------------|--------------|---------|-----|------|------|------|-------------------------------|------|----------------------|----------|--|
|  | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | MANUAL  |     |      |      |      | 20 SUBENSAMBLE KIT RODAMIENTO |      |                      |          |  |
|  | FECHA:       | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |         |     |      |      |      |                               |      |                      |          |  |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS     | 1                | 2                 | 3               | 4            | 5       | 6   | 7    | 8    | 9    | 10                            | 11   | 12                   | PROMEDIO |  |
| coloca las espigas intermedia sobre una mesa o carro | A            | 2,4              | 2,43              | 2,5             | 2,6          | 2,31    | 2,7 | 2,8  | 2,36 | 2,44 | 2,58                          | 2,63 | 2,45                 | 2,517    |  |
| coloca los soportes con rodamiento sobre cada espiga | B            | 3,8              | 3,67              | 3,85            | 3,52         | 3,77    | 4   | 3,67 | 3,74 | 3,73 | 3,65                          | 3,9  | 3,7                  | 3,750    |  |
|  |              |                  |                   |                 |              |         |     |      |      |      |                               |      | tiempo de prom (seg) | 6,27     |  |

- Toma de tiempos operaciones de ensamble

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
|--|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------|---------------------|-------------|------|-------------------------------------|---------------------------------|------|----------------------|----------|
|  | DESCRIPCIÓN:     | CARDÁN DELANTERO |                   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |      | 1                   | ESTAMPADORA |      |                                     | 27 MARCACIONSEGUIMIENTO AL LOTE |      |                      |          |
|  | FECHA:           | 04-mar-09        |                   | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |      |                     | 6           | 7    | 8                                   | 9                               | 10   | 11                   | 12       |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje delantero y lo limpia              | A                | 2,8              | 3                 | 3                 | 2,41            | 2,2  | 2,36                | 3           | 2,84 | 3                                   | 2,6                             | 3    | 2,44                 | 2,721    |
| tomo el tubo y lo coloca en la maquina                   | B                | 2                | 1,88              | 2                 | 2,1             | 3    | 1,97                | 2,09        | 1,86 | 2,04                                | 2,1                             | 2,1  | 2                    | 2,095    |
| realiza la marcación del tubo                            | C                | 3                | 2,45              | 2,55              | 2,92            | 3    | 2,4                 | 2,79        | 3,01 | 2,9                                 | 3,1                             | 2,62 | 3                    | 2,812    |
| Lleva el eje delantero al carro.                         | D                | 1,65             | 2                 | 1,8               | 1,95            | 2,1  | 2                   | 1,7         | 1,89 | 1,85                                | 2,12                            | 2    | 1,81                 | 1,906    |
| Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo.  | E                | 1,3              | 1                 | 0,97              | 0,99            | 1,3  | 1,25                | 1,05        | 1,1  | 1,12                                | 1,33                            | 1    | 1                    | 1,118    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 10,65    |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
| DESCRIPCIÓN:   | CARDÁN DELANTERO |                  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 | 1    | PRENSA 60 TONELADAS |             |      | 30 ENSAMBLE DE COMPONENTES AL TUBO  |                                 |      |                      |          |
| FECHA:   | 04-mar-09        |                  | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |      | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje delantero y coloca los componentes | A                | 8,2              | 8,23              | 8                 | 8,26            | 7,85 | 8                   | 8,23        | 8    | 7,59                                | 8                               | 7,95 | 8,12                 | 8,036    |
| inicia ciclo de la prensa de 60 ton                      | B                | 4,34             | 5,39              | 4,35              | 5               | 4,98 | 5                   | 4,12        | 5,06 | 5,1                                 | 4,94                            | 5,01 | 4,72                 | 4,834    |
| Lleva el eje delantero a la siguiente operación.         | C                | 2,6              | 2,3               | 2,78              | 2,5             | 2,37 | 3                   | 2,9         | 2,1  | 2,8                                 | 2,75                            | 2,64 | 2,45                 | 2,599    |
| Regresa por tubo para eje delantero para iniciar ciclo.  | D                | 1                | 1                 | 1                 | 0,9             | 1,1  | 1,05                | 1           | 1    | 1                                   | 1                               | 1,01 |                      | 1,005    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 16,47    |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
| DESCRIPCIÓN:   | CARDÁN TRASERO   |                  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 | 1    | PRENSA 60 TONELADAS |             |      | 30 ENSAMBLE DE COMPONENTES AL TUBO  |                                 |      |                      |          |
| FECHA:   | 04-mar-09        |                  | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |      | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el tubo para eje trasero y coloca los componentes   | A                | 9                | 9,2               | 10,02             | 10              | 9,6  | 9                   | 10,3        | 9,43 | 10,22                               | 10                              | 9,68 | 9,67                 | 9,677    |
| inicia ciclo de la prensa de 60 ton                      | B                | 3,45             | 4,4               | 4                 | 3,8             | 4,21 | 4                   | 3,5         | 4    | 3,56                                | 4                               | 3,8  | 4                    | 3,893    |
| Lleva el eje delantero a la siguiente operación.         | C                | 2                | 2                 | 2                 | 2               | 2    | 2,12                | 2,1         | 2    | 2,11                                | 2                               | 2    | 2,06                 | 2,033    |
| Regresa por tubo para eje trasero para iniciar ciclo.    | D                | 1,93             | 2                 | 1,8               | 1,91            | 1,7  | 2                   | 2           | 1,95 | 2                                   | 1,98                            | 2    | 1,98                 | 1,938    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 17,54    |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
| DESCRIPCIÓN:   | CARDÁN TRASERO   |                  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 | 1    | KNOCK DOWN          |             |      | 40 PRE-ENDEREZA DO DEL CARDÁN       |                                 |      |                      |          |
| FECHA:   | 04-mar-09        |                  | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |      | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el eje trasero y lo coloca en la maquina            | A                | 5,34             | 5,2               | 6                 | 6,23            | 6    | 5,15                | 5           | 6,9  | 5,54                                | 6                               | 5    | 5,2                  | 5,630    |
| realiza el pre-enderizado                                | B                | 9                | 8                 | 9,5               | 11              | 7    | 8                   | 7,6         | 8    | 7,75                                | 8                               | 7,57 | 7,8                  | 8,268    |
| Lleva el eje trasero al siguiente carro.                 | C                | 2,1              | 3,02              | 2,7               | 2               | 2,1  | 2                   | 3           | 2,3  | 1,68                                | 1,97                            | 3    | 2,37                 | 2,353    |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.           | D                | 1                | 1                 | 2,4               | 1,9             | 2    | 2                   | 1,62        | 2    | 2                                   | 1,8                             | 1,65 | 2                    | 1,781    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 18,03    |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
| DESCRIPCIÓN:   | CARDÁN DELANTERO |                  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 | 1    | KNOCK DOWN          |             |      | 40 PRE-ENDEREZA DO DEL CARDÁN       |                                 |      |                      |          |
| FECHA:   | 04-mar-09        |                  | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |      | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el eje delantero y lo coloca en la maquina          | A                | 4,52             | 4,33              | 5,03              | 4               | 5,01 | 4                   | 4,25        | 5    | 4,43                                | 5                               | 4,5  | 5                    | 4,589    |
| realiza el pre-enderizado                                | B                | 8,32             | 10                | 9                 | 7,2             | 10   | 8,22                | 9,12        | 8,7  | 8,6                                 | 9                               | 8,75 | 9,12                 | 8,836    |
| Lleva el eje delantero al siguiente carro.               | C                | 3,2              | 2,54              | 2                 | 3,12            | 2,7  | 3                   | 3,2         | 3,45 | 3,14                                | 3,2                             | 3,4  | 2,95                 | 2,992    |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.         | D                | 1                | 1                 | 1,03              | 1               | 0,78 | 1,2                 | 1           | 1    | 0,95                                | 1                               | 1    | 1                    | 0,997    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 17,41    |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                               | APLICACIÓN:      | I-190            |                   | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |      | PIEZAS/CICLO        | MAQUINA     |      |                                     | OPERACIÓN                       |      |                      |          |
| DESCRIPCIÓN:   | CARDÁN TRASERO   |                  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 | 1    | SOLDADOR HOBART     |             |      | 50 SOLDADURA DE COMPONENTES AL TUBO |                                 |      |                      |          |
| FECHA:   | 05-mar-09        |                  | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |      | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| ELEMENTOS  | MUESTRAS         | 1                | 2                 | 3                 | 4               | 5    | 6                   | 7           | 8    | 9                                   | 10                              | 11   | 12                   | PROMEDIO |
| toma el eje trasero y lo coloca en el soldador           | A                | 6,2              | 5,7               | 7                 | 6,32            | 5,88 | 6                   | 7           | 7,75 | 6                                   | 6,3                             | 7    | 8                    | 6,596    |
| inicia el ciclo de soldadura                             | B                | 15               | 13                | 16                | 15              | 17   | 15                  | 17          | 15   | 15                                  | 16                              | 17   | 16                   | 15,583   |
| Retira y lleva el eje trasero al carro de enfriamiento.  | C                | 6                | 7                 | 6                 | 7,33            | 8    | 8,21                | 7           | 8,11 | 7,6                                 | 7                               | 7,3  | 8                    | 7,296    |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.           | D                | 2                | 2                 | 2                 | 2,15            | 2,4  | 2                   | 2,32        | 2    | 2,5                                 | 2,5                             | 2,6  | 2                    | 2,206    |
|  |                  |                  |                   |                   |                 |      |                     |             |      |                                     |                                 |      | tiempo de prom (seg) | 31,68    |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:      | I-190             | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | SOLDADOR HOBART   | OPERACIÓN |       |          |          | 50 SOLDADURA DE COMPONENTES AL TUBO |            |  |
|---|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------|---------|-------------------|-----------|-------|----------|----------|-------------------------------------|------------|--|
|   | DESCRIPCIÓN:     | CARDÁN DELANTERO  | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        |              |       |         |                   | 11        | 12    | PROMEDIO |          |                                     |            |  |
|   | FECHA:           | 05-mar-09         | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |       |         |                   |           |       |          |          |                                     |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS         | 1                 | 2                 | 3               | 4            | 5     | 6       | 7                 | 8         | 9     | 10       | 11       | 12                                  | PROMEDIO   |  |
| toma el eje delantero y lo coloca en el soldador          | A                | 5                 | 5,03              | 4,97            | 4,8          | 5     | 4,5     | 5,18              | 5         | 5,2   | 6,4      | 5,2      | 4,93                                | 5,101      |  |
| inicia el ciclo de soldadura                              | B                | 17                | 16,7              | 16              | 16           | 16,46 | 17      | 16,7              | 18        | 17,43 | 16,3     | 17       | 17                                  | 16,799     |  |
| Retira y lleva el eje delantero al carro de enfriamiento. | C                | 5,22              | 6,2               | 5               | 7,04         | 6,27  | 6       | 5,8               | 6         | 5,61  | 6        | 5,43     | 6                                   | 5,881      |  |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.          | D                | 2,13              | 2                 | 2,11            | 2            | 1,97  | 2,2     | 1,78              | 2         | 2     | 2        | 2        | 2                                   | 2,016      |  |
|   |                  |                   |                   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          | tiempo de prom (seg)                | 29,80      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:      | I-190             | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | FLEX PRESS        | OPERACIÓN |       |          |          | 60 ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN      |            |  |
| DESCRIPCIÓN:  | CARDÁN TRASERO   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 |              |       |         |                   |           | 11    | 12       | PROMEDIO |                                     |            |  |
| FECHA:  | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          |                                     |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS         | 1                 | 2                 | 3               | 4            | 5     | 6       | 7                 | 8         | 9     | 10       | 11       | 12                                  | PROMEDIO   |  |
| toma el eje trasero y lo coloca en la prensa              | A                | 8,12              | 11                | 12,3            | 16           | 9     | 10,04   | 10                | 12        | 11    | 9        | 10,2     | 9,2                                 | 10,655     |  |
| realiza el enderezado final del eje                       | B                | 16,7              | 25                | 16              | 31           | 32    | 35      | 14                | 20        | 12,19 | 13       | 20       | 31                                  | 22,158     |  |
| Lleva el eje trasero al carro de enfriamiento.            | C                | 5                 | 7                 | 5,2             | 4            | 7     | 6,1     | 5,52              | 4,3       | 6     | 4        | 4,3      | 4                                   | 5,202      |  |
| Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.            | D                | 4                 | 3                 | 3,2             | 3,1          | 3     | 3,8     | 3,1               | 3         | 3,05  | 3,2      | 3        | 3,21                                | 3,22       |  |
|   |                  |                   |                   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          | tiempo de prom (seg)                | 41,24      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:      | I-190             | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | FLEX PRESS        | OPERACIÓN |       |          |          | 60 ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN      |            |  |
| DESCRIPCIÓN:  | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 |              |       |         |                   |           | 11    | 12       | PROMEDIO |                                     |            |  |
| FECHA:  | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          |                                     |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS         | 1                 | 2                 | 3               | 4            | 5     | 6       | 7                 | 8         | 9     | 10       | 11       | 12                                  | PROMEDIO   |  |
| toma el eje delantero y lo coloca en la prensa            | A                | 8                 | 7,2               | 7               | 10           | 8     | 9,35    | 6,3               | 7         | 8     | 8        | 7,3      | 6,8                                 | 7,746      |  |
| realiza el enderezado final del eje                       | B                | 17                | 26,7              | 21              | 53           | 28    | 31      | 29                | 17        | 14    | 18       | 26       | 9                                   | 24,142     |  |
| Lleva el eje delantero al carro de enfriamiento.          | C                | 6                 | 6,3               | 5,82            | 7,25         | 6     | 7       | 5,23              | 6,12      | 7,33  | 6        | 7        | 8,4                                 | 6,538      |  |
| Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo.          | D                | 2,7               | 3                 | 2,98            | 3            | 2,4   | 3,15    | 3,7               | 3         | 2,94  | 2,7      | 3        | 3                                   | 2,96416667 |  |
|   |                  |                   |                   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          | tiempo de prom (seg)                | 41,39      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:      | I-190             | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | PRENSA RODAMIENTO | OPERACIÓN |       |          |          | 70 TORQUE TUERCA AJUSTE RODAMIENTO  |            |  |
| DESCRIPCIÓN:  | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 |              |       |         |                   |           | 11    | 12       | PROMEDIO |                                     |            |  |
| FECHA:  | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          |                                     |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS         | 1                 | 2                 | 3               | 4            | 5     | 6       | 7                 | 8         | 9     | 10       | 11       | 12                                  | PROMEDIO   |  |
| toma el eje delantero y colocarlo en la prensa            | A                | 10                | 11                | 11              | 11           | 10,5  | 14      | 9                 | 11        | 12    | 11       | 12       | 8                                   | 10,875     |  |
| colocar la arandela y tuerca                              | B                | 8                 | 8,71              | 7,3             | 14           | 8     | 10      | 8,1               | 9,12      | 9     | 9        | 8,3      | 10                                  | 9,128      |  |
| Con la pistola introduce los tornillos y aplica el torque | C                | 7,9               | 8,2               | 7,6             | 10           | 8,55  | 7,3     | 9,8               | 10        | 8,4   | 10       | 9        | 8                                   | 8,729      |  |
| ajusta y retira el eje                                    | D                | 12                | 10                | 11,2            | 10           | 9,2   | 10,34   | 10                | 13        | 12    | 11       | 12       | 9,85                                | 10,88      |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto el ensamble   | E                | 3,52              | 4                 | 5,36            | 3,4          | 4     | 4,22    | 5,3               | 4,2       | 4,21  | 4,3      | 5        | 5                                   | 4,38       |  |
| Lleva el eje delantero al empalme                         | F                | 8                 | 6                 | 7               | 8,12         | 5,23  | 5       | 6,22              | 6,42      | 5,6   | 5        | 6,3      | 6                                   | 6,241      |  |
| Regresa por otro eje delantero para iniciar ciclo.        | G                | 2                 | 2,12              | 2,6             | 2            | 2,7   | 2,4     | 2                 | 2,3       | 2,39  | 2,4      | 2,6      | 2,8                                 | 2,359      |  |
|   |                  |                   |                   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          | tiempo de ciclo (seg)               | 52,59      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA                                | APLICACIÓN:      | I-190             | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | 1     | MAQUINA | PRENSA MANUAL 3   | OPERACIÓN |       |          |          | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (BRIDA)     |            |  |
| DESCRIPCIÓN:  | CARDÁN DELANTERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS          |                 |              |       |         |                   |           | 11    | 12       | PROMEDIO |                                     |            |  |
| FECHA:  | 05-mar-09        | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          |                                     |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS         | 1                 | 2                 | 3               | 4            | 5     | 6       | 7                 | 8         | 9     | 10       | 11       | 12                                  | PROMEDIO   |  |
| Toma el eje delantero                                     | A                | 4                 | 3                 | 3,78            | 4            | 3,15  | 3       | 2,79              | 3         | 3,2   | 3,2      | 3        | 3                                   | 3,260      |  |
| coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y presiona    | B                | 11                | 10                | 7,02            | 11           | 9     | 11      | 10                | 9,66      | 8,3   | 10       | 9,33     | 8,07                                | 9,532      |  |
| Introduce chaveta y gira el eje                           | C                | 6                 | 5                 | 7               | 6,57         | 7,55  | 5       | 6,22              | 5,4       | 4,41  | 5        | 6,12     | 5                                   | 5,773      |  |
| coloca el dado y presiona e introduce la otra chaveta.    | D                | 14,5              | 13,24             | 12              | 13           | 13,6  | 12,51   | 14                | 13        | 11    | 12       | 11,3     | 11,8                                | 12,6625    |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto               | E                | 3                 | 3                 | 3               | 3,21         | 3,33  | 3       | 3,11              | 3,2       | 3     | 3        | 3        | 3,1                                 | 3,07916667 |  |
| Lleva ejedelantero al siguiente carro.                    | F                | 3                 | 2,7               | 3               | 3            | 2,81  | 3,11    | 2,33              | 2,5       | 2,12  | 2,09     | 3        | 2                                   | 2,638      |  |
| Regresa al carro por eje delantero para iniciar ciclo.    | G                | 2                 | 2                 | 2,12            | 2,34         | 2     | 2       | 2                 | 2         | 2     | 2        | 2        | 2                                   | 2,038      |  |
|   |                  |                   |                   |                 |              |       |         |                   |           |       |          |          | tiempo de ciclo (seg)               | 38,98      |  |

| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |       |       |      |       | OPERACIÓN                                 |       |                       |            |  |
|---|--------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------------------|-------|-------|------|-------|---|-------|-----------------------|------------|--|
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA MANUAL 2            |       |       |      |       | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (BRIDA)           |       |                       |            |  |
|   | FECHA:       | 05-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                            |       |       |      |       |   |       |                       |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5                          | 6     | 7     | 8    | 9     | 10  | 11    | 12                    | PROMEDIO   |  |
| Toma el eje trasero y lo ubica en la prensa                           | A            | 3              | 3,12              | 4,1             | 3,25         | 3,2                        | 3     | 6     | 3    | 3,5   | 4   | 3,2   | 4                     | 3,614      |  |
| coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y presiona                | B            | 9              | 8                 | 6               | 7            | 6                          | 8     | 10    | 11   | 10    | 8   | 10    | 8                     | 8,417      |  |
| Introduce chaveta y gira el eje                                       | C            | 5              | 6,2               | 8               | 8,5          | 8                          | 4,6   | 9,1   | 7,4  | 8     | 8   | 7,5   | 6,87                  | 7,264      |  |
| coloca el dado y presiona e introduce la otra chaveta.                | D            | 14             | 12                | 10              | 12,32        | 10                         | 12    | 20    | 10   | 11,5  | 11  | 12,15 | 10                    | 12,080333  |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto                           | E            | 3              | 3,11              | 3,2             | 3            | 3                          | 3     | 3     | 3    | 3     | 3   | 3     | 3                     | 3,02583333 |  |
| Lleva eje trasero al siguiente carro.                                 | F            | 3              | 3                 | 3               | 2,5          | 2,91                       | 3     | 3     | 3,2  | 2,95  | 2,94                                      | 3     | 3                     | 2,958      |  |
| Regresa al carro por eje trasero para iniciar ciclo.                  | G            | 1,98           | 2                 | 2               | 2            | 2                          | 2     | 3     | 2    | 2     | 2   | 2     | 2                     | 2,082      |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                            |       |       |      |       |   |       | tiempo de ciclo (seg) | 39,44      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | NPR            | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |       |       |      |       | OPERACIÓN                                 |       |                       |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN TRASERO | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | DESPUÉS DE PRENSA MANUAL 2 |       |       |      |       | 80 ENSAMBLE COMPONENTES (YUGO DESLIZANTE) |       |                       |            |  |
|   | FECHA:       | 25-feb-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                            |       |       |      |       |   |       |                       |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5                          | 6     | 7     | 8    | 9     | 10  | 11    | 12                    | PROMEDIO   |  |
| Toma el yugo deslizando del carro y lo prueba en la espiga            | A            | 9,20           | 10,40             | 8,00            | 8,69         | 8,23                       | 9,23  | 9,12  | 8,67 | 8,90  | 9,00                                      | 8     | 8,25                  | 8,808      |  |
| engrasa la espiga deslizando  | B            | 6,30           | 7,00              | 6,12            | 6,00         | 5,96                       | 6,32  | 7,00  | 5,89 | 6,00  | 6,55                                      | 7     | 5,73                  | 6,32       |  |
| introduce el yugo deslizando  | C            | 11,00          | 10,34             | 11,00           | 10,43        | 9,20                       | 11,20 | 10,23 | 9,57 | 10,15 | 10,00                                     | 10    | 9,55                  | 10,22      |  |
| manualmente enrosca la tapa   | D            | 5,01           | 5,58              | 6,12            | 5,22         | 5,88                       | 6,30  | 5,90  | 5,32 | 6,00  | 5,28                                      | 6     | 5,8                   | 5,70       |  |
| Regresa al carro por yugo deslizando para iniciar ciclo.              | E            | 1,90           | 1,88              | 1,65            | 1,70         | 1,76                       | 2,00  | 1,53  | 1,70 | 2,02  | 1,68                                      | 2     | 1,7                   | 1,79       |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                            |       |       |      |       |   |       | tiempo de ciclo (seg) | 32,85      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |       |       |      |       | OPERACIÓN                                 |       |                       |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | PRENSA RODAMIENTO          |       |       |      |       | 85 UNION DE CARDÁN DELANTERO Y TRASERO    |       |                       |            |  |
|   | FECHA:       | 05-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                            |       |       |      |       |   |       |                       |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5                          | 6     | 7     | 8    | 9     | 10  | 11    | 12                    | PROMEDIO   |  |
| Toma el eje delantero y trasero y los ubica en la prensa              | A            | 7,21           | 7,5               | 8               | 6,32         | 6                          | 7,9   | 6,7   | 8    | 5     | 6,2                                       | 7     | 7                     | 6,903      |  |
| coloca el dado y ensambla los ejes, presiona                          | B            | 16             | 9                 | 11              | 8,9          | 5,6                        | 12    | 7     | 12   | 6     | 12  | 10,3  | 10,2                  | 10,000     |  |
| Introduce chaveta y gira el eje doble                                 | C            | 36             | 44                | 42              | 42           | 43                         | 51    | 38,2  | 50   | 39,3  | 43  | 42    | 41                    | 42,625     |  |
| coloca el dado y introduce la otra chaveta                            | D            | 1              | 1                 | 1,03            | 1            | 1,02                       | 1     | 1     | 1    | 1     | 1   | 1     | 1                     | 1,004      |  |
| coloca la pinta indicando que esta correcto el ensamble               | E            | 2,3            | 2                 | 2               | 2,3          | 2                          | 2     | 2,15  | 2    | 2     | 2,3                                       | 2     | 2                     | 2,0875     |  |
| Lleva el eje y regresa al carro por eje delantero para iniciar ciclo. | F            | 2              | 1,9               | 2               | 2            | 1,8                        | 2,11  | 2     | 2,16 | 2     | 2   | 2,11  | 2                     | 2,007      |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                            |       |       |      |       |   |       | tiempo de ciclo (seg) | 64,63      |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |       |       |      |       | OPERACIÓN                                 |       |                       |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | BALANCEADORA II            |       |       |      |       | 90 BALANCEO DEL CARDÁN                    |       |                       |            |  |
|   | FECHA:       | 05-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                            |       |       |      |       |   |       |                       |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5                          | 6     | 7     | 8    | 9     | 10  | 11    | 12                    | PROMEDIO   |  |
| Toma el cardan doble del carro y lo ubica en la balanceadora          | A            | 13             | 17                | 14              | 14           | 13,2                       | 12    | 13,25 | 15   | 14    | 12  | 13    | 13,6                  | 13,671     |  |
| Inicia el ciclo de maquinado  | B            | 81             | 67                | 71              | 83           | 77                         | 85    | 68    | 75   | 80    | 83  | 80    | 76                    | 77,167     |  |
| Retira el cardan de la maquina y lo lleva al siguiente carro          | C            | 9              | 10,4              | 12              | 16           | 14                         | 8,4   | 9     | 7,97 | 8     | 10  | 12    | 9                     | 10,481     |  |
| Regresa al carro por cardan doble para iniciar ciclo.                 | D            | 8,3            | 4,5               | 5               | 4,9          | 4                          | 3,96  | 4,5   | 5    | 4     | 5   | 4,88  | 3,77                  | 4,8175     |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                            |       |       |      |       |   |       | tiempo de ciclo (seg) | 106,14     |  |
| DANA<br>TRANSEJES COLOMBIA  | APLICACIÓN:  | I-190          | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    | PIEZAS/CICLO | MAQUINA                    |       |       |      |       | OPERACIÓN                                 |       |                       |            |  |
|   | DESCRIPCIÓN: | CARDÁN DOBLE   | UNIDAD DE TIEMPO: | SEGUNDOS        | 1            | CASETA DE PINTURA          |       |       |      |       | 100 LAVADO Y PINTURA                      |       |                       |            |  |
|   | FECHA:       | 05-mar-09      | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |              |                            |       |       |      |       |   |       |                       |            |  |
| ELEMENTOS   | MUESTRAS     | 1              | 2                 | 3               | 4            | 5                          | 6     | 7     | 8    | 9     | 10  | 11    | 12                    | PROMEDIO   |  |
| Toma el cardan doble del carro y lo llevan a la caseta de pintura     | A            | 6              | 6,2               | 8,6             | 8            | 7,6                        | 8     | 7     | 6,53 | 7,12  | 6   | 7     | 8                     | 7,277      |  |
| Inicia el lavado y pintura del cardan                                 | B            | 42             | 40                | 40,3            | 32           | 40                         | 41    | 40    | 39,6 | 42    | 37  | 39    | 40                    | 39,173     |  |
| Retira el cardan de la caseta y lo lleva a la mesa de secado          | C            | 7              | 5,26              | 5               | 6            | 7                          | 8     | 7     | 6,3  | 7     | 6   | 7     | 8                     | 6,596      |  |
| Regresa al carro por cardan doble para iniciar ciclo.                 | D            | 2,36           | 3                 | 3,11            | 3            | 3                          | 3     | 3     | 3    | 2,23  | 2   | 3     | 3                     | 2,85       |  |
|   |              |                |                   |                 |              |                            |       |       |      |       |   |       | tiempo de ciclo (seg) | 55,90      |  |

- Resumen tiempos de ciclo operaciones de subensamble eje cardánico doble I-190

|                  |        | APLICACIÓN:                                    | I-190   |                   |            | OBSERVADO POR: | ANGIE ROBLES JEREZ |  |
|------------------|--------|--|---------|-------------------|------------|----------------|--------------------|--|
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 1: SUBENSAMBLE YUGO FIJO             |         |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                      | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                    |
|                  |        | E1   | 4,01    | 32,78             | 20%        | 100%           | 39,34              | toma el yugo fijo, la cruceta y un dado colo   |
|                  |        | E2   | 10,27   |                   |            |                |                    | coloca el dado presiona e introduce la chave   |
|                  |        | E3   | 11,34   |                   |            |                |                    | retira y gira el yugo coloca el dado e introdu |
|                  |        | E4   | 4,90    |                   |            |                |                    | coloca la pinta indicando que esta correcto    |
|                  |        | E5   | 1,25    |                   |            |                |                    | Lleva el yugo fijo a la canasta.               |
| E6               | 1,02   | Regresa al carro por otro yugo fijo para inic  |         |                   |            |                |                    |  |
| CARDAN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 1: SUBENSAMBLE YUGO FIJO             |         |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                      | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                    |
|                  |        | E1   | 3,84    | 29,89             | 20%        | 100%           | 35,87              | toma el yugo fijo, la cruceta y un dado colo   |
|                  |        | E2   | 9,95    |                   |            |                |                    | coloca el dado presiona e introduce la chave   |
|                  |        | E3   | 9,03    |                   |            |                |                    | retira y gira el yugo coloca el dado e introdu |
|                  |        | E4   | 4,77    |                   |            |                |                    | coloca la pinta indicando que esta correcto    |
|                  |        | E5   | 1,23    |                   |            |                |                    | Lleva el yugo fijo a la canasta.               |
| E6               | 1,06   | Regresa al carro por otro yugo fijo para inic  |         |                   |            |                |                    |  |
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2: SUBENSAMBLE INSONORIZADOR         |         |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                      | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                    |
|                  |        | E1   | 4,59    | 13,40             | 20%        | 100%           | 16,08              | toma el tubo cardánico y lo limpia             |
|                  |        | E2   | 3,76    |                   |            |                |                    | toma el carton insonorizador lo abre y lo col  |
|                  |        | E3   | 3,73    |                   |            |                |                    | toma el carton abierto y lo introduce en el tu |
| E4               | 1,33   | presiona para insonorizar                      |         |                   |            |                |                    |  |
| CARDAN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 2: SUBENSAMBLE INSONORIZADOR         |         |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                      | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                    |
|                  |        | E1   | 4,74    | 15,19             | 20%        | 100%           | 18,23              | toma el tubo cardánico y lo limpia             |
|                  |        | E2   | 2,22    |                   |            |                |                    | toma el carton insonorizador lo abre y lo col  |
|                  |        | E3   | 1,84    |                   |            |                |                    | toma el carton abierto y lo introduce en el tu |
| E4               | 6,39   | presiona para insonorizar                      |         |                   |            |                |                    |  |
| CARDAN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2: SUBENSAMBLE KIT RODAMIENTO CETRAL |         |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 20  | ELEMENTOS                                      | TIEMPOS | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN                                    |
|                  |        | E1   | 17,56   | 25,08             | 20%        | 100%           | 30,10              | coloca las espigas intermedia sobre una me     |
| E2               | 7,52   | coloca los soportes con rodamiento sobre c     |         |                   |            |                |                    |  |

- Resumen tiempos de ciclo operaciones de ensamble eje cardánico doble I-190R


|                  |        | APLICACIÓN:                                      | I-190                                    |                   |            | OBSERVADO POR: | ANGIE ROBLES JEREZ |  |
|------------------|--------|--|--|-------------------|------------|----------------|--------------------|--|
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 1:                                     | MARCACIÓN DEL TUBO (SEGUIMIENTO LOTE)    |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 27  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 2,72                                     | 10,65             | 20%        | 100%           | 12,78              | toma el tubo para eje delantero y lo limpia        |
|                  |        | E2   | 2,10                                     |                   |            |                |                    | tomo el tubo y lo coloca en la maquina             |
|                  |        | E3   | 2,81                                     |                   |            |                |                    | realiza la marcación del tubo                      |
|                  |        | E4   | 1,91                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero al carro.                   |
| E5               | 1,12   | Regresa por tubo para eje delantero para iniciar |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:                                     | ENSAMBLE DE COMPONENTES                  |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 30  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 8,04                                     | 16,47             | 20%        | 100%           | 19,77              | toma el tubo para eje delantero y coloca los c     |
|                  |        | E2   | 4,83                                     |                   |            |                |                    | inicia ciclo de la prensa de 60 ton                |
|                  |        | E3   | 2,60                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero a la siguiente operación.   |
| E4               | 1,01   | Regresa por tubo para eje delantero para iniciar |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 2:                                     | ENSAMBLE DE COMPONENTES                  |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 30  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 9,68                                     | 17,54             | 20%        | 100%           | 21,05              | toma el tubo para eje trasero y coloca los con     |
|                  |        | E2   | 3,89                                     |                   |            |                |                    | inicia ciclo de la prensa de 60 ton                |
|                  |        | E3   | 2,03                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero a la siguiente operación.   |
| E4               | 1,94   | Regresa por tubo para eje trasero para iniciar   |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 3:                                     | PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN                |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 40  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 4,59                                     | 17,41             | 20%        | 100%           | 20,90              | toma el eje delantero y lo coloca en la maqui      |
|                  |        | E2   | 8,84                                     |                   |            |                |                    | realiza el pre-enderezado                          |
|                  |        | E3   | 2,99                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero al siguiente carro.         |
| E4               | 1,00   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo. |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 3:                                     | PRE-ENDEREZADO DEL CARDÁN                |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 40  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 5,63                                     | 18,03             | 20%        | 100%           | 21,64              | toma el eje trasero y lo coloca en la maquina      |
|                  |        | E2   | 8,27                                     |                   |            |                |                    | realiza el pre-enderezado                          |
|                  |        | E3   | 2,35                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje trasero al siguiente carro.           |
| E4               | 1,78   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.   |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 4:                                     | SOLDADURA DE COMPONENTES                 |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 50  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 5,10                                     | 29,80             | 20%        | 100%           | 35,76              | toma el eje delantero y lo coloca en el soldad     |
|                  |        | E2   | 16,80                                    |                   |            |                |                    | inicia el ciclo de soldadura                       |
|                  |        | E3   | 5,88                                     |                   |            |                |                    | Retira y lleva el eje delantero al carro de enfria |
| E4               | 2,02   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo. |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 4:                                     | SOLDADURA DE COMPONENTES                 |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 50  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 6,60                                     | 31,68             | 20%        | 100%           | 38,02              | toma el eje trasero y lo coloca en el soldador     |
|                  |        | E2   | 15,58                                    |                   |            |                |                    | inicia el ciclo de soldadura                       |
|                  |        | E3   | 7,30                                     |                   |            |                |                    | Retira y lleva el eje trasero al carro de enfriam  |
| E4               | 2,21   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.   |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 5:                                     | ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN              |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 60  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 7,75                                     | 41,39             | 20%        | 100%           | 49,67              | toma el eje delantero y lo coloca en la prensa     |
|                  |        | E2   | 24,14                                    |                   |            |                |                    | realiza el enderezado final del eje                |
|                  |        | E3   | 6,54                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero al carro de enfriamiento.   |
| E4               | 2,96   | Regresa por el eje delantero para iniciar ciclo. |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO | OPERACIÓN 5:                                     | ENDEREZADO FINAL DEL CARDÁN              |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 60  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 10,66                                    | 41,24             | 20%        | 100%           | 49,48              | toma el eje trasero y lo coloca en la prensa       |
|                  |        | E2   | 22,16                                    |                   |            |                |                    | realiza el enderezado final del eje                |
|                  |        | E3   | 5,20                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje trasero al carro de enfriamiento.     |
| E4               | 3,22   | Regresa por el eje trasero para iniciar ciclo.   |  |                   |            |                |                    |  |
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO | OPERACIÓN 6:                                     | TORQUE EN TUERCA DE AJUSTE DE RODAMIENTO |                   |            |                |                    |  |
|                  | OP 70  | ELEMENTOS  | TIEMPOS                                  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR          | TIEMPO CICLO(seg)  | DESCRIPCIÓN  |
|                  |        | E1   | 10,88                                    | 52,59             | 20%        | 100%           | 63,11              | toma el eje delantero y colocarlo en la prensa     |
|                  |        | E2   | 9,13                                     |                   |            |                |                    | colocar la arandela y tuerca                       |
|                  |        | E3   | 8,73                                     |                   |            |                |                    | Con la pistola introduce los tornillos y aplica e  |
|                  |        | E4   | 10,88                                    |                   |            |                |                    | ajusta y retira el eje                             |
|                  |        | E5   | 4,38                                     |                   |            |                |                    | coloca la pinta indicando que esta correcto el     |
|                  |        | E6   | 6,24                                     |                   |            |                |                    | Lleva el eje delantero al empalme                  |
| E7               | 2,36   | Regresa por otro eje delantero para iniciar cicl |  |                   |            |                |                    |  |

|                  |  |   |  |                   |            |       |                   |  |
|------------------|--|---|--|-------------------|------------|-------|-------------------|--|
| CARDÁN DELANTERO | CÓDIGO   | OPERACIÓN 7: ENSAMBLE DE COMPONENTES (YUGO BRIDA) |  |                   |            |       |                   |  |
|                  | OP 80  | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 3,26   | 38,98             | 20%        | 100%  | 46,78             | Toma el eje delantero                            |
|                  |  | E2  | 9,53   |                   |            |       |                   | coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y p  |
|                  |  | E3  | 5,77   |                   |            |       |                   | Introduce chaveta y gira el eje                  |
|                  |  | E4  | 12,66  |                   |            |       |                   | coloca el dado y presiona e introduce la otra c  |
|                  |  | E5  | 3,08   |                   |            |       |                   | coloca la pinta indicando que esta correcto      |
|                  |  | E6  | 2,64   |                   |            |       |                   | Lleva ejedelantero al siguiente carro.           |
| E7               | 2,04   | Regresa al carro por eje delantero para iniciar   |  |                   |            |       |                   |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO   | OPERACIÓN 7: ENSAMBLE DE COMPONENTES (YUGO BRIDA) |  |                   |            |       |                   |  |
|                  | OP 80  | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 3,61   | 39,44             | 20%        | 100%  | 47,33             | Toma el eje trasero y lo ubica en la prensa      |
|                  |  | E2  | 8,42   |                   |            |       |                   | coloca el yugo brida, coloca el dado al eje y p  |
|                  |  | E3  | 7,26   |                   |            |       |                   | Introduce chaveta y gira el eje                  |
|                  |  | E4  | 12,08  |                   |            |       |                   | coloca el dado y presiona e introduce la otra c  |
|                  |  | E5  | 3,03   |                   |            |       |                   | coloca la pinta indicando que esta correcto      |
|                  |  | E6  | 2,96   |                   |            |       |                   | Lleva eje trasero al siguiente carro.            |
| E7               | 2,08   | Regresa al carro por eje trasero para iniciar c   |  |                   |            |       |                   |  |
| CARDÁN TRASERO   | CÓDIGO   | OPERACIÓN 11: ENSAMBLE MANUAL YUGO DESLIZANTE     |  |                   |            |       |                   |  |
|                  | OP 80  | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 8,81   | 32,85             | 20%        | 100%  | 39,42             | Toma el yugo deslizante del carro y lo prueba    |
|                  |  | E2  | 6,32   |                   |            |       |                   | engrasa la espiga deslizante                     |
|                  |  | E3  | 10,22  |                   |            |       |                   | introduce el yugo deslizante                     |
|                  |  | E4  | 5,70   |                   |            |       |                   | manualmente enrosca la tapa                      |
| E4               | 1,79   | Regresa al carro por yugo deslizante para inic    |  |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 8: UNIÓN DE CARDÁN DELANTERO Y TRASERO       |   |  |                   |            |       |                   |  |
| CARDÁN DOBLE     | OP 85  | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 6,90   | 64,63             | 20%        | 100%  | 77,55             | Toma el eje delantero y trasero y los ubica en   |
|                  |  | E2  | 10,00  |                   |            |       |                   | coloca el dado y ensambla los ejes, presiona     |
|                  |  | E3  | 42,63  |                   |            |       |                   | Introduce chaveta y gira el eje doble            |
|                  |  | E4  | 1,00   |                   |            |       |                   | coloca el dado y introduce la otra chaveta       |
|                  |  | E5  | 2,09   |                   |            |       |                   | coloca la pinta indicando que esta correcto el   |
| E6               | 2,01   | Lleva el ejes y regresa al carro por eje delante  |  |                   |            |       |                   |  |
| CARDÁN DOBLE     | CÓDIGO   | OPERACIÓN 9: BALANCEO DEL EJE CARDÁNICO DOBLE     |  |                   |            |       |                   |  |
|                  | OP 90  | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 13,67  | 106,14            | 20%        | 100%  | 127,36            | Toma el cardan doble del carro y lo ubica en la  |
|                  |  | E2  | 77,17  |                   |            |       |                   | Inicia el ciclo de maquinado                     |
|                  |  | E3  | 10,48  |                   |            |       |                   | Retira el cardan de la maquina y lo lleva al sig |
| E4               | 4,82   | Regresa al carro por cardan doble para iniciar    |  |                   |            |       |                   |  |
| CÓDIGO           | OPERACIÓN 10: LAVADO Y PINTURA DEL EJE CARDÁNICO DOBLE |   |  |                   |            |       |                   |  |
| CARDÁN DOBLE     | OP 100   | ELEMENTOS   | TIEMPOS  | TIEMPO PROM (seg) | SUPLEMENTO | VALOR | TIEMPO CICLO(seg) | DESCRIPCIÓN                                      |
|                  |  | E1  | 7,28   | 55,90             | 20%        | 100%  | 67,07             | Toma el cardan doble del carro y lo llevan a la  |
|                  |  | E2  | 39,17  |                   |            |       |                   | Inicia el lavado y pintura del cardan            |
|                  |  | E3  | 6,60   |                   |            |       |                   | Retira el cardan de la caseta y lo lleva a la me |
|                  | E4   | 2,85  | Regresa al carro por cardan doble para iniciar |                   |            |       |                   |  |


Fuente: Autora

Anexo B. Secuencias de producción en los meses de Enero y febrero, para las aplicaciones relacionadas en el presente proyecto

Febrero 2009

|           |            | MENU   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   |       |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|-----------|------------|--|----|---|-----|---|---|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-------|----|----|---|-------|-----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|           |            |   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   |       |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|           |            | <table border="1"> <tr> <td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td> </tr> </table> |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     | 28 | 29    | 30 | 31 | 1 | 2     | 3   | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |  |  |
| 28        | 29         | 30   | 31 | 1 | 2   | 3 | 4 | 5   | 6   | 7   | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14  | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20  | 21 | 22  | 23 | 24    |    |    |   |       |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| N/P THC   | APLICACIÓN | FAM  | M  | J | V   | S | D | L   | M   | M   | J  | V | S  | D  | L  | M  | M   | J  | V  | S  | D  | L  | M   | M  | J   | V  | S     | D  | L  | M | TOTAL |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130048T-1 | I-190      | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    | 40 | 50  |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   | 90    |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130050T-1 |            | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    | 120 |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   | 120   |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130050T-2 |            | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     | 60 |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   |       | 60  |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130065T-1 |            | F2   |    |   |     |   |   | 160 | 200 | 70  |    |   |    |    |    |    | 240 |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   |       | 660 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130068T-3 |            | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     | 60 | 60 |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   |       | 120 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-3 |            | F2   |    |   | 156 |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    | 122 |    |     |    |       |    |    |   |       | 278 |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-4 | NPR        | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     | 13 | 29 |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   | 42    |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-3 |            | F2   |    |   |     |   |   |     |     | 120 |    |   |    |    |    | 80 |     |    |    |    |    |    |     |    | 140 |    |       |    |    |   | 340   |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130039T-1 | NKR        | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    | 48  |    |     |    |       |    |    |   | 48    |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130039T-2 |            | F2   |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    | 24 |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   | 24    |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130042T-1 | MAZDA      | F2   |    | 1 |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     |    |       |    |    |   | 1     |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|           |            |  |    |   |     |   |   |     |     |     |    |   |    |    |    |    |     |    |    |    |    |    |     |    |     |    | 1.783 |    |    |   |       |     |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

Marzo 2009

|           |            | MENU   |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   |       |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|-----------|------------|--|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|----|---|---|-------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|
|           |            |   |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   |       |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|           |            | <table border="1"> <tr> <td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td> </tr> </table> |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   |       | 13    | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |  |  |
| 13        | 14         | 15   | 16 | 17 | 18  | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25  | 26  | 27 |   |   |       |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| N/P THC   | APLICACIÓN | FAM  | M  | M  | J   | V  | S  | D  | L  | M  | M  | J   | V   | S  | D | L | M     | TOTAL |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130048T-1 | I-190      | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    | 90 |     |     |    |   |   |       | 90    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130050T-1 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    | 90 |     |     |    |   |   |       | 90    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130050T-2 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     | 90  |    |   |   |       | 90    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130065T-1 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    | 65 | 325 |     |    |   |   | 270   | 660   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130065T-5 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    |    | 30  |     |    |   |   |       | 30    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130068T-3 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     | 45 |   |   |       | 45    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-3 | NPR        | F2   |    |    | 120 |    |    |    |    | 96 |    |     |     |    |   |   |       | 216   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-4 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    | 24 |    |     |     |    |   |   |       | 24    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130059T-3 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    |    | 50  | 310 |    |   |   |       | 360   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130039T-1 | NKR        | F2   |    |    |     |    |    |    |    | 60 |    |     |     |    |   |   |       | 60    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130039T-2 |            | F2   |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   | 131   | 131   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
| 130042T-2 | MAZDA      | F2   | 60 |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   | 220   | 280   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |
|           |            |  |    |    |     |    |    |    |    |    |    |     |     |    |   |   | 2.076 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |

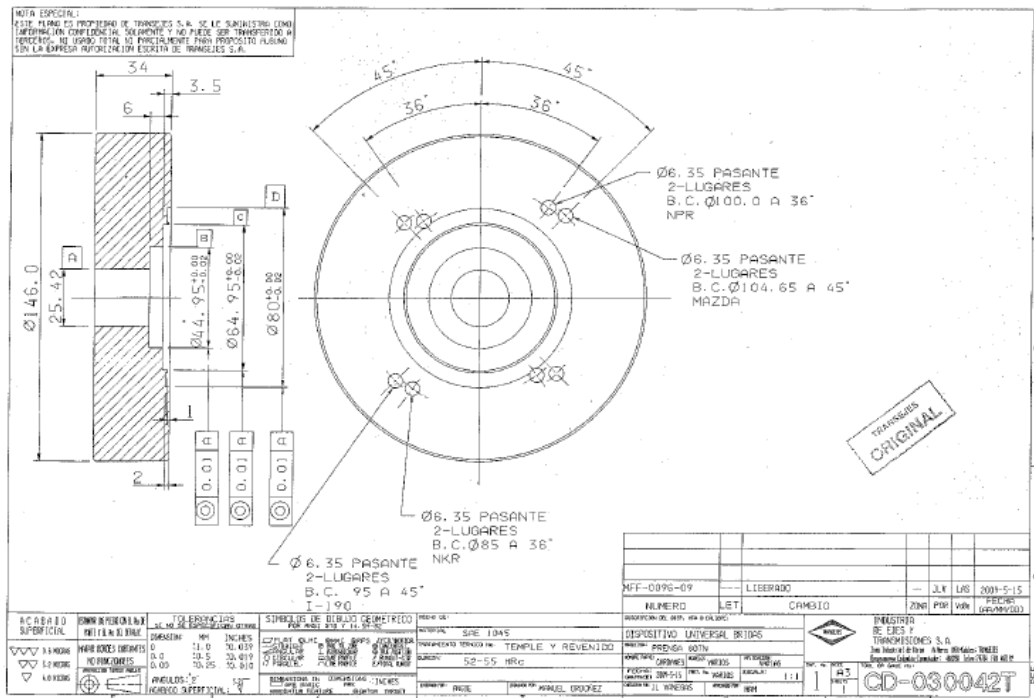
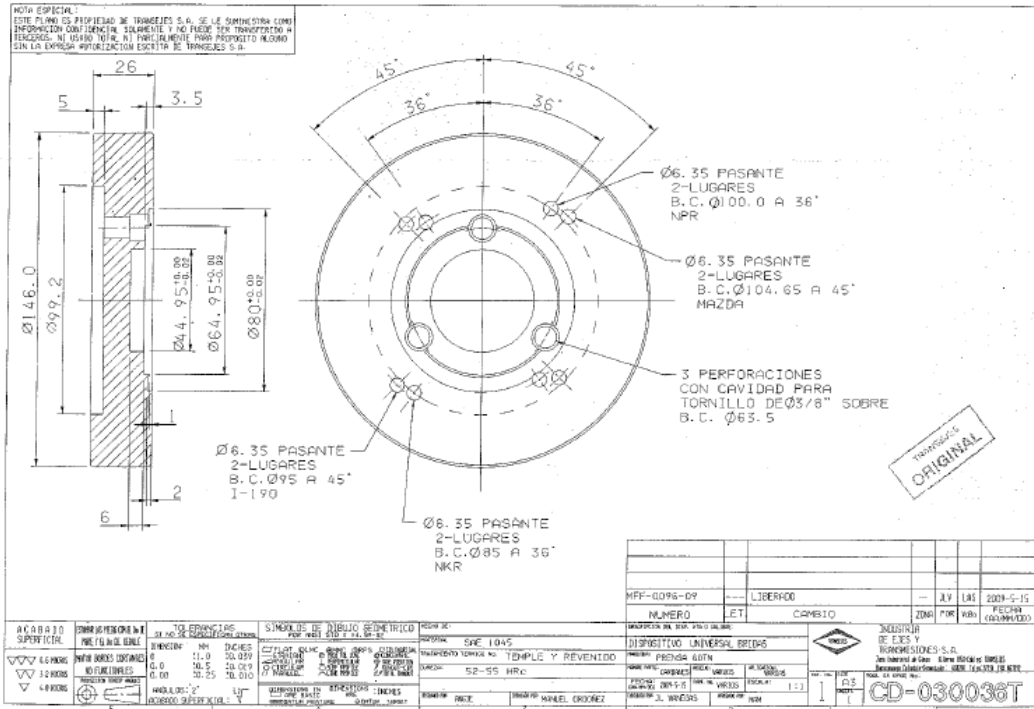
Fuente: Asistente de producción



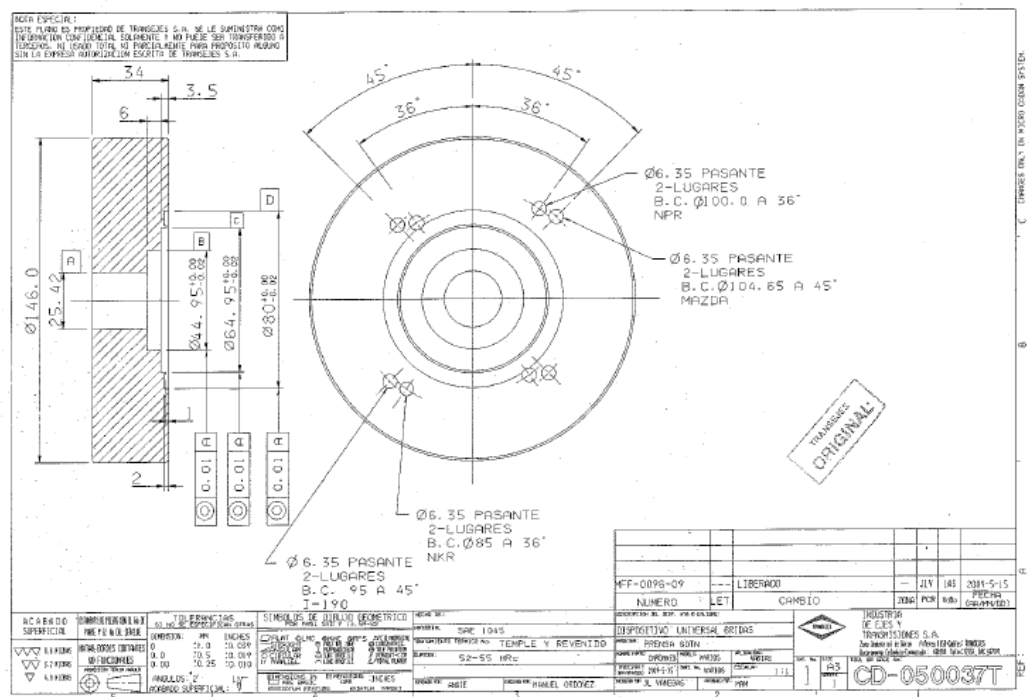
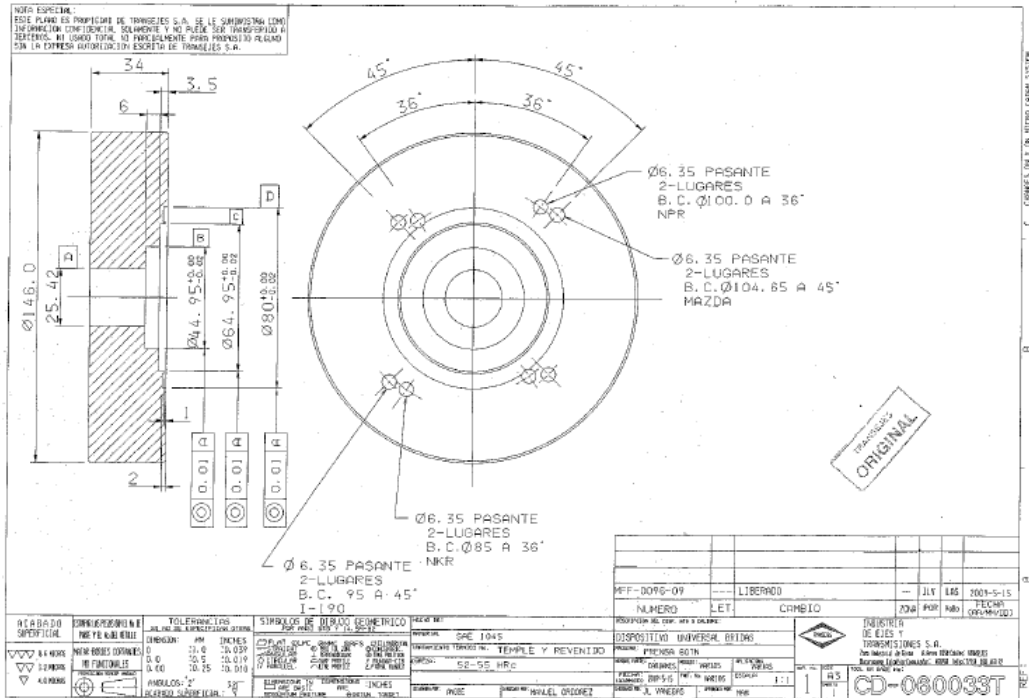
| REPORTE DE CAPACITACION                                  |              |  |                     | SOLO APLICA A CAPACITACIONES O.P.L. |           |                               |           |
|--|--------------|--|---------------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| TEMA DE LA CAPACITACION: <i>Diagnostico P. Cardiacos</i> |              | LUGAR: <i>seguridad, Jpd.</i>                          |                     | CODIGO OPL:                         |           | VERIFICACION FORMACION O.P.L. |           |
| FECHA DE LA CAPACITACION: <i>25.03.09</i>                |              | TOTAL HORAS: <i>60 min</i>                             |                     | FECHA                               | RESULTADO | FECHA                         | RESULTADO |
| HORA DE CAPACITACION: <i>12:00 p.m.</i>                  |              | CAPACITADOR: <i>Orlando A Pedraza, Arque Robles J.</i> |                     | FIRMA                               | RESULTADO | FIRMA                         | RESULTADO |
| PARTICIPANTES  | EMPRESA      | AREA O SECCION   | FIRMA DE ASISTENCIA | FECHA                               | RESULTADO | FECHA                         | RESULTADO |
| <i>Francisco Celis</i>                                   | <i>Limet</i> | <i>Cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Alex Villanitor</i>                                   | <i>Limet</i> | <i>Cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Pablo Jairo Novas</i>                                 | <i>"</i>     | <i>Ger Diarrhoeas</i>                                  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Julian Paez</i>                                       | <i>"</i>     | <i>"</i>   | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Rafael NUNEZ</i>                                      | <i>Limet</i> | <i>Eps Diarrhoeas</i>                                  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Georg Carlos Julio F</i>                              | <i>Limet</i> | <i>Cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Arquinto Rangel</i>                                   | <i>Limet</i> | <i>Cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Leonora Pons</i>                                      | <i>"</i>     | <i>"</i>   | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>MACVANNY HORGEE</i>                                   | <i>Limet</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>JAVIER E. REYES</i>                                   | <i>LIMET</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>JAVIER REYES</i> |                                     |           |                               |           |
| <i>ANTONIA ACUNA</i>                                     | <i>Limet</i> | <i>cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>JOSE E RUIZA</i>                                      | <i>Limet</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>JOHN H. OLIVERO C.</i>                                | <i>Limet</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>OSCAR PIERO GOMEZ</i>                                 | <i>"</i>     | <i>"</i>   | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Christian Sorabira</i>                                | <i>"</i>     | <i>"</i>   | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Jesús Acosta</i>                                      | <i>"</i>     | <i>ELES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Bruno Samens</i>                                      | <i>Limet</i> | <i>cardanes</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>IGNACIO GARCIA PIN</i>                                | <i>Limet</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |
| <i>Carlos A. Lopez</i>                                   | <i>Limet</i> | <i>CARDANES</i>  | <i>[Signature]</i>  |                                     |           |                               |           |



Anexo E. Planos de los dispositivos para ensamble con yugo fijo-yugo brida



Fuente: Área calidad y procesos



Fuente: Área calidad y procesos

Anexo F. Cotización para implementar mejoras externalización de subensambles



**OLMEDO CONTRERAS ORTIZ**

NIT. 91.258.526 - 1

**PINTUINDUSTRIAL**  
MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA  
DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES

Bucaramanga, 16 de Junio 2009

Señores:  
**TRANSEJES**  
**ING. GONZALO PARADA**  
BUCARAMANGA

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar dispensadores para el contenedor grande prensa Logan de subensamble cardanes.

Desconectar y conectar nuevamente la prensa Logan de subensamble cardanes.

**ESPECIFICACIONES:**

- Elaborar base para tres contenedores en ángulo de 1" ¼ x 3/16.
- Elaborar bandeja para los dispositivos.
- Elaborar bandeja tobogán en lámina calibre 12.
- Pintado e instalado.
- Desconectar la parte neumática.
- Mover la maquina 2 metros y anclarla.

Valor total: \$80.000+IVA

Valor total: ~~\$410.000+IVA~~

*\$ 380.000 =*  
*V.B.*  
*[Handwritten signature]*

Cordialmente

**OLMEDO CONTRERAS**  
GERENTE  
NIT: 91.258.526-1





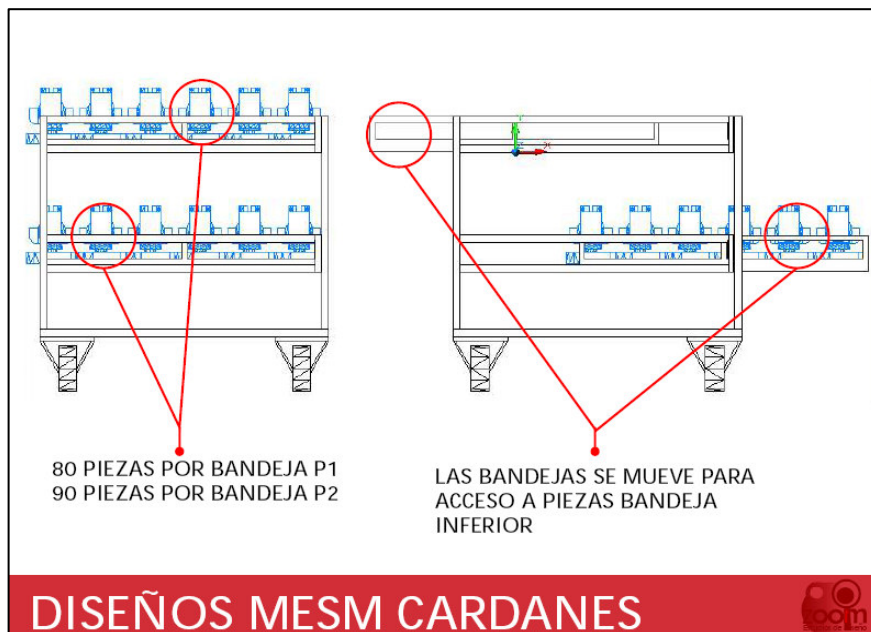
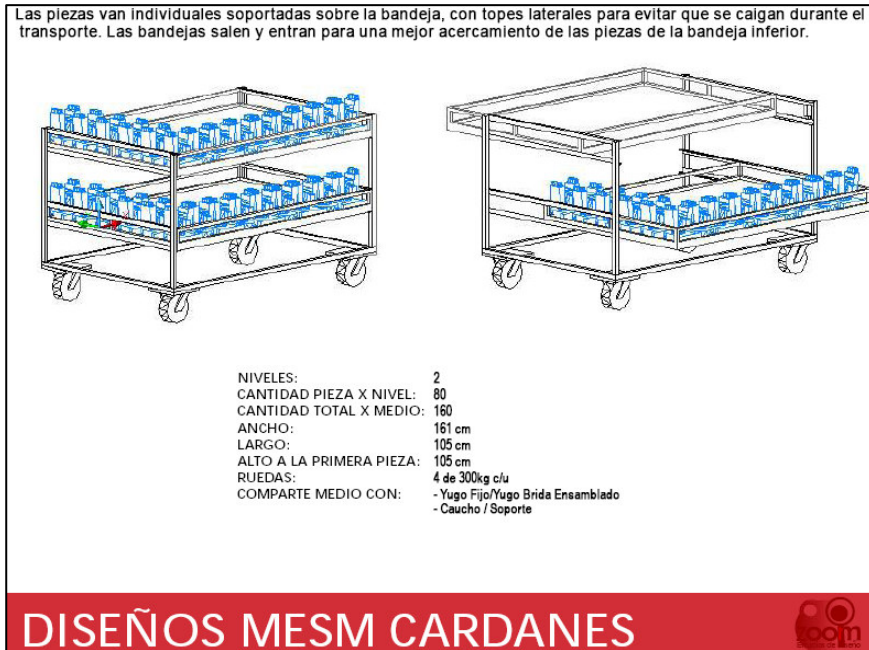
Anexo G. Listado de materiales a suministrar en medios móviles (carros)

| LISTADO DE MATERIALES PARA MEDIOS MOVILES |               |              |               |                  |                 |                     |           |
|---|---------------|--------------|---------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------|
| N°  | DESCRIPCIÓN   | No. PARTE    | APLICACIÓN    | ALTURA<br>H (mm) | ANCHO<br>L (mm) | DIAMETR<br>O D (mm) | PESO (gr) |
| 1   | CRUCETA       | 5-160X       | NPR, NKR      | 9,99             |                 | 19,62               | 578       |
| 2   | CRUCETA       | 2-5-1176     | I-190, MAZDA  | 7,48             |                 | 16,94               | 280       |
| 3   | CRUCETA       | 2-5-1306     | EXPLORER      | 7,48             |                 | 16,7                | 279       |
| 4   | CRUCETA       | 3-5-676      | IVECO         | 10,2             |                 | 19,72               | 532       |
| 5   | CRUCETA       | 5-153X       | Q-CAR, CHR    | 14,67            |                 | 32,9                | 2120      |
| 6   | CRUCETA       | 5-515-X      | MACK          | 7,54             |                 | 32,9                | 2090      |
| 7   | CRUCETA       | 5-768-XE     | NKR           | 8                |                 | 16,7                | 279       |
| 8   | CRUCETA       | 6.5-5-138X   | MACK          | 18,38            |                 | 32,95               | 3190      |
| 9   | CRUCETA       | SPL22-1X     | DIMAX FRONTAL | 8,17             |                 | 16,7                | 279       |
| 10  | DADOS         | NPR          | 3-6-128-X     | 24               |                 | 30,4                | 62        |
|   | DADOS         | 2-6-1958-X   | MAZDA         | 20,2             |                 | 27,1                | 52        |
| 11  | DADOS         | 2-6-2278X    | NKR           | 20,2             |                 | 27,1                | 51,5      |
| 12  | DADOS         | 2-6-2338X    | NKR           | 20,2             |                 | 27,1                | 51,5      |
| 13  | DADOS         | 6.5-6-158X   | MACK          | 33               |                 | 49,2                | 389       |
| 14  | DADOS         | 6.5-6-208X   | MACK          | 34               |                 | 52                  | 271       |
| 15  | DADOS         | 5002908      | EXPLORER      | 25               |                 | 27,1                | 51,5      |
| 16  | DADOS         | 3-5-676X     | IVECO         | 26               |                 | 29                  | 71        |
| 17  | YUGO FIJO     | 3-28-557     | NPR, IVECO    | 91               | 113             |                     | 1327      |
| 18  | YUGO FIJO     | 3-28-97      | NPR, IVECO    | 92               | 113             |                     | 1203      |
| 19  | YUGO FIJO     | 2-28-227     | I-190, QCAR   | 75               | 88              |                     | 1229      |
| 20  | YUGO FIJO     | 2-28-367     | I-190, MAZDA  | 75               | 88              |                     | 696       |
| 21  | YUGO FIJO     | 2-28-1757    | DIMAX FRONTAL | 72               | 88              |                     | 559       |
| 22  | YUGO FIJO     | 2-28-3187    | EXPLORER      | 72               | 88              |                     | 559       |
| 23  | YUGO FIJO     | 2-28-437     | NKR, MAZDA    | 73               | 88              |                     | 800       |
| 24  | YUGO FIJO     | 6-28-347     | MACK          | 130              | 154             |                     | 4262      |
| 25  | YUGO FIJO     | 6-5-28-117   | MACK          | 151              | 190             |                     | 5800      |
| 26  | YUGO DESLIZAN | 3-3-118KX1   | NPR           | 113              | 186             |                     | 1633      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | TP-93094XT   | I-190         | 88               | 199             |                     | 1397      |
| 27  | YUGO DESLIZAN | 3-3-5481X    | NKR           | 114              | 219             |                     | 1793      |
| 28  | YUGO DESLIZAN | 2-3-8001X    | NHR, MAZDA    | 89               | 188             |                     | 1413      |
| 29  | YUGO DESLIZAN | 2-3-8841X    | DIMAX FRONTAL | 88               | 189             |                     | 1147      |
| 30  | YUGO DESLIZAN | 6.5-3-1371X  | MACK          | 192              | 239             |                     | 10000     |
| 31  | YUGO DESLIZAN | 6-3-2651X    | MACK          | 155              | 332             |                     | 9000      |
| 32  | YUGO DESLIZAN | 2-3-1009T-X  | Q-CAR         | 91               | 194             |                     | 1549      |
| 33  | YUGO DESLIZAN | 2-3-11221-1X | Q-CAR         | 91               | 194             |                     | 1549      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | 2-3-11221-X  | Q-CAR         | 91               | 194             |                     | 1549      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | 2-3-10031T-X | Q-CAR         | 91               | 194             |                     | 1549      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | 3-2-25       | IVECO         | 67               | 119             |                     | 1683      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | 2-3-14071X   | MAZDA         | 88               | 179             |                     | 1383      |
| 34  | YUGO DESLIZAN | 3-3-7001X    | IVECO         | 113              | 188             |                     | 1753      |
| 34  | CAUCHOS       | 231274       | I-190         | 60               | 97              |                     | 144       |
| 34  | CAUCHOS       | 230119-1     | NPR, NKR      | 115              | 121             |                     | 227       |
| 34  | ESPIGAS       | 2-53-1431    | I-190         |                  |                 | 58                  | 1051      |
| 34  | ESPIGAS       | 2-54-451     | I-190         |                  |                 | 60                  | 868       |
| 34  | ESPIGAS       | 3-53-2002T   | NPR           |                  |                 | 72                  | 1614      |
| 34  | ESPIGAS       | 40-1674      | NPR           |                  |                 | 85                  | 1910      |
| 34  | ESPIGAS       | 3-40-1421    | NKR           |                  |                 | 72                  | 1629      |
| 34  | ESPIGAS       | 2-40-1521    | MAZDA, NHR    |                  |                 | 72                  | 1305      |
| 34  | ESPIGAS       | 6.5-40-191   | MACK          |                  |                 | 107                 | 9600      |
| 34  | ESPIGAS       | 6-40-521     | MACK          |                  |                 | 94                  | 6000      |
| 34  | ESPIGAS       | 3-53-2571    | IVECO         |                  |                 | 84                  | 2728      |
|   | ESPIGAS       | 2-40-2381    | DIMAX         |                  |                 | 50                  | 757       |
| 34  | YUGO ACOUPLE  | 2-4-20031T-2 | I-190         | 78               | 90              | 90                  | 647       |
| 34  | YUGO ACOUPLE  | 2-4-8351X5   | MAZDA, I-190  | 102              | 82              | 82                  | 750       |
| 34  | YUGO ACOUPLE  | 3-4-2002F1   | NPR, IVECO    | 112              | 117             | 117                 | 1546      |
| 34  | RODAMIENTOS   | 210865-1X    | NPR, NKR      |                  |                 | 74                  | 384       |
| 34  | SOPORTE ROD   | 212016-1X    | MAZDA         | 62               | 28              | 28                  | 1391      |
| 34  | SOPORTE ROD   | 212018-1X    | MAZDA, I-190  | 60               | 112             | 112                 | 970       |
| 34  | SOPORTE ROD   | 90080T-X     | NPR, NKR      | 143              | 206             | 206                 | 645       |
| 34  | SOPORTE ROD   | 90233T-X     | NPR,          | 128              | 206             | 206                 | 619       |
| 34  | SOPORTE ROD   | 90234T-X     | NPR,          | 152              | 200             | 200                 | 1737      |
| 34  | SOPORTE ROD   | 211359X      | IVECO         | 122              | 196             | 196                 | 996       |
| 57  | SOPORTE ROD   | 210873-1X    | IVECO         | 122              | 196             | 196                 | 991       |
| 58  | SOPORTE ROD   | 902003T-X    | I-190         | 151              | 120             | 120                 | 600       |
| 59  | SOPORTE ROD   | 902022T-X    | I-190         | 133              | 120             | 120                 | 556       |
| 60  | SOPORTE ROD   | 902025T      | I-190         | 140              | 206             | 206                 | 1495      |
| 65  | YUGO BRIDA    | 2-2-1949     | I-190         | 66               | 94              | 94                  | 926       |
| 66  | YUGO BRIDA    | 3-2-10021T   | NPR           | 76               | 113             | 113                 | 1418      |
| 62  | YUGO BRIDA    | TP-81055     | DIMAX FRONTAL | 62               | 89              | 89                  | 632       |
| 63  | YUGO BRIDA    | 2-2-1008T-1  | MAZDA         | 63               | 96              | 96                  | 907       |
| 64  | YUGO BRIDA    | 2-2-1519     | MAZDA         | 65               | 89              | 89                  | 708       |
| 67  | YUGO BRIDA    | TP-81055     | NHR, DIMAX    | 67               | 119             | 119                 | 1683      |

Fuente: Autora

## Anexo H. Diseño de los nuevos medios móviles de la línea ejes cardánicos

- Medio para kit de rodamiento (componente), yugo fijo-yugo brida (componente) y caucho-soporte (material sin ensamblar)



Fuente: DUARTE, Marcela. Diseñadora Industrial

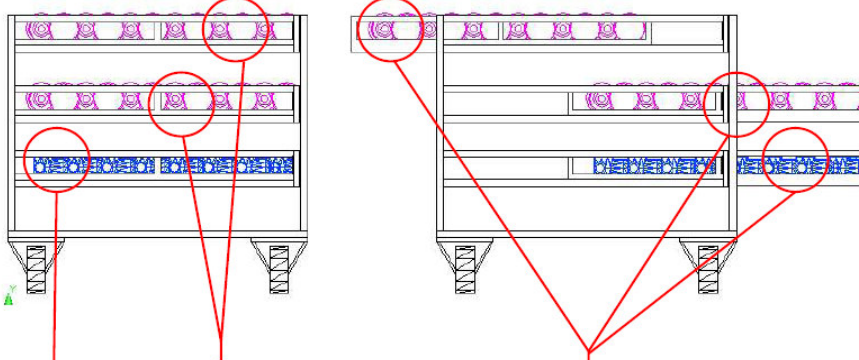
- Medio para yugo de acople-espiga, cruceta-dado, yugo fijo-yugo brida (material sin ensamblar)

Las piezas van individuales soportadas sobre la bandeja, con topes laterales para evitar que se caigan durante el transporte. Las bandejas salen y entran para una mejor acercamiento de las piezas de la bandeja inferior.



|                          |   |
|--------------------------|---|
| NIVELES:                 | Yugo 1 - Espiga 2 / Total 3                                       |
| CANTIDAD PIEZA X NIVEL:  | Yugo 128 - Espiga 60  |
| CANTIDAD TOTAL X MEDIO:  | Yugo 128 - Espiga 120   |
| ANCHO:                   | 161 cm  |
| LARGO:                   | 105 cm  |
| ALTO A LA PRIMERA PIEZA: | 105 cm  |
| RUEDAS:                  | 4 de 300kg c/u  |
| COMPORTE MEDIO CON:      | - Yugo Fijo/Yugo Brida Individual<br>- Cruceta/Dado (Propuesta 1) |


**DISEÑOS MESM CARDANES** 



2 BANDEJAS 60 PIEZAS P1  
2 BANDEJAS 70 PIEZAS P2

1 BANDEJAS 128 PIEZAS P1  
1 BANDEJAS 160 PIEZAS P2

LAS BANDEJAS SE MUEVE PARA ACCESO A PIEZAS BANDEJA INFERIOR

**DISEÑOS MESM CARDANES** 

Fuente: DUARTE, Marcela. Diseñadora Industrial

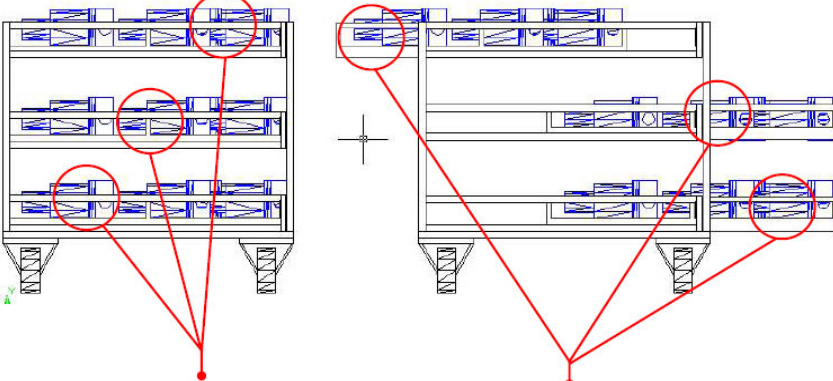
- Medio para yugo deslizante (material sin ensamblar)

Las piezas van individuales soportadas sobre la bandeja, con topes laterales para evitar que se caigan durante el transporte. Las bandejas salen y entran para una mejor acercamiento de las piezas de la bandeja inferior.



|                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| NIVELES:                 | Yugo Deslizante 31 / Total 3 |
| CANTIDAD PIEZA X NIVEL:  | Yugo Deslizante 33           |
| CANTIDAD TOTAL X MEDIO:  | Yugo Deslizante 33           |
| ANCHO:                   | 180 cm                       |
| LARGO:                   | 105 cm                       |
| ALTO A LA PRIMERA PIEZA: | 105 cm                       |
| RUEDAS:                  | 4 de 300kg c/u               |
| COMPORTE MEDIO CON:      | - No comparte - Diseño Único |


**DISEÑOS MESM CARDANES**

3 BANDEJAS 33 PIEZAS P1

LAS BANDEJAS SE MUEVE PARA ACCESO A PIEZAS BANDEJA INFERIOR

**DISEÑOS MESM CARDANES**



Fuente: DUARTE, Marcela. Diseñadora Industrial

- Medio para yugo deslizante (material sin ensamblar)

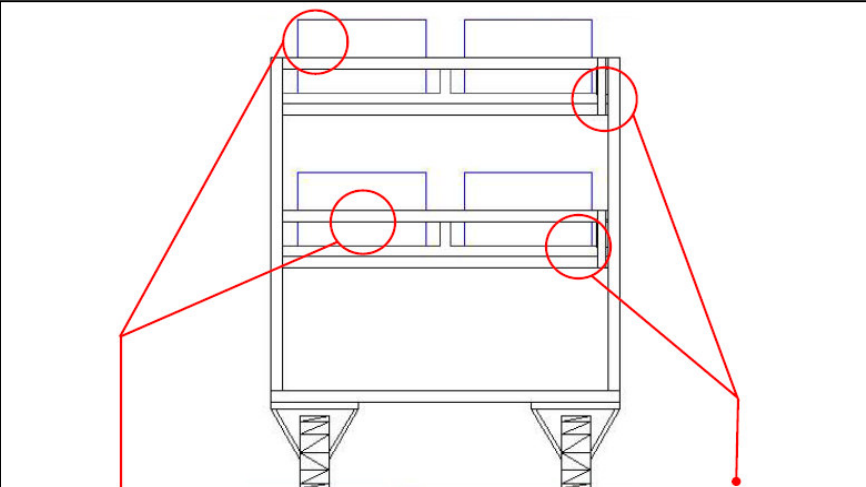
Las piezas van individuales soportadas sobre la bandeja, con topes laterales para evitar que se caigan durante el transporte. Las bandejas salen y entran para una mejor acercamiento de las piezas de la bandeja inferior.



el manejo del rodamiento, éste va dentro de contenedores azules grandes.

|                          |                                |
|--------------------------|--------------------------------|
| NIVELES:                 | Rodamiento 2 / Total 2         |
| CANTIDAD PIEZA X NIVEL:  | Rodamiento 45 x contenedor (8) |
| CANTIDAD TOTAL X MEDIO:  | Rodamiento 360                 |
| ANCHO:                   | 115 cm                         |
| LARGO:                   | 80 cm                          |
| ALTO A LA PRIMERA PIEZA: | 105 cm                         |
| RUEDAS:                  | 4 de 300kg c/u                 |
| COMPORTE MEDIO CON:      | - No comparte - Diseño Único   |


**DISEÑOS MESM CARDANES**

45 PIEZAS POR CONTENEDOR  
4 CONTENEDORES POR NIVEL P2

LAS BANDEJAS SE MUEVE PARA ACCESO A PIEZAS BANDEJA INFERIOR

**DISEÑOS MESM CARDANES**



Fuente: DUARTE, Marcela. Diseñadora Industrial

Anexo I. Cotización fabricación de los nuevos medios móviles (carros)



**PINTUINDUSTRIAL**  
**MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA**  
**DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES**

Bucaramanga, 06 de Julio 2009

Señores:  
**TRANSEJES**  
**ING. MARIA FERNANDA**  
**BUCARAMANGA**

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar carro para el suministro de medio Yugo Acople Espiga.

**ESPECIFICACIONES:**

- Estructura en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Flanches para las ruedas en lámina de 3/16.
- Tiro para Toger en platina de 1/2" x 4".
- Ruedas de 6" tipo pesado.
- Manija en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Tres bandejas móviles en lámina calibre 14 con rodamientos para piezas individuales.
- Carro de 161cm de ancho x 105cm de largo x 105cm de alto.
- Pintado con pintura electrostática.

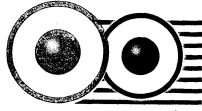
**Valor total: \$2.650.000+IVA**

Cordialmente

**OLMEDO CONTRERAS**  
**GERENTE**  
**NIT: 91.258.526-1**

Diagonal 4E No. 1F Norte 03 Tel. 6553913 B. La Argentina Piedecuesta \*Celular 315 640 3344





**OLMEDO CONTRERAS ORTIZ**

NIT. 91.258.526 - 1

**PINTUINDUSTRIAL**  
**MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA**  
**DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES**

Bucaramanga, 06 de Julio 2009

Señores:

**TRANSEJES**  
**ING. MARIA FERNANDA**  
**BUCARAMANGA**

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar carro para el suministro de Medio Rodamiento para la línea de cardanes.

**ESPECIFICACIONES:**

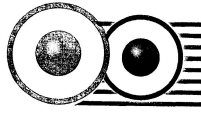
- Estructura en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Flanches para las ruedas en lámina de 3/16.
- Tiro para Toger en platina de 1/2" x 4".
- Ruedas de 6" tipo pesado.
- Manija en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Bandeja móvil con rodamiento para contenedor grande.
- Carro de 115cm de ancho x 80cm de largo x 105cm de alto.
- Pintado con pintura electrostática.

**Valor total: \$1.380.000+IVA**

Cordialmente

**OLMEDO CONTRERAS**  
**GERENTE**  
**NIT: 91.258.526-1**

**Diagonal 4E No. 1F Norte 03 Tel. 6553913 B. La Argentina Piedecuesta \*Celular 315 640 3344**



**OLMEDO CONTRERAS ORTIZ**

NIT. 91.258.526 - 1

**PINTUINDUSTRIAL**

**MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA**

**DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES**

Bucaramanga, 06 de Julio 2009

Señores:

**TRANSEJES  
ING. MARIA FERNANDA  
BUCARAMANGA**

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar carro para el suministro de Medio Yugo Deslizante.

**ESPECIFICACIONES:**

- Estructura en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Flanches para las ruedas en lámina de 3/16.
- Tiro para Toger en platina de 1/2" x 4".
- Ruedas de 6" tipo pesado.
- Manija en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Tres bandejas en lámina calibre 14 móviles con rodamiento para piezas individuales.
- Carro de 180cm de ancho x 105cm de largo x 105cm de alto.
- Pintado con pintura electrostática.

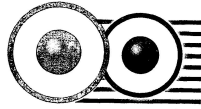
**Valor total: \$2.750.000+IVA**

Cordialmente

**OLMEDO CONTRERAS  
GERENTE  
NIT: 91.258.526-1**

Diagonal 4E No. 1F Norte 03 Tel. 6553913 B. La Argentina Piedecuesta \*Celular 315 640 3344





**OLMEDO CONTRERAS ORTIZ**

NIT. 91.258.526 - 1

**PINTUINDUSTRIAL**

**MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA**

**DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES**

Bucaramanga, 06 de Julio 2009

Señores:

**TRANSEJES**

**ING. MARIA FERNANDA**

**BUCARAMANGA**

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar carro para el suministro de Kit de Rodamiento Central.

**ESPECIFICACIONES:**

- Estructura en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Flanches para las ruedas en lámina de 3/16.
- Tiro para Toger en platina de 1/2" x 4".
- Ruedas de 6" tipo pesado.
- Manija en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Dos bandejas móviles en lámina calibre 14 con rodamientos para piezas individuales.
- Carro de 161cm de ancho x 105cm de largo x 105cm de alto.
- Pintado con pintura electrostática.

**Valor total: \$2.180.000+IVA**

Cordialmente

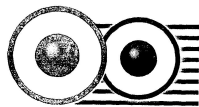
**OLMEDO CONTRERAS**

**GERENTE**

**NIT: 91.258.526-1**

Diagonal 4E No. 1F Norte 03 Tel. 6553913 B. La Argentina Piedecuesta \*Celular 315 640 3344





**OLMEDO CONTRERAS ORTIZ**

NIT. 91.258.526 - 1

**PINTUINDUSTRIAL**

**MANTENIMIENTO - DISEÑO Y PINTURA**

**DE GUARDAS EN MÁQUINAS INDUSTRIALES**

Bucaramanga, 06 de Julio 2009

Señores:

**TRANSEJES  
ING. MARIA FERNANDA  
BUCARAMANGA**

De acuerdo a su solicitud me permito cotizar lo siguiente:

Elaborar carro para el suministro de Cruceta y dados a la línea de cardanes.

**ESPECIFICACIONES:**

- Estructura en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Flanches para las ruedas en lámina de 3/16.
- Tiro para Toger en platina de 1/2" x 4".
- Ruedas de 6" tipo pesado.
- Manija en tubo cuadrado de 1" calibre 14.
- Dos bandejas móviles con rodamientos para piezas individuales y contenedor grande.
- Carro de 130cm de ancho x 105cm de largo x 105cm de alto.
- Pintado con pintura electrostática.

**Valor total: \$1.380.000+IVA**

Cordialmente

**OLMEDO CONTRERAS  
GERENTE  
NIT: 91.258.526-1**

Diagonal 4E No. 1F Norte 03 Tef. 6553913 B. La Argentina Piedecuesta \*Celular 315 640 3344



Anexo J. Auditoría programa 5 S's Febrero 2009



TRANSEJES COLOMBIA

AUDITORIA DE IMPLEMENTACION LEAN MS

5S's

FECHA: Febrero 18, 2009

COMITÉ EVALUADOR: COORDINADORES DE PRODUCCIÓN

- NOTA:
1. Un sitio de trabajo puede ser una maquina, celda, escritorio o fábrica.
  2. Inicie con las preguntas de abajo y avance hacia arriba.
  3. Si su respuesta esta de acuerdo, colorea con verde.
  4. Cuando todos los bloques esten verdes alcanza el puntaje mostrado.

Febrero 18-09  
Febrero 18-09  
Febrero 18-09  
Febrero 18-09  
Febrero 18-09  
Febrero 18-09

| NIVEL                                    | PREGUNTA  | CARD | DIF | INTER | T.U.LIP | HOMOC | JUNT | TRIP |
|--|---|------|-----|-------|---------|-------|------|------|
| 5  | Cualquier funcionario puede convencerlo de que las 5S son esenciales para estandarizar las actividades en cualquier puesto de trabajo?                                  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Cualquier funcionario puede mostrar una mejora de 5S hecha en su puesto de trabajo?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| 4  | Cuando usted pregunta al equipo de producción como una herramienta es utilizada, todos están de acuerdo con el método?  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Todas las piezas, herramientas, documentos y dispositivos están en el sitio donde son utilizados en forma óptima?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Cuando alguien coloca un material en sitio no demarcado o fuera de posición, algún colega sin ser solicitado toma la responsabilidad de colocarlo en el lugar correcto? | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | La última auditoría de 5S fue concluida hace más de 6 meses y no existe plan de una nueva auditoría?  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| 3  | Todos los operarios pueden decir como 5S ayuda a mejorar su productividad?  | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Hay piezas, herramientas, documentos o dispositivos fuera de los sitios demarcados?   | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Hay mugre y suciedad en la parte superior o trasera de los equipos de producción (sitios de difícil acceso)?  | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Se disponen adecuadamente los residuos sólidos y/o líquidos?  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| 2  | Hay evidencia de auditorías periódicas de 5S que hayan mostrado una evolución positiva a lo largo de las últimas 3 auditorías realizadas?                               | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Hay evidencia de que un equipo de funcionarios de producción compartieran las mismas actividades de 5S?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Cualquier funcionario puede mostrar una mejora a partir de actividades de 5S?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Todos los funcionarios de producción saben lo que significa 5S?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| 1  | Hay evidencia de una auditoría de 5S realizada en los últimos 2 meses?  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Hay evidencia de sitios demarcados para herramientas, piezas y documentos?  | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
|  | Algun funcionario de producción puede decir lo que significa 5S?  | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Puede usted ver fugas o residuos de líquidos?   | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
| 1  | Puede usted encontrar objetos que nadie sabe para que sirven?   | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Hay herramientas, piezas y documentos sin puesto definido?  | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | Hay evidencia de mugre y suciedad en los equipos y en el piso (sitios de fácil limpieza)?   | NO   | NO  | NO    | NO      | NO    | NO   | NO   |
|  | El personal se encuentra uniformado y limpio?   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| Esta demarcado el perímetro de la línea? |   | SI   | SI  | SI    | SI      | SI    | SI   | SI   |
| <b>NIVEL OBTENIDO</b>                    |   | 2    | 2   | 1     | 1       | 3     | 1    | 1    |

Anexo K. Bitácoras de producción par validación del modelo



**BITACORA**  
CARDANES

FECHA 01-07-09

CELDA / MAQUINA: BALANCEADORA

TURNO TRES

HORA INICIO:

HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

DISPONIBILIDAD: \_\_\_\_\_

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                  |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| TOTAL   |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |

OEE TURNO \_\_\_\_\_

V°B° LET \_\_\_\_\_

FORMULA: UNIDADES REALES / UNIDADES META

TURNO UNO

HORA INICIO: 6:00

HORA FIN: 2:00

NOMBRE OPERARIO: Alex U. / Andrés L.

| HORARIO   | N/P         | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                  |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------|
|           |             |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES |
| 6:00am    | 1916/59T-3  | 28        | 24        | 85%   | B                                   | PP          | 15'     |      |              |                  |
| 7:00am    | 59T-3       | 23        | 23        | 100%  | A                                   |             |         |      |              |                  |
| 8:00am    | "           | 23        | 23        | 100%  | L                                   |             |         |      |              |                  |
| 9:00am    | "           | 17        | 17        | 100%  | A                                   | OEE         | 15'     |      |              |                  |
| 10:00am   | "           | 17        | 17        | 100%  | N                                   | RE          | 15'     |      |              |                  |
| 11:00am   | "           | 23        | 23        | 100%  | C                                   |             |         |      |              |                  |
| 12:00pm   | 59T-3/42T-2 | 23        | 19        | 82%   | E                                   | PP          | 20'     |      |              |                  |
| 1:00pm    | 42T-2       | 17        | 17        | 100%  | J                                   | RE          | 10'     |      |              |                  |
| 2:00pm    |             |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| TOTAL     |             | 171       | 163       |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| OEE TURNO |             | 95%       |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |

V°B° LET A. Rich

FORMULA: UNIDADES REALES / UNIDADES META  
F4-961-1006

REV. JUNIO-2009



# BITACORA CARDANES

FECHA: 02-07-09

CELDA /  
MAQUINA: BALANCEADORA

TURNO TRES

HORA INICIO:   
HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

DISPONIBILIDAD: \_\_\_\_\_

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                  |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |

TOTAL  
OEE TURNO

V'B\* LET \_\_\_\_\_

FORMULA:  
OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META

## TURNO UNO

NOMBRE OPERARIO: Alex O. / Andres L.

HORA INICIO: 6:00  
HORA FIN: 2:00

| HORARIO | N/P         | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                                     |
|---------|-------------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------------------------|
|         |             |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES                    |
| 6:00am  |             |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                                     |
| 7:00am  | S4T-4       | 18        | 18        | 100%  | B                                   |             |         |      |              |                                     |
| 8:00am  | 40T-1       | 23        | 23        | 100%  | A                                   | PP          | 10'     |      |              | SN                                  |
| 9:00am  | 40T-1/15461 | 23        | 23        | 100%  | L                                   | PP          | 15'     |      |              |                                     |
| 10:00am | 1546-1      | 17        | 22        | 129%  | A                                   | OEE         | 15'     |      |              | } POS OPERACIONES CARDANES DU E CO. |
| 11:00am | "           | 17        | 22        | 129%  | N                                   | PE          | 15'     |      |              |                                     |
| 12:00pm | "           | 17        | 23        | 135%  | C                                   |             |         |      |              |                                     |
| 1:00pm  | "           | 17        | 23        | 135%  | E                                   |             |         |      |              |                                     |
| 2:00pm  | "           | 17        | 22        | 129%  | O                                   |             |         |      |              |                                     |

TOTAL  
OEE TURNO 118%

V'B\* LET O. Pineda

FORMULA:  
OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META  
F4-961-1006

REV. JUNIO-2009



# BITACORA

~~DIFERENCIALES~~  
CARDANES  
TURNO TRES

FECHA: 30-06-09

CELDA / MAQUINA: BALANCEADORA

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

HORA INICIO:

HORA FIN:

DISPONIBILIDAD: \_\_\_\_\_

| HORARIO | NIP | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                  |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| TOTAL   |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |

OEE TURNO \_\_\_\_\_

V°B° LET \_\_\_\_\_

FORMULA: UNIDADES REALES / UNIDADES META

## TURNO UNO

NOMBRE OPERARIO: Alex U.

HORA INICIO: 6:00

HORA FIN: 2:00

| HORARIO | NIP   | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                  |
|---------|-------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------|
|         |       |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD AJUSTES |
| 6:00am  |       |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                  |
| 7:00am  | 3972  | 23        | 18        | 78%   |                                     |             | PP      | 15'  |              |                  |
| 8:00am  | "     | 23        | 23        | 100%  |                                     |             |         |      |              |                  |
| 9:00am  | "     | 23        | 23        | 100%  |                                     |             |         |      |              | SIN              |
| 10:00am | "     | 16        | 16        | 100%  |                                     |             | OEE     | 15'  |              |                  |
| 11:00am | "     | 16        | 16        | 100%  |                                     |             | RE      | 15'  |              |                  |
| 12:00pm | 617-1 | 23        | 23        | 100%  |                                     |             | PP      | 10'  |              |                  |
| 1:00pm  | "     | 23        | 23        | 100%  |                                     |             |         |      |              |                  |
| 2:00pm  | 1916  | 28        | 25        | 89%   |                                     |             | PP      | 10'  |              |                  |
| TOTAL   |       | 175       | 167       |       |                                     |             |         |      |              |                  |

OEE TURNO 95%

V°B° LET J. Arredondo

FORMULA: UNIDADES REALES / UNIDADES META F4-961-1006



# BITACORA CARDANES

FECHA: Junio 18 06

CELDA / MAQUINA: Balancedora.

TURNO TRES

HORA INICIO:   
HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | NIP | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |                |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|----------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS | CANTIDAD SCRAP |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  
OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

NOMBRE OPERARIO: Alex O. Hamito

TURNO UNO

HORA INICIO: 6:00  
HORA FIN: 2:00

| HORARIO | NIP       | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |                      |
|---------|-----------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|----------------------|
|         |           |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS | CANTIDAD SCRAP       |
| 6:00am  |           |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                      |
| 7:00am  | 922057-1  | 16        | 16        | 100%  | Balon                              | P.P         | 10      |      |              |                   | Cordones de Servicio |
| 8:00am  | 1300657-1 | 23        | 23        | 100%  | "                                  |             |         |      |              |                   | S/N                  |
| 9:00am  | "         | 23        | 23        | 100%  | "                                  |             |         |      |              |                   |                      |
| 10:00am | "         | 16        | 16        | 100%  | "                                  |             | OEE 15' |      |              |                   |                      |
| 11:00am | "         | 16        | 16        | 100%  | "                                  |             | OEE 15' |      |              |                   |                      |
| 12:00pm | "         | 23        | 23        | 100%  | "                                  |             |         |      |              |                   |                      |
| 1:00pm  | "         | 23        | 23        | 100%  | "                                  |             |         |      |              |                   |                      |
| 2:00pm  | "         | 23        | 23        | 100%  | "                                  |             |         |      |              |                   |                      |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  
OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

F4-961-1006

OBSERVACIÓN : LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

REV. OCTUBRE 2006



# BITACORA CARDANES

FECHA: 14no 12-07

CELDA / MAQUINA: Balancedora.

TURNOS TRES

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

HORA INICIO:   
HORA FIN:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | NIP | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  
OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

NOMBRE OPERARIO: Alex Ollomiter

TURNOS UNO

HORA INICIO: 6:00  
HORA FIN: 2:00

| HORARIO | NIP          | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |
|---------|--------------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|
|         |              |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS |
| 6:00am  |              |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                   |
| 7:00am  | 1312197-1311 | 30        | 30        | 100%  | B                                   |             |         |      |              |                   |
| 8:00am  | "            | 30        | 30        | 100%  | 1                                   |             |         |      |              | 515               |
| 9:00am  | "            | 30        | 30        | 100%  | 0                                   |             |         |      |              |                   |
| 10:00am | "            | 30        | 30        | 100%  | C                                   |             |         |      |              |                   |
| 11:00am | Dxp-1546-1   | 17        | 15'       | 88%   | E                                   |             |         |      |              |                   |
| 12:00pm | "            | 17        | 17        | 100%  | g                                   |             |         |      |              |                   |
| 1:00pm  | "            | 17        | 17        | 100%  | d                                   |             |         |      |              |                   |
| 2:00pm  | "            | 17        | 17        | 100%  | o                                   |             |         |      |              |                   |
|         |              |           |           |       | a                                   |             |         |      |              |                   |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  
OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

F4-961-1006

OBSERVACIÓN : LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

REV:OCTUBRE-2006



# BITACORA CARDANES

FECHA: Junio 11-09

CELDA / MAQUINA: Balancedora

TURNOS TRES

HORA INICIO:

HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| TOTAL   |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |

FORMULA:  $OEE = \frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$   
OEE TURNO:

## TURNOS UNO

HORA INICIO: 6:00

HORA FIN: 12:00

NOMBRE OPERARIO: Alex Jilomitor

| HORARIO   | N/P       | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|
|           |           |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS |
| 6:00am    |           |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 7:00am    | 130042T-1 | 23        | 23        | 100%  | B                                  |             |         |      |              |                   |
| 8:00am    | 130040T-1 | 23        | 18        | 78%   | g                                  |             | PP 15'  |      |              | SIN               |
| 9:00am    | "         | 23        | 23        | 100%  | a                                  |             |         |      |              |                   |
| 10:00am   | "         | 18        | 18        | 100%  | n                                  |             | OEE 10' |      |              |                   |
| 11:00am   | "         | 18        | 18        | 100%  | C                                  |             | RE 10'  |      |              |                   |
| 12:00pm   | "         | 23        | 23        | 100%  | E                                  |             |         |      |              |                   |
| 1:00pm    | 130050T-1 | 23        | 18        | 78%   | g                                  |             | PP 15'  |      |              |                   |
| 2:00pm    | "         | 23        | 23        | 100%  | d                                  |             |         |      |              |                   |
| TOTAL     |           | 174       | 164       |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| OEE TURNO |           |           | 94%       |       |                                    |             |         |      |              |                   |

FORMULA:  $OEE = \frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$   
OEE TURNO:   
F4-961-1006

OBSERVACIÓN : LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

REV:OCTUBRE-2006



# BITACORA CARDANES

FECHA: 22/04/2009

CELDA / MAQUINA: BALANCEADORA

TURNOS TRES

HORA INICIO:

HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |                |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|----------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS | CANTIDAD SCRAP |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| TOTAL   |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |

FORMULA: OEE TURNO  
OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META

TURNOS UNO

NOMBRE OPERARIO: Francisco Cis

HORA INICIO: 8:00 AM  
HORA FIN: 4:00 PM

| HORARIO   | N/P       | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |                |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|----------------|
|           |           |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS | CANTIDAD SCRAP |
| 7:00am    |           |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| 8:00am    | 1300SPT-3 | 23        | 18        | 78%   | B                                  | PP          | 15      |      |              |                   |                |
| 9:00am    | "         | 23        | 23        | 100%  | A                                  |             |         |      |              |                   | SW             |
| 10:00am   | "         | 16        | 16        | 100%  | C                                  | OEE         | 15      |      |              |                   |                |
| 11:00am   | 1300SOT-1 | 18        | 14        | 78%   | A                                  | RE          | 15      |      |              |                   |                |
| 12:00pm   | 1300SOT-2 | 23        | 23        | 100%  | O                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 1:00pm    | "         | 23        | 23        | 100%  | P                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 2:00pm    | 0         | 0         | 0         | 0     | X                                  | MS          | 60      |      |              |                   |                |
| TOTAL     |           | 190       | 180       |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |
| OEE TURNO |           |           | 95%       |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |

FORMULA: OEE TURNO  
OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META

OBSERVACIÓN : LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.



# BITACORA CARDANES

FECHA: 20-04-09

CELDA / MAQUINA: BALANCEADORA

TURNO TRES

HORA INICIO:

HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                     |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|---------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRABAJOS |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |
| TOTAL   |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                     |

FORMULA: OEE TURNO

OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

TURNO UNO

HORA INICIO: 7:00 am

HORA FIN: 2:00 pm

NOMBRE OPERARIO: Francisco Cepis

| HORARIO | N/P  | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                        |
|---------|------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|------------------------|
|         |      |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRABAJOS    |
| 6:00am  |      |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                        |
| 7:00am  |      |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                        |
| 8:00am  | 1311 | 20        | 20        | 100%  | B                                  |             |         |      |              |                        |
| 9:00am  | "    | 32        | 32        | 100%  | A                                  |             |         |      |              |                        |
| 10:00am | "    | 24        | 24        | 100%  | N                                  | OEE 15'     |         |      |              |                        |
| 11:00am | "    | 24        | 24        | 100%  | C                                  | RE 15'      |         |      |              |                        |
| 12:00pm | "    | 32        | 17        | 53%   | E                                  |             |         |      |              |                        |
| 1:00pm  | "    | 32        | 32        | 100%  | A                                  |             |         |      |              |                        |
| 2:00pm  | "    | 24        | 24        | 100%  | D                                  | O.N 20'     |         |      |              | Auditoria dimax<br>GMC |
| TOTAL   |      | 188       | 173       |       |                                    |             |         |      |              |                        |

FORMULA: OEE TURNO

OEE:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

F4-961-1006

OBSERVACIÓN: LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA. ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

REV:OCTUBRE-2006



# BITACORA CARDANES

FECHA: 26-03-09

CELDA / MAQUINA: BALANZADORA

TURNO TRES

HORA INICIO:

NOMBRE OPERARIO: \_\_\_\_\_

HORA FIN:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                     |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|---------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRABAJOS |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 12:00am |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |

T N

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

TURNO UNO

HORA INICIO: 6:00

NOMBRE OPERARIO: Andres Lopez

HORA FIN: 7:00

| HORARIO | N/P         | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAIZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                     |
|---------|-------------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|---------------------|
|         |             |           |           |       | HORA A HORA                         | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRABAJOS |
| 6:00am  |             |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |
| 6:00am  | 1310447-209 | 30        | 30        | 100%  | B                                   |             |         |      |              |                     |
| 7:00am  | r           | 30        | 30        | 100%  | A                                   |             |         |      |              |                     |
| 8:00am  | r           | 30        | 30        | 100%  | L                                   |             |         |      |              |                     |
| 9:00am  | r           | 22        | 22        | 100%  | A                                   | OEE         | 15'     |      |              |                     |
| 10:00am | r           | 22        | 22        | 100%  | N                                   | RE          | 20'     |      |              |                     |
| 11:00am | h           | 30        | 30        | 100%  | C                                   |             |         |      |              |                     |
| 12:00pm | r           | 30        | 30        | 100%  | E                                   |             |         |      |              |                     |
| 1:00pm  | r           | 30        | 30        | 100%  | O                                   |             |         |      |              |                     |
| 2:00pm  |             |           |           |       |                                     |             |         |      |              |                     |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA:  $\frac{\text{UNIDADES REALES}}{\text{UNIDADES META}}$

**OBSERVACIÓN :** LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

F4-961-1006

REV:OCTUBRE-2006



# BITACORA CARDANES

FECHA: 06-03-09

CELDA / MAQUINA: BANCAADORA

TURNO TRES

HORA INICIO:

HORA FIN:

NOMBRE OPERARIO:

DISPONIBILIDAD: 7.3 HORAS

| HORARIO | N/P | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |
|---------|-----|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|
|         |     |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS |
| 10:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 11:00pm |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 12:00am |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 1:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 2:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 3:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 4:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 5:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |
| 6:00am  |     |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA: OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META

TURNO UNO

HORA INICIO: 6:00

HORA FIN: 2:00

NOMBRE OPERARIO: Andrés López

| HORARIO | N/P   | META 100% | REALIZADO | O.E.E | CAUSA RAZ DE PERDIDA DE PRODUCCIÓN |             |         |      |              |                   |                |
|---------|-------|-----------|-----------|-------|------------------------------------|-------------|---------|------|--------------|-------------------|----------------|
|         |       |           |           |       | HORA A HORA                        | HORA A HORA | MÁQUINA | CÓD. | TIEMPO (min) | CANTIDAD RETRAJOS | CANTIDAD SCRAP |
| 6:00am  | 597-3 | 23        | 25        | 108%  | B                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 7:00am  | "     | 23        | 25        | 108%  | A                                  |             |         |      |              | S/N               |                |
| 8:00am  | "     | 23        | 25        | 108%  | L                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 9:00am  | "     | 16        | 18        | 112%  | A                                  | OEE 15%     |         |      |              |                   |                |
| 10:00am | "     | 16        | 18        | 112%  | N                                  | RE 20%      |         |      |              |                   |                |
| 11:00am | "     | 23        | 25        | 108%  | C                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 12:00pm | "     | 23        | 25        | 108%  | E                                  |             |         |      |              |                   |                |
| 1:00pm  | "     | 16        | 19        | 118%  | O                                  | RE 15%      |         |      |              |                   |                |
| 2:00pm  |       |           |           |       |                                    |             |         |      |              |                   |                |

TOTAL

OEE TURNO

FORMULA: OEE: UNIDADES REALES / UNIDADES META

OBSERVACIÓN : LAS BITACORAS SE DEBEN DILIGENCIAR COMPLETAMENTE EN FORMA DIARIA, ASI LA MÁQUINA NO SE TRABAJE EN EL TURNO, Y LA PARADA OCASIONADA DEBE REGISTRARSE A LA MAQUINA QUE LA OCASIONA.

F4-961-1006

REV:OCTUBRE-2006

## Anexo L Resultados 10 replicas del modelo para su validación

Los resultados se presentan en el archivo adjunto en PDF.

## Anexo M. Resultados escenarios de evaluación (5 Replicas)

Los resultados se presentan en el archivo adjunto en PDF.

Anexo N. Gráficas de nivel de acumulación y tiempos escenarios de evaluación (5 Replicas)

**Escenario Actual**

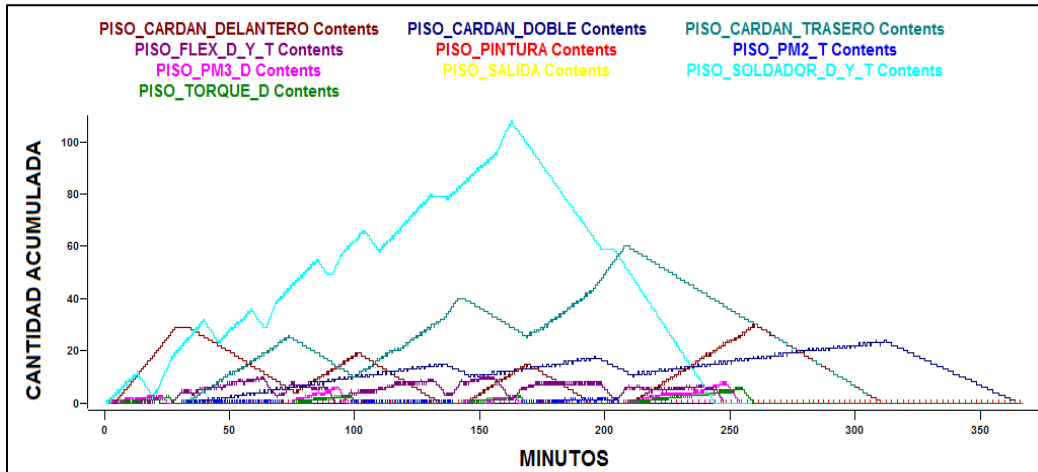
Lote de entrada 30 cardánes delanteros y 50 cardánes traseros

Tiempo promedio de proceso: 6,12 horas

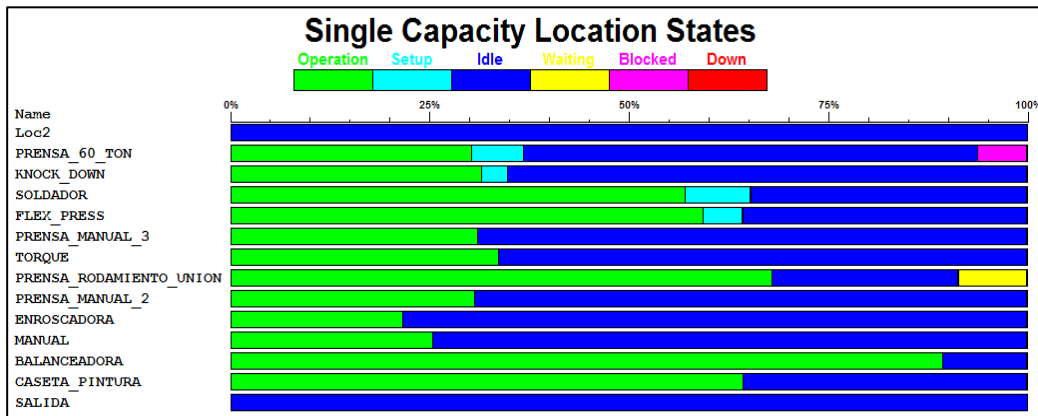
Nivel máximo de acumulación promedio: 108 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 8,62%

**Grafica nivel de acumulación**



**Gráficas comportamiento puestos de trabajo**



Fuente: Autora

### Escenario flujo pieza a pieza

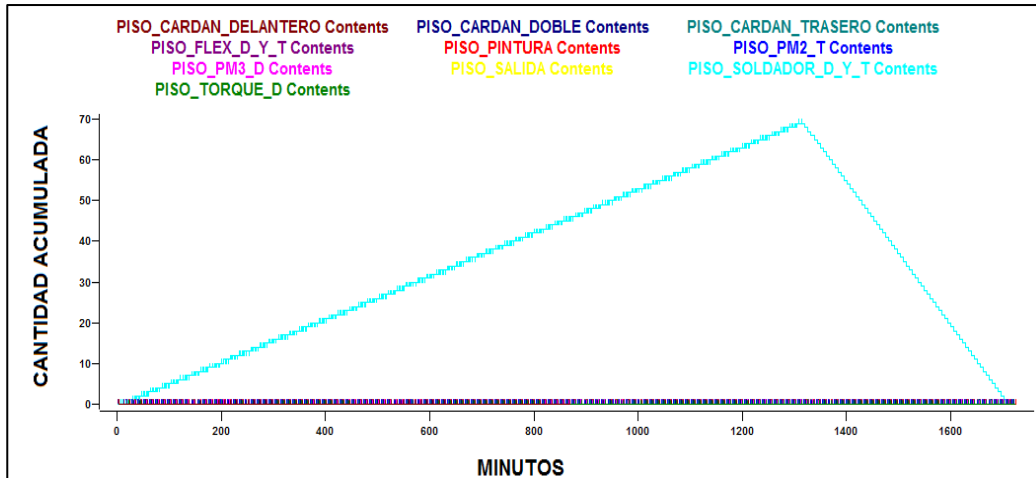
Lote de entrada 1 cardán delantero y 1 cardán trasero

Tiempo promedio de proceso: 28,77 horas

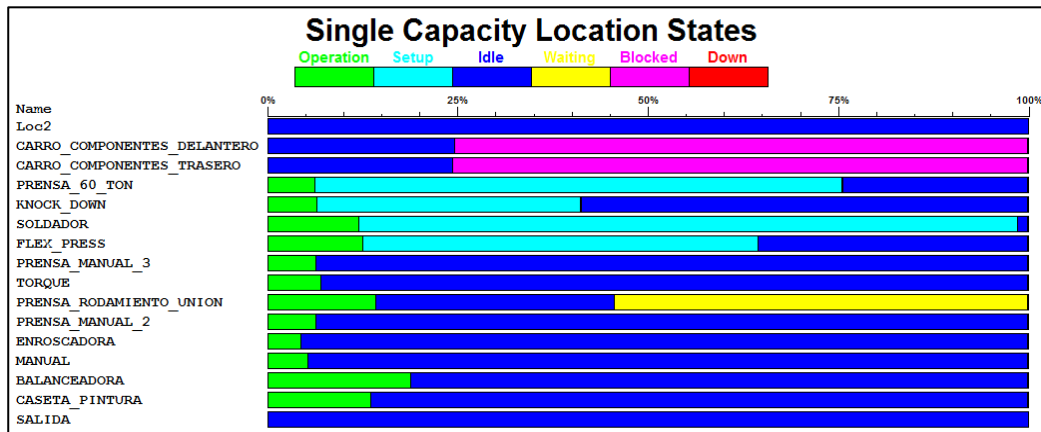
Nivel máximo de acumulación promedio: 70 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 54,27%

### Grafica nivel de acumulación



### Gráficas comportamiento puestos de trabajo



Fuente: Autora

### Escenario Lote entrada igual lote demanda

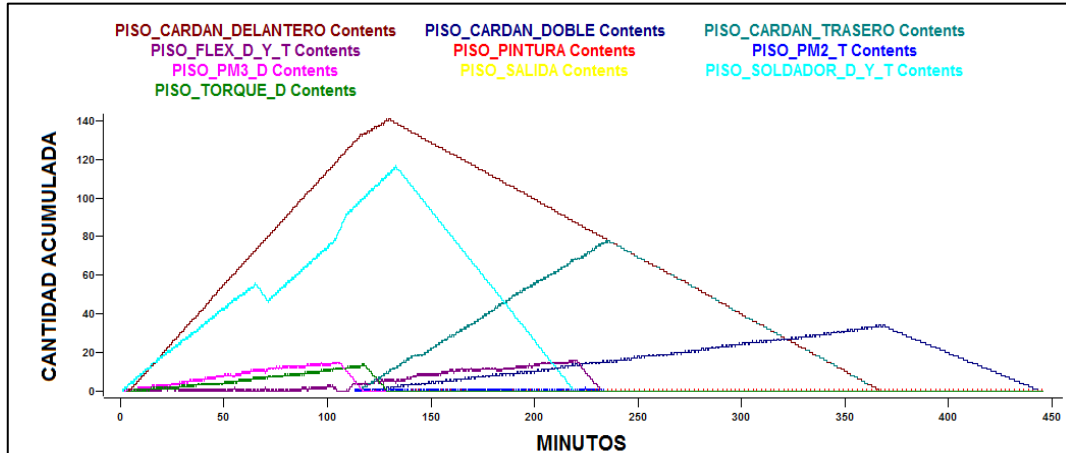
Lote de entrada 150 cardán delantero y 150 cardán trasero

Tiempo promedio de proceso: 7,46 horas

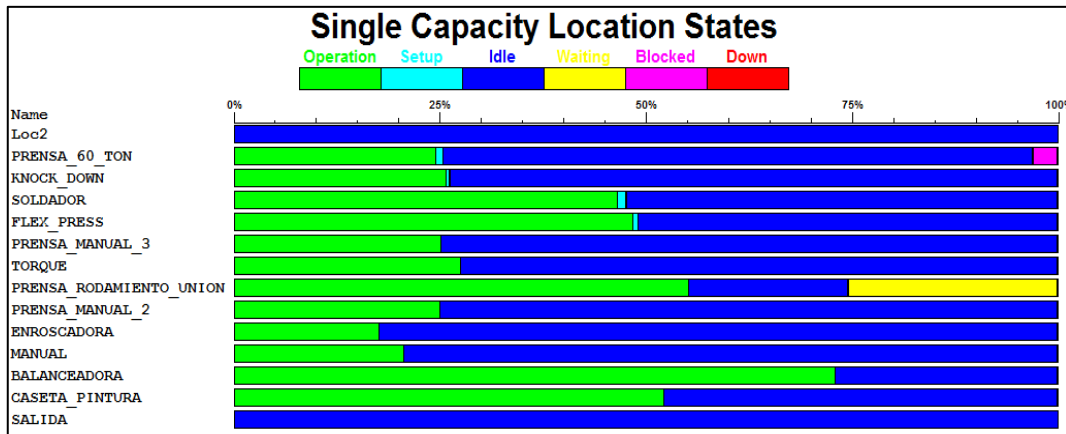
Nivel máximo de acumulación promedio: 141,2 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 25,33%

### Grafica nivel de acumulación



### Gráficas comportamiento puestos de trabajo



Fuente: Autora

### Escenario Lote PAR 75 unidades

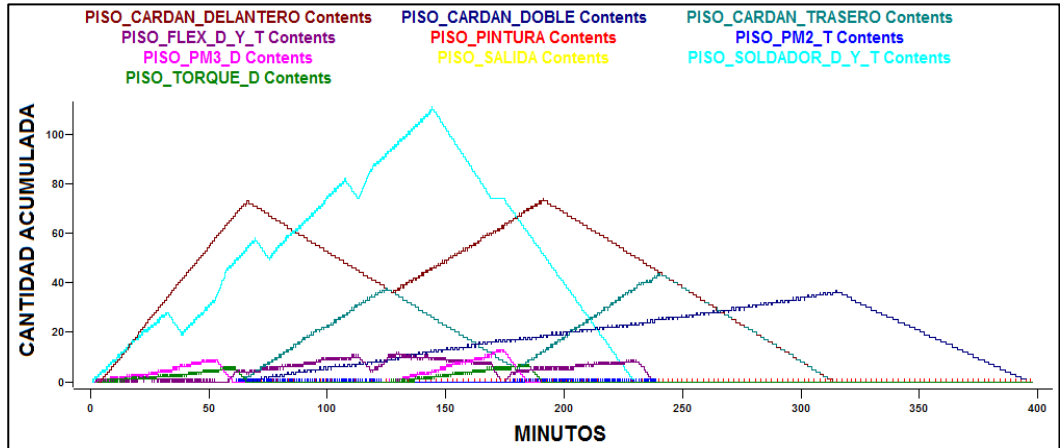
Lote de entrada 75 cardán delantero y 75 cardán trasero

Tiempo promedio de proceso: 6,59 horas

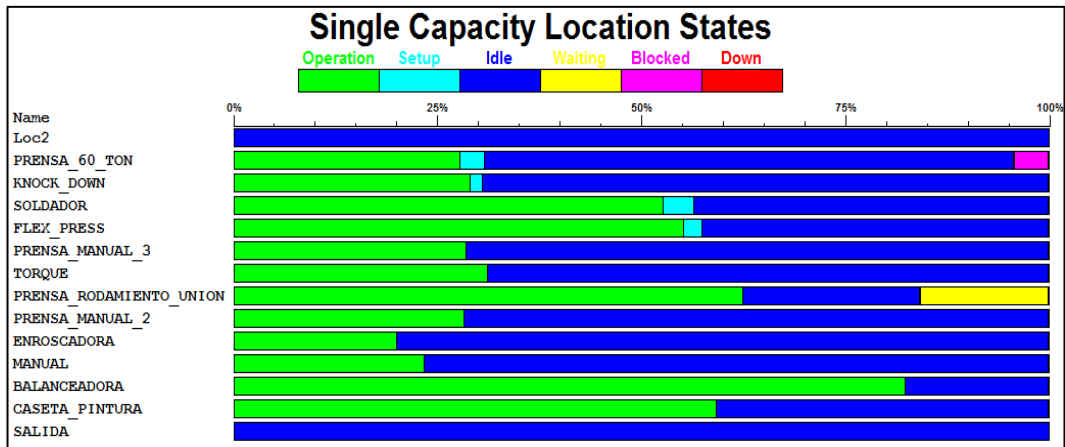
Nivel máximo de acumulación promedio: 111 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 15,69%

### Grafica nivel de acumulación



### Gráficas comportamiento puestos de trabajo



Fuente: Autora

### Escenario Lote PAR 30 unidades

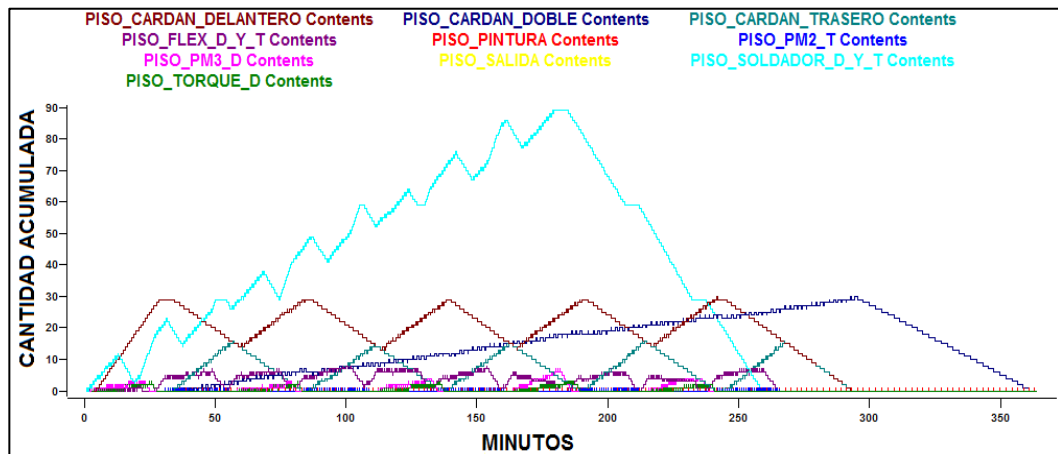
Lote de entrada 30 cardán delantero y 30 cardán trasero

Tiempo promedio de proceso: 6,08 horas

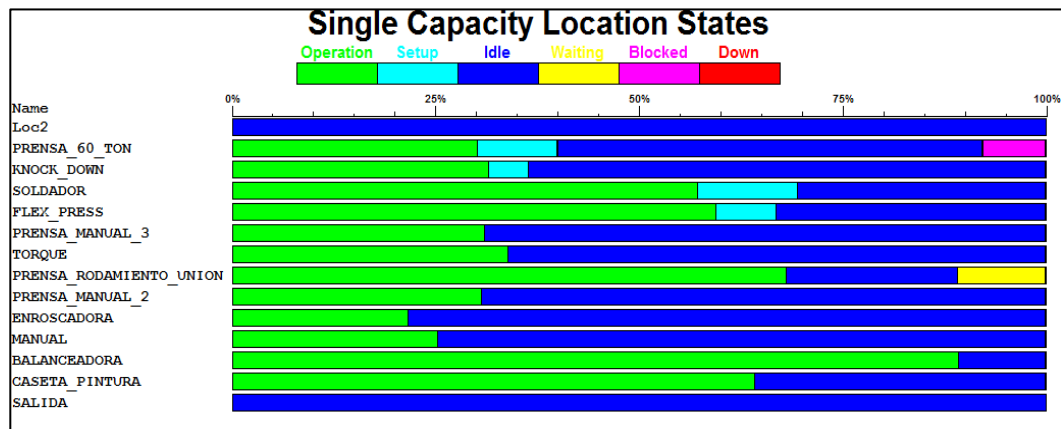
Nivel máximo de acumulación promedio: 89,2 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 10,80%

### Grafica nivel de acumulación



### Gráficas comportamiento puestos de trabajo



Fuente: Autora

### Escenario Lote PAR 10 unidades

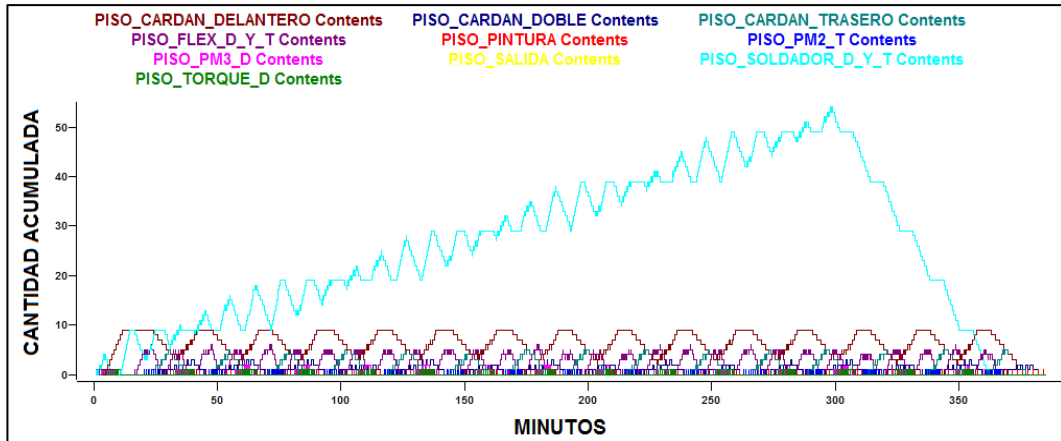
Lote de entrada 10 cardán delantero y 10 cardán trasero

Tiempo promedio de proceso: 6,44 horas

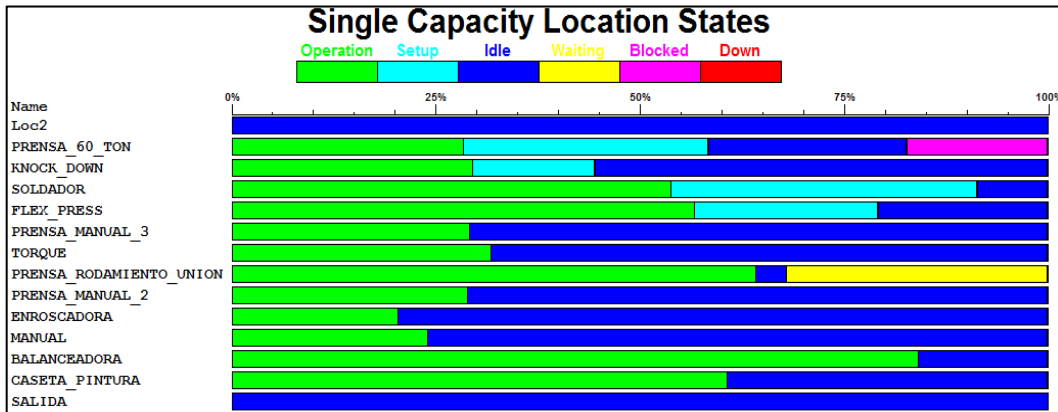
Nivel máximo de acumulación promedio: 54,4 piezas

Porcentaje promedio de espera prensa rodamiento: 31,99%

### Grafica nivel de acumulación




### Gráficas comportamiento puestos de trabajo



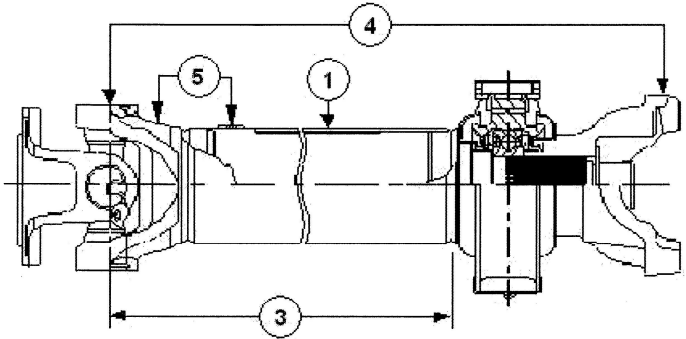
Fuente: Autora

Anexo O. Plan de control modificado (operación 30)

HOJA 1 DE 2

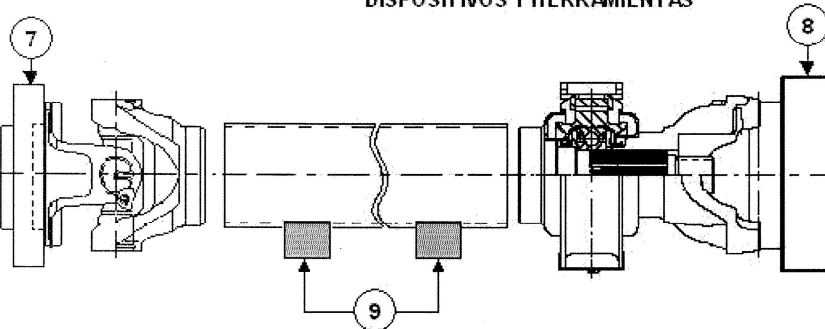
|   |          |                                      |                     |                      |                         |             |                           |
|---|----------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------|---------------------------|
|  |          | <b>PLAN DE CONTROL DE PRODUCCION</b> |                     |                      |                         | OP No.      | 030                       |
|   |          |                                      |                     |                      |                         | PLAN No.    | <b>CPC-030-002-406-30</b> |
| LINEA:  | CARDANES | MAQUINA:                             | PRENSA 60 TONELADAS | DESCRIP OP           | ENSAMBLE DE COMPONENTES |             |                           |
| MODELO:   | N.A.     | APLIC.                               | NPR BUSETA          |                      | NP TRANSEJES            | 130059T-3   |                           |
| SERIE:  | 1410     | ESTADO                               |                     | NP MATERIA PRIMA     | NP CLIENTE              | 95624283-0A |                           |
| NIVEL DE INGENIERIA   | D        | FECHA                                | 7-16-2007           | NP MATERIA PRIMA OPC | CLIENTE:                | COLMOTORES  |                           |

### CARACTERISTICAS DE INSPECCION



---

### DISPOSITIVOS Y HERRAMIENTAS



### DESCRIPCION OPERACION

Coloque el tubo sobre los calzos de apoyo, ubique los componentes a ensamblar en los dispositivos de localizacion respectivos de tal forma que coincidan los diametros de ensamble de los componentes, dar ciclo de trabajo a la maquina.

| CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO |                                      |                |               |             |                     |                |               |                  |        |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|-------------|---------------------|----------------|---------------|------------------|--------|
| #                            | DESCRIPCION                          | ESPECIF.       | INST MEDICION | INSTRUCTIVO | METODO CONTROL      | TAMAÑO MUESTRA | FREC INSP;    | PLAN REACCION    | P.A.P. |
| 1                            | NIP CARDAN DEL ANTERO                | 131012T-1917   | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P.        | 1              | P.A.P.        | SUSTITUIR        |        |
| 2                            | NIVEL DE INGENIERIA CARDAN DELANTERO | V/7-16-2007    | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P./ PLANO | 1              | P.A.P.        | SUSTITUIR        |        |
| 3                            | LONGITUD EN MM CARDAN DELANTERO      | 549,40; 550,90 | CG-010001T    | N.A.        | CARTA P.A.P./L. CH. | 3/2            | P.A.P. - I.D. | REAJUSTAR P.A.P. |        |

| SIMBOLOS PARA CARACTERISTICAS ESPECIALES DE CONTROL  |   |  |                      |         | ABREVIATURAS   |  |  | MFJ HISTORICO |            |             |
|--|---|--|----------------------|---------|--|--|--|---------------|------------|-------------|
| DEFINICION   | GENERAL MOTORS                              | FORD MOTOR CO                                | CHRYSLER             | SOFA SA | T. H. CO   |  |  |               | LETRA      | FECHA       |
| NO RELACIONADA A CONSIDERACIONES LEGALES O DE SEGURIDAD  | ENSAMBLE / FUNCIONAMIENTO<br>< F / F ><br>◇ | CARACTERISTICA SIGNIFICANTE<br>SC<br>NINGUNA | DIAMANTE<br>◇        | △       | ⊙<br>CARAC. CRITICAS<br>○<br>CARAC. SIGNIFICATIVA<br>SEGUN ESPEC. EI-60002T          | P.A.P. = PUESTA A PUNTO<br>N.R. = HOJA DE REGISTRO<br>N.A. = NO APLICA<br>C.C.O = CARTA COMPARADOR OPTICO<br>N / P = NUMERO DE PARTE<br>I. T. = INICIO DE TURNO<br>L.V.P. = LISTA VERIF. PARAM.<br>L.CH. = LISTA CHEGUEO<br>C. C. = CADA CAMBIO<br>N. D. = NO DISPONIBLE<br>C.Me = CARTA MEDIANA<br>MDO = CARTA MUESTREO MEZCLADO<br>R.I.F. = REGISTRO DE INSPECCION FINAL |  |               | POR        | VoBo J.L.V. |
| CON CONSIDERACIONES LEGALES O DE SEGURIDAD   | SEGURIDAD / CUMPLIMIENTO<br>< S / C ><br>⊙  | CARACTERISTICAS CRITICAS<br>CC<br>▽          | ESCUDO<br>< S ><br>⊙ | ⊙       | <b>TRANSEJES</b><br>< CI > / < KCC ><br>CARAC. DE CONTROL<br>SEGUN ESPEC. ES00010000 |  |  |               | ULTIMO MFJ | FECHA       |
| <input type="checkbox"/> Prototipo <input checked="" type="checkbox"/> Prelanzamiento <input checked="" type="checkbox"/> Producción |   |  |                      |         |  |  |  | POR           | VoBo       |             |

F4-962-1106

Impresión: 10/07/2009 - 02:16:44 p.m.

Fecha (d/m/a)-Hora Inicio P.A.P.

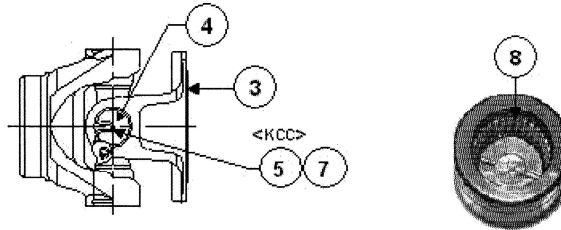
Fecha (d/m/a)-Hora Fin P.A.P.

Seguimiento al Lote

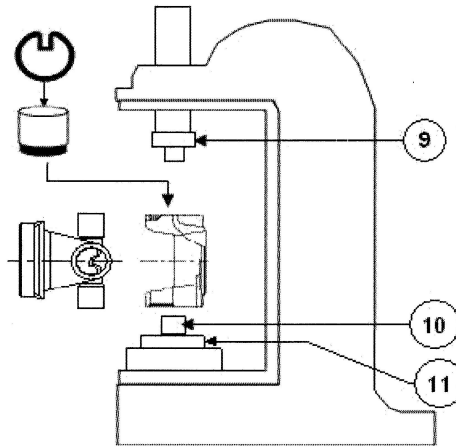
VoBo, P.A.P.

|                     |          |                                      |                 |                      |                         |             |                 |
|---------------------|----------|--------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------------|-------------|-----------------|
|                     |          | <b>PLAN DE CONTROL DE PRODUCCION</b> |                 |                      |                         | OP No.      | 020             |
|                     |          |                                      |                 |                      |                         | PLAN No.    | CPC-020-004-149 |
| LINEA:              | CARDANES | MAQUINA:                             | PRENSA MANUAL 3 | DESCRIP OP           | ENSAMBLE DE COMPONENTES |             |                 |
| MODELO:             | N.A.     | APLIC.                               | NPR BUSETA      |                      | NP TRANSEJES            | 130059T-3   |                 |
| SERIE:              | 1410     | ESTADO                               |                 | NP MATERIA PRIMA     | NP CLIENTE              | 95624283-0A |                 |
| NIVEL DE INGENIERIA | D        | FECHA                                | 7-16-2007       | NP MATERIA PRIMA OPC | CLIENTE:                | COLMOTORES  |                 |

**CARACTERISTICAS DE INSPECCION**



**DISPOSITIVOS Y HERRAMIENTAS**



**DESCRIPCION OPERACION**

Ubicar el muñon de la cruceta dentro de la oreja del yugo brida, luego posicione manualmente el dado en el muñon de la cruceta y en la oreja del yugo brida, con el brazo movil ensamblar el dado; instale la chaveta; gire el yugo fijo y repita el proceso para la otra oreja.

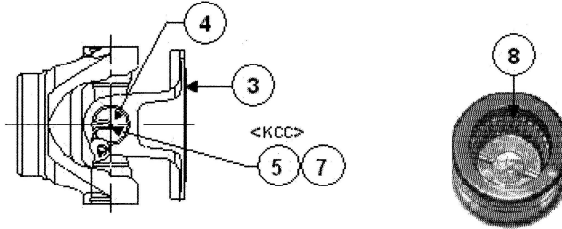
**CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO**

| # | DESCRIPCION          | ESPECIF.     | INST MEDICION | INSTRUCTIVO | METODO CONTROL | TAMAÑO MUESTRA | FREC INSP : | PLAN REACCION | P.A.P. |
|---|----------------------|--------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------|--------|
| 1 | NIP CARDAN DELANTERO | 131012T-1917 | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P.   | 1              | P.A.P.      | SUSTITUIR     |        |

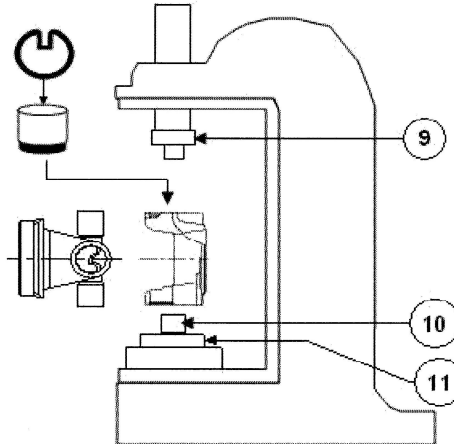
| SIMBOLOS PARA CARACTERISTICAS ESPECIALES DE CONTROL  |   |  |                   |                                  |  | ABREVIATURAS                  |  | MFJ HISTORICO       |             |
|--|---|--|-------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|--|---------------------|-------------|
| DEFINICION   | GENERAL HOI OBS ENSAMBLE / FUNCIONAMIENTO | FORD MOTOR CO. CARACTERISTICA SIGNIFICANTE | CHRYSLER          | SOFASA                           | T. H. CO   |                               |  | LETRA               | FECHA       |
| NO RELACIONADA A CONSIDERACIONES LEGALES O DE SEGURIDAD  | < F / F ><br>◇                            | -SC NINGUNA                                | < D ><br>◇        | △                                | ○ CARAC. CRITICAS<br>○ CARAC. SIGNIFICATIVA SEGUN ESPEC. EI-60003T |                               |  | POR                 | VoBo J.L.V. |
| CON CONSIDERACIONES LEGALES DE SEGURIDAD   | < S / C ><br>▽                            | CARACTERISTICAS CRITICAS -CC               | ESCUDO < S ><br>▽ | ▽ <sub>S</sub>                   | ○ < CI > / < KCC ><br>○ CARAC. DE CONTROL SEGUN ESPEC. ES00010060  |                               |  | ULTIMO MFJ          | LETRA FECHA |
| <input type="checkbox"/> Prototipo <input checked="" type="checkbox"/> Prelanzamiento <input checked="" type="checkbox"/> Producción |   |  |                   |                                  |  |                               |  | POR                 | VoBo        |
| F4-962-1106  |   | Impresión: 10/07/2009 - 02:28:08 p.m.      |                   | Fecha (d/m/a)-Hora Inicio P.A.P. |  | Fecha (d/m/a)-Hora Fin P.A.P. |  | Seguimiento al Lote |             |
|  |   |  |                   |                                  |  |                               |  | VoBo. P.A.P.        |             |

|                     |          |                                      |                   |                      |                         |            |                        |
|---------------------|----------|--------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|------------|------------------------|
|                     |          | <b>PLAN DE CONTROL DE PRODUCCION</b> |                   |                      |                         | OP No.     | 020                    |
|                     |          |                                      |                   |                      |                         | PLAN No.   | <b>CPC-020-004-148</b> |
| LÍNEA:              | CARDANES | MAQUINA:                             | PRENSA MANUAL 3   | DESCRIP OP           | ENSAMBLE DE COMPONENTES |            |                        |
| MODELO:             | N.A.     | APLIC.                               | NPR CAMION/BUSETA | NP TRANSEJES         | 130059T-3               |            |                        |
| SERIE:              | 1410     | ESTADO                               |                   | NP MATERIA PRIMA     | NP CLIENTE 95624283-0A  |            |                        |
| NIVEL DE INGENIERIA | D        | FECHA                                | 7-16-2007         | NP MATERIA PRIMA OPC | CLIENTE:                | COLMOTORES |                        |

**CARACTERÍSTICAS DE INSPECCION**



**DISPOSITIVOS Y HERRAMIENTAS**



**DESCRIPCION OPERACION**

Ubicar el muñon de la cruceta dentro de la oreja del yugo brida, luego posicione manualmente el dado en el muñon de la cruceta y en la oreja del yugo brida, con el brazo movil ensamblar el dado; instale la chaveta; gire el yugo fijo y repita el proceso para la otra oreja.

**CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

| # | DESCRIPCION        | ESPECIF.     | INST MEDICION | INSTRUCTIVO | METODO CONTROL | TAMAÑO MUESTRA | FREC INSP : | PLAN REACCION | P.A.P. |
|---|--------------------|--------------|---------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------|--------|
| 1 | NIP CARDAN TRASERO | 132059T-2716 | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P.   | 1              | P.A.P.      | SUSTITUIR     |        |

| SIMBOLOS PARA CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE CONTROL  |   |   |                        |         | ABREVIATURAS  |  | MFJ HISTORICO |            |             |       |
|--|---|---|------------------------|---------|---|--|---------------|------------|-------------|-------|
| DEFINICION   | GENERAL MOTORS                              | FORD MOTOR CO.                                | CHRYSLER               | SOFA SA | T. H. CO  |  |               | LETRA      | FECHA       |       |
| NO RELACIONADA A CONSIDERACIONES LEGALES O DE SEGURIDAD  | ENSAMBLE / FUNCIONAMIENTO<br>< F / F ><br>◇ | CARACTERISTICA SIGNIFICANTE<br>-SC<br>NINGUNA | DIAMANTE<br>< D ><br>◇ |         | CARAC. CRITICAS<br>⊙<br>CARAC. SIGNIFICATIVA SEGUN ESPEC. EI-60003T               |  |               | POR        | VoBo J.L.V. |       |
| CON CONSIDERACIONES LEGALES DE SEGURIDAD   | SEGURIDAD / CUMPLIMIENTO<br>< S / C ><br>⊙  | CARACTERÍSTICAS CRITICAS<br>-CC<br>▽          | ESCUDO<br>< S ><br>⊙   |         | <b>TRANSEJES</b><br>< CI > / < KCC ><br>CARAC. DE CONTROL SEGUN ESPEC. ES00010060 |  |               | ULTIMO MFJ | LETRA       | FECHA |
| <input type="checkbox"/> Prototipo <input checked="" type="checkbox"/> Prelanzamiento <input checked="" type="checkbox"/> Producción |   |   |                        |         |   |  |               |            | POR         | VoBo  |

F4-962-1106


Impresión: 10/07/2009 - 02:28:00 p.m.

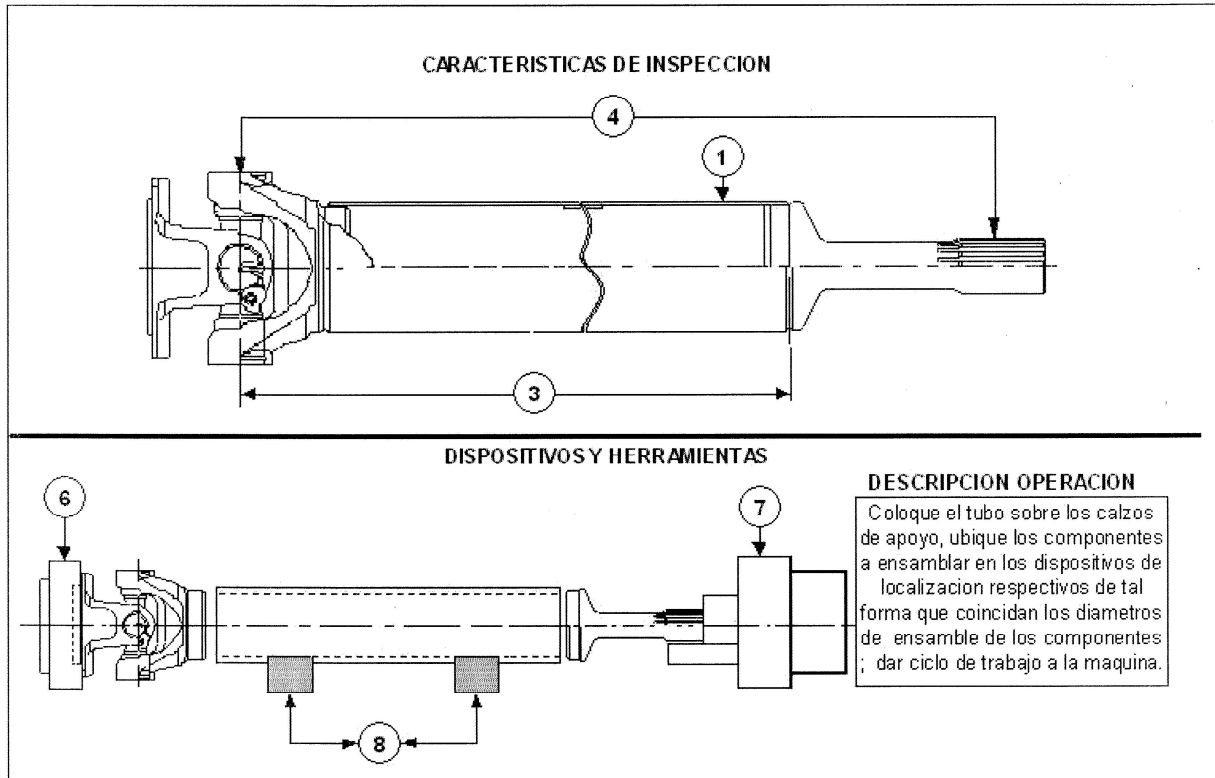
Fecha (d/m/a)-Hora Inicio P.A.P.

Fecha (d/m/a)-Hora Fin P.A.P.

Seguimiento al Lote

VoBo. P.A.P.

|   |          |                                      |                    |                      |                         |              |                           |
|---|----------|--------------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------|---------------------------|
|  |          | <b>PLAN DE CONTROL DE PRODUCCION</b> |                    |                      |                         | OP No.       | 030                       |
|   |          |                                      |                    |                      |                         | PLAN No.     | <b>CPC-030-002-407-58</b> |
| LINEA:  | CARDANES | MAQUINA:                             | PRESA 60 TONELADAS | DESCRIP OP           | ENSAMBLE DE COMPONENTES | NP TRANSEJES | 130059T-3                 |
| MODELO:   | N.A.     | APLIC.                               | NPR BUSETA         |                      |                         | NP CLIENTE   | N.A.                      |
| SERIE:  | 1410     | ESTADO                               |                    | NP MATERIA PRIMA     |                         | CLIENTE:     | COLMOTORES                |
| NIVEL DE INGENIERIA   | D        | FECHA                                | 7-16-2007          | NP MATERIA PRIMA OPC |                         |              |                           |



| CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO |                                    |                |               |             |                       |                |               |                  |        |
|------------------------------|------------------------------------|----------------|---------------|-------------|-----------------------|----------------|---------------|------------------|--------|
| #                            | DESCRIPCION                        | ESPECIF.       | INST MEDICION | INSTRUCTIVO | METODO CONTROL        | TAMAÑO MUESTRA | FREC INSP     | PLAN REACCION    | P.A.P. |
| 1                            | NIP CARDAN TRASERO                 | 132058T-2716   | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P.          | 1              | P.A.P.        | SUSTITUIR        |        |
| 2                            | NIVEL DE INGENIERIA CARDAN TRASERO | LIB / 2-23-05  | VISUAL        | N.A.        | CARTA P.A.P. / PLANO  | 1              | P.A.P.        | SUSTITUIR        |        |
| 3                            | LONGITUD EN MM CARDAN TRASERO      | 751,84; 753,34 | CG-010001T    | N.A.        | CARTA P.A.P. / L. CH. | 3/2            | P.A.P. - I.D. | REAJUSTAR P.A.P. |        |

| SIMBOLOS PARA CARACTERISTICAS ESPECIALES DE CONTROL  |   |   |                        |                | ABREVIATURAS   |   | MFJ HISTORICO |                     |             |
|--|---|---|------------------------|----------------|--|---|---------------|---------------------|-------------|
| DEFINICION   | GENERAL MOTORS                              | FORD MOTOR CO.                                | CHRYSLER               | SOFASA         | T. H. CO.  |   |               | LETRA               | FECHA       |
| NO RELACIONADA A CONSIDERACIONES LEGALES O DE SEGURIDAD  | ENSAMBLE / FUNCIONAMIENTO<br>< F / F ><br>◇ | CARACTERISTICA SIGNIFICANTE<br>-SC<br>NINGUNA | DIAMANTE<br>< D ><br>◇ | △              | CARAC. CRITICAS<br>○<br>CARAC. SIGNIFICATIVA SEGUN ESPEC. EI-60002T        | P.A.P. = PUESTA A PUNTO<br>H.R. = HOJA DE REGISTRO<br>N.A. = NO APLICA<br>C.C.O = CARTA COMPARADOR OPTICO<br>N / P = NUMERO DE PARTE<br>I. T. = INICIO DE TURNO<br>L.V.P. = LISTA VERIF. PARAM. |               | POR                 | VoBo J.L.V. |
| CON CONSIDERACIONES LEGALES DE SEGURIDAD   | SEGURIDAD / CUMPLIMIENTO<br>< S / C ><br>◇  | CARACTERISTICAS CRITICAS<br>-CC<br>▽          | ESCUDO<br>< S ><br>◇   | ◇ <sub>s</sub> | TRANSEJES<br>< CI > / < KCC ><br>CARAC. DE CONTROL SEGUN ESPEC. ES00010060 | L.CH. = LISTA CHEQUEO<br>C. C. = CADA CAMBIO<br>M. D. = NO DISPONIBLE<br>C.Me = CARTA MEDIAMA<br>MDO = CARTA MUESTREO MEZCLADO<br>R.I.F. = REGISTRO DE INSPECCION FINAL                         |               | ULTIMO MFJ<br>LETRA | FECHA       |
| <input type="checkbox"/> Prototipo <input checked="" type="checkbox"/> Prelanzamiento <input checked="" type="checkbox"/> Producción |   |   |                        |                |  |   | POR           | VoBo                |             |

F4-962-1106

Impresión: 10/07/2009 - 02:16:36 p.m.

Fecha (d/m/a)-Hora Inicio P.A.P.

Fecha (d/m/a)-Hora Fin P.A.P.

Seguimiento al Lote

VoBo. P.A.P.

Anexo P. Tiempos de ciclo proceso de ensamble después de la mejora

|  |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
|--|--------------|-------|-------|-----------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------------|----------|--------------|----------|
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| BENITO JIMENEZ   | 1            |       |       | PRESA BARFAG    | 20 SUBENSAMBLE YUGO FUO- YUGO BRIDA |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 54,67        | 62,34 | 60,23 | 60,34           | 68,40                               | 62,30 | 62,40 | 60,44 | 65,30 | 60,70 | 67,00 | 63,20 | 62,28 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 62,28        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>74,732</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>48,17214</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>385,3771</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 74,732 | PIEZAS HORA | 48,17214 | PIEZAS TURNO | 385,3771 |
| T.TIPO   | 74,732       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 48,17214     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 385,3771     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| RAMIRO PARRA   | 1            |       |       | PRESA MANUAL 1  | 20 SUBENSAMBLE YUGO FUO- YUGO BRIDA |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 64,11        | 68,34 | 69,00 | 59,80           | 70,40                               | 61,00 | 68,30 | 70,20 | 60,23 | 70,33 | 70,22 | 67,40 | 66,61 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 66,61        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>79,933</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>45,03772</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>360,3018</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 79,933 | PIEZAS HORA | 45,03772 | PIEZAS TURNO | 360,3018 |
| T.TIPO   | 79,933       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 45,03772     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 360,3018     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| JUAN CARLOS ORDOÑEZ  | 1            |       |       | PRESA 60 TN     | 30 ENSAMBLE DE COMPONENTES          |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 18,00        | 20,05 | 22,30 | 17,20           | 22,16                               | 18,00 | 33,71 | 18,70 | 19,34 | 20,10 | 20,30 | 18,3  | 20,68 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 20,13        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>49,737</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>72,38072</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>579,0458</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 49,737 | PIEZAS HORA | 72,38072 | PIEZAS TURNO | 579,0458 |
| T.TIPO   | 49,737       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 72,38072     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 579,0458     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| HOJA N° 1  |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| JUAN CARLOS ORDOÑEZ  | 1            |       |       | KNOW DOWN       | 40 PRE-ENDEREZADO                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 34,56        | 51,57 | 22,60 | 32,45           | 29,53                               | 21,50 | 37,15 | 27,05 | 40,00 | 42,84 | 43,91 | 40,91 | 35,34 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 35,34        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>42,407</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>84,89165</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>679,1332</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 42,407 | PIEZAS HORA | 84,89165 | PIEZAS TURNO | 679,1332 |
| T.TIPO   | 42,407       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 84,89165     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 679,1332     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DIEGO HERNANDEZ  | 1            |       |       | SODA DOR HOBART | 50 SOLDAR COMPONENTES               |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 31,24        | 30,20 | 32,50 | 38,00           | 33,00                               | 30,90 | 33,17 | 32,10 | 33,90 | 35,50 | 33,70 | 38,20 | 33,53 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 38,30        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>87,531</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>41,12829</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>329,0263</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 87,531 | PIEZAS HORA | 41,12829 | PIEZAS TURNO | 329,0263 |
| T.TIPO   | 87,531       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 41,12829     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 329,0263     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| NP   | 130059T-3    |       |       | TURNOS          | 1                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| FECHA:   | 23/06/2007   |       |       | OBSERVADO POR:  | ANGIE ROBLES                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| Unidad de tiempo   | SEGUNDOS     |       |       | DESCRIPCION:    | CARDÁN DOBLE                        |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| OPERARIO   | PIEZAS/CICLO |       |       | MAQUINA         | OPERACIÓN                           |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| JUAN MANUEL  | 1            |       |       | FLEX PRESS      | 60 ENEREZADO FINAL                  |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| MUESTRA  | 1            | 2     | 3     | 4               | 5                                   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM. |        |        |             |          |              |          |
| T.ENSAMBLE   | 34,40        | 38,00 | 46,00 | 43,20           | 34,00                               | 38,90 | 27,44 | 47,59 | 32,00 | 35,07 | 27,98 | 34,59 | 36,60 |        |        |             |          |              |          |
| T.NORMAL   | 34,59        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| VALOR (%)  | 100,00       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| META   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| DESCRIPCION DE LA OPERACION:   |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| <table border="1"> <tr><td>T.TIPO</td><td>79,451</td></tr> <tr><td>PIEZAS HORA</td><td>45,31095</td></tr> <tr><td>PIEZAS TURNO</td><td>362,4876</td></tr> </table> |              |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | T.TIPO | 79,451 | PIEZAS HORA | 45,31095 | PIEZAS TURNO | 362,4876 |
| T.TIPO   | 79,451       |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS HORA  | 45,31095     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |
| PIEZAS TURNO   | 362,4876     |       |       |                 |                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |             |          |              |          |

|                  |              |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    |                              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|---------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------------------------------|
| NP               | 130059T-3    |       |       |       | TURNO                     | 1               |       |       |       |       |       |    |                              |
| FECHA:           | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR:            | ANGIE ROBLES    |       |       |       |       |       |    |                              |
| Unidad de tiempo | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:              | CARDÁN DOBLE    |       |       |       |       |       |    |                              |
| OPERARIO         | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA                   | OPERACION       |       |       |       |       |       |    |                              |
| ARGEMIRO RANGEL  | 1            |       |       |       | PRENSA RODAMIENTO CENTRAL | 70 ENSAMBLE KIT |       |       |       |       |       |    |                              |
| MUESTRA          | 1            | 2     | 3     | 4     | 5                         | 6               | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12 | PROM.                        |
| T.CARGA          | 38,70        | 39,30 | 42,11 | 47,60 | 45,43                     | 40,00           | 43,00 | 44,00 | 40,00 | 42,10 | 47,83 | 45 | 42,92                        |
| T.NORMAL         | 42,92        |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    |                              |
| VALOR (%)        | 100,00       |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    |                              |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    |                              |
| META             |              |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    |                              |
|                  |              |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                  |              |       |       |       |                           |                 |       |       |       |       |       |    | HOJANº 3                     |

|                  |              |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|----------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------------------------------|
| NP               | 130059T-3    |       |       |       | TURNO          | 1                 |       |       |       |       |       |    |                              |
| FECHA:           | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR: | ANGIE ROBLES      |       |       |       |       |       |    |                              |
| Unidad de tiempo | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:   | CARDÁN DOBLE      |       |       |       |       |       |    |                              |
| OPERARIO         | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA        | OPERACION         |       |       |       |       |       |    |                              |
| GIOVANY NORIEGA  | 1            |       |       |       | ENROSCADORA    | 80 ENROSCADO TAPA |       |       |       |       |       |    |                              |
| MUESTRA          | 1            | 2     | 3     | 4     | 5              | 6                 | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12 | PROM.                        |
| T.CARGA          | 30,20        | 26,50 | 25,70 | 27,00 | 28,30          | 29,00             | 27,30 | 28,00 | 29,12 | 28,00 | 23,80 | 24 | 27,24                        |
| T.NORMAL         | 27,24        |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |
| VALOR (%)        | 100,00       |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |
| META             |              |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |
|                  |              |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                  |              |       |       |       |                |                   |       |       |       |       |       |    |                              |

|                  |              |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|----------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----|------------------------------|
| NP               | 130059T-3    |       |       |       | TURNO          | 1                    |       |       |       |       |       |    |                              |
| FECHA:           | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR: | ANGIE ROBLES         |       |       |       |       |       |    |                              |
| Unidad de tiempo | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:   | CARDÁN DOBLE         |       |       |       |       |       |    |                              |
| OPERARIO         | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA        | OPERACION            |       |       |       |       |       |    |                              |
| GIOVANY NORIEGA  | 1            |       |       |       | MANUAL         | 80 DESLIZANTE MANUAL |       |       |       |       |       |    |                              |
| MUESTRA          | 1            | 2     | 3     | 4     | 5              | 6                    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12 | PROM.                        |
| T.CARGA          | 34,50        | 37,00 | 32,40 | 38,00 | 40,00          | 31,74                | 30,00 | 32,00 | 30,12 | 30,20 | 30,02 | 31 | 33,08                        |
| T.NORMAL         | 33,08        |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |
| VALOR (%)        | 100,00       |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |
| META             |              |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |
|                  |              |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                  |              |       |       |       |                |                      |       |       |       |       |       |    |                              |

|                  |              |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|-------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| NP               | 130059T-3    |       |       |       | TURNO                   | 1                           |       |       |       |       |       |       |                              |
| FECHA:           | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR:          | ANGIE ROBLES                |       |       |       |       |       |       |                              |
| Unidad de tiempo | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:            | CARDÁN DOBLE                |       |       |       |       |       |       |                              |
| OPERARIO         | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA                 | OPERACION                   |       |       |       |       |       |       |                              |
| JUAN MANUEL      | 1            |       |       |       | PRENSA RODAMIENTO UNION | 85 EMPALME Y UNION CARDANES |       |       |       |       |       |       |                              |
| MUESTRA          | 1            | 2     | 3     | 4     | 5                       | 6                           | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM.                        |
| T.CARGA          | 85,30        | 80,00 | 82,30 | 85,00 | 88,00                   | 85,60                       | 83,20 | 80,00 | 81,00 | 81,20 | 83,90 | 84,66 | 83,35                        |
| T.NORMAL         | 83,35        |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| VALOR (%)        | 100,00       |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| META             |              |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
|                  |              |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                  |              |       |       |       |                         |                             |       |       |       |       |       |       |                              |

|                  |              |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
|------------------|--------------|-------|-------|-------|----------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| NP               | 130059T-3    |       |       |       | TURNO          | 1                           |       |       |       |       |       |       |                              |
| FECHA:           | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR: | ANGIE ROBLES                |       |       |       |       |       |       |                              |
| Unidad de tiempo | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:   | CARDÁN DOBLE                |       |       |       |       |       |       |                              |
| OPERARIO         | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA        | OPERACION                   |       |       |       |       |       |       |                              |
| CARLOS LOPEZ     | 1            |       |       |       | BALANCEADORA   | 90 BALANCEO DE CARDAN DOBLE |       |       |       |       |       |       |                              |
| MUESTRA          | 1            | 2     | 3     | 4     | 5              | 6                           | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM.                        |
| T.CARGA          | 15,44        | 18,00 | 21,13 | 23,00 | 20,30          | 23,40                       | 22,10 | 20,13 | 29,29 | 22,10 | 16,68 | 20,10 | 20,97                        |
| T.MAQUINADO      | 65,85        | 77    | 70,47 | 70,95 | 54,60          | 78,91                       | 63,00 | 86,54 | 42,59 | 90,00 | 86,40 | 72,83 | 71,60                        |
| T. DESCARGA      | 13,28        | 20,35 | 14,52 | 13,00 | 11,00          | 20,69                       | 14,30 | 18,80 | 11,00 | 13,98 | 12,00 | 10,30 | 14,43                        |
| T.NORMAL         | 107,00       |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| VALOR (%)        | 100,00       |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| SUPLEMENTO (%)   | 20,00        |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
| META             |              |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |
|                  |              |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                  |              |       |       |       |                |                             |       |       |       |       |       |       |                              |


|                             |              |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |
|-----------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|
| NP                          | 130059T-3    |       |       |       | TURNO             | 1                    |       |       |       |       |       |       |                              |
| FECHA:                      | 23/06/2007   |       |       |       | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES         |       |       |       |       |       |       |                              |
| Unidad de tiempo            | SEGUNDOS     |       |       |       | DESCRIPCION:      | CARDÁN DOBLE         |       |       |       |       |       |       |                              |
| OPERARIO                    | PIEZAS/CICLO |       |       |       | MAQUINA           | OPERACION            |       |       |       |       |       |       |                              |
| MARLON ACUNA-ALEXANDER DIAZ | 1            |       |       |       | CASETA DE PINTURA | 100 LAVADO Y PINTURA |       |       |       |       |       |       |                              |
| MUESTRA                     | 1            | 2     | 3     | 4     | 5                 | 6                    | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | PROM.                        |
| T.CARGA                     | 12,52        | 16,47 | 12,42 | 12,79 | 27,68             | 21,45                | 18,99 | 15,98 | 16,19 | 24,77 | 23,48 | 17,84 | 18,38                        |
| T.MAQUINADO                 | 36,29        | 40,56 | 43,77 | 45,02 | 39,66             | 39,02                | 48,19 | 49,34 | 45,04 | 41,47 | 53,91 | 40,14 | 43,53                        |
| T. DESCARGA                 | 6,46         | 32,26 | 9,37  | 27,02 | 8,28              | 21,34                | 11,61 | 11,34 | 13,06 | 14,36 | 19,81 | 17,02 | 15,99                        |
| T.NORMAL                    | 77,91        |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |
| VALOR (%)                   | 100,00       |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |
| SUPLEMENTO (%)              | 20,00        |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |
| META                        |              |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |
|                             |              |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       | DESCRIPCION DE LA OPERACION: |
|                             |              |       |       |       |                   |                      |       |       |       |       |       |       |                              |

## Anexo Q. Registro de tiempos de preparación y suministro de material

- Tiempos medidos antes de la mejora**

|  |                   | APLICACIÓN:   | CARDÁN DOBLE                              | OBSERVADO POR:                            | ANGIE ROBLES    |              |
|---|-------------------|---------------|---|---|-----------------|--------------|
|   |                   | DESCRIPCIÓN:  | PREPARACIÓN Y SUMINISTRO MATERIAL         | UNIDAD DE TIEMPO:                         | MINUTOS         |              |
|   |                   | FECHA:        | 20-mar-09                                 | LÍNEA:                                    | EJES CARDÁNICOS |              |
| N°  | MATERIAL          | NP            | ACTIVIDAD                                 | DURACIÓN (min)                            |                 |              |
| 1   | YUGO FIJO         | 328-97        | Bajar canasta de material con montacargas | 1'  |                 |              |
|   |                   |               | 328507                                    | Ubicar material en el carro               | 40'             |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,43'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,2'            | <b>45,13</b> |
| 2   | CRUCETA Y DADOS   | 5-160X        | Bajar canasta de material con montacargas | 0,7'                                      |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 50'             |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,48'           |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,43'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,2'            | <b>54,81</b> |
| 3   | YUGO DESLIZANTE   | 3-3180KX1     | Bajar canasta de material con montacargas | 1'  |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 43,4'           |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,47'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,7'            | <b>49,07</b> |
| 4   | YUGO BRIDA        | 3-2-10021T    | Bajar canasta de material con montacargas | 1,2'                                      |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 40'             |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,53'           |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,5'            |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 4,15'           | <b>46,38</b> |
| 5   | TUBOS             | 20-30-12-2911 | Bajar canasta de material con montacargas | 0'  |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 30'             |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,34'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 4'              | <b>34,84</b> |
| 6   | YUGO ACOPLA       | 3-4-2002T-1   | Bajar canasta de material con montacargas | 1,3'                                      |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 43,3'           |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,6'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,4'            |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,7'            | <b>49,3</b>  |
| 7   | ESPIGA INTERMEDIA | 3-53-2002T    | Bajar canasta de material con montacargas | 1'  |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 40'             |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,45'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,65'           | <b>45,6</b>  |
| 8   | CAUCHO            | 230-119-1     | Bajar canasta de material con montacargas | 1'  |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 50,3'           |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,53'           |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,36'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,4'            | <b>55,59</b> |
| 9   | SOPORTE           | 90080T-X      | Bajar canasta de material con montacargas | 1'  |                 |              |
|   |                   |               |   | Ubicar material en el carro               | 42,1'           |              |
|   |                   |               |   | Marcar tarjeta identificación de material | 0,4'            |              |
|   |                   |               |   | Descontar tarjeta canasta                 | 0,37'           |              |
|   |                   |               |   | Transportar el carro a la línea           | 3,56'           | <b>47,43</b> |

- **Tiempos medidos después de la mejora**

|  |                      | APLICACIÓN:   | CARDÁN DOBLE                              | OBSERVADO POR:    | ANGIE ROBLES    |
|---|----------------------|---------------|---|-------------------|-----------------|
|   |                      | DESCRIPCIÓN:  | PREPARACIÓN Y SUMINISTRO MATERIAL         | UNIDAD DE TIEMPO: | MINUTOS         |
|   |                      | FECHA:        | 08-jul-09                                 | LÍNEA:            | EJES CARDÁNICOS |
| Nº  | MATERIAL             | NP            | ACTIVIDAD                                 | DURACIÓN (min)    |                 |
| 1   | YUGO FIJO-YUGO BRIDA | 328-97        | Bajar canasta de material con montacargas | 1,2'              |                 |
|   |                      | 328507        | Ubicar material en el carro               | 73'               |                 |
|   |                      | 3-2-10021T    | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'              |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,45'             |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 3,15'             | <b>78,3</b>     |
| 2   | YUGO ACOUPLE-ESPIGA  | 3-4-2002T-1   | Bajar canasta de material con montacargas | 1,3'              |                 |
|   |                      | 3-53-2002T    | Ubicar material en el carro               | 65'               |                 |
|   |                      |               | Marcar tarjeta identificación de material | 0,56'             |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,6'              |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 3,45'             | <b>70,91</b>    |
| 3   | CAUCHO-SOPORTE       | 230-119-1     | Bajar canasta de material con montacargas | 1,6'              |                 |
|   |                      | 90080T-X      | Ubicar material en el carro               | 83,2'             |                 |
|   |                      |               | Marcar tarjeta identificación de material | 0,6'              |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,46'             |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 3,47'             | <b>89,33</b>    |
| 4   | CRUCETA Y DADOS      | 5-160X        | Bajar canasta de material con montacargas | 1'                |                 |
|   |                      |               | Ubicar material en el carro               | 48'               |                 |
|   |                      |               | Marcar tarjeta identificación de material | 0,48'             |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,43'             |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 3,67'             | <b>53,58</b>    |
| 5   | YUGO DESLIZANTE      | 3-3180KX1     | Bajar canasta de material con montacargas | 1'                |                 |
|   |                      |               | Ubicar material en el carro               | 43,6'             |                 |
|   |                      |               | Marcar tarjeta identificación de material | 0,4'              |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,35'             |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 3,7'              | <b>49,05</b>    |
| 6   | TUBOS                | 20-30-12-2911 | Bajar canasta de material con montacargas | 0'                |                 |
|   |                      |               | Ubicar material en el carro               | 28,9'             |                 |
|   |                      |               | Marcar tarjeta identificación de material | 0,5'              |                 |
|   |                      |               | Descontar tarjeta canasta                 | 0,4'              |                 |
|   |                      |               | Transpotar el carro a la línea            | 0'                | <b>29,8</b>     |

Fuente: Autora



Anexo S. Ficha caracterización procedimiento jornadas de orden y limpieza

| JORNADA DE ORDEN Y LIMPIEZA  |  |                    |      |                         |        |                          | LÍNEA DE EJES CARDÁNICOS |  |
|------------------------------|--|--------------------|------|-------------------------|--------|--------------------------|--------------------------|--|
| JORNADA CENTRAL: 9 AM - 1 PM |  |                    |      | TURNO: 1                |        | FECHA: 6 DE MAYO DE 2009 |                          |  |
| MÁQUINA                      | ACTIVIDAD  | ORDEN DE EJECUCIÓN | FASE | DURACIÓN ESTIMADA [MIN] | EQUIPO | MATERIALES               |                          |  |
| PRENSA BARMAG                | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 1      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | LIMPIEZA VENTILADORES                              | 4                  | INT  | 30                      | 7      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 15                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
| PRENSA MANUAL 1              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 1      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | LIMPIEZA VENTILADORES                              | 3                  | INT  | 30                      | 7      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 4                  | INT  | 15                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
| PRENSA LOGAN                 | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 1      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | REUBICACION DE BANDEJAS PARA CONTENEDORES MATERIAL | 4                  | EXT  | 60                      | 12     | HTAS OLMEDO              |                          |  |
|                              | ORGANIZACION DE DISPOSITIVOS (EN LA MAQUINA)       | 5                  | EXT  | 60                      | 12     | HTAS OLMEDO              |                          |  |
| PRENSA DOBLADORA PESTAÑAS    | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 1      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 1      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
| SOLDADOR MANUAL              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | UBICACIÓN DE ELEMENTOS DE TRABAJO                  | 4                  | INT  | 10                      | 12     | HTAS OLMEDO              |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 2      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
| PRENSA 60 TONELADAS          | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 2      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
| KNOCK DOWN                   | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 3      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| SOLDADOR HOBART              | UBICACIÓN DE ELEMENTOS DE TRABAJO                  | 4                  | INT  | 15                      | 3      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 5                  | INT  | 30                      | 10     | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA INTERNA(BANDEJA, VIRUTA ACUMULADA)        | 3                  | INT  | 30                      | 3      | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 4      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| FELX PRESS                   | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 4      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| PRENSA MANUAL 2              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 4      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| PRENSA MANUAL 3              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 5      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 2                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| PRENSA 20 TONELADAS          | LIMPIEZA VENTILADORES                              | 4                  | INT  | 30                      | 7      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 3                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 8      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA HERRAMIENTAS                              | 2                  | INT  | 15                      | 8      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
| BALANCEADORA                 | ORGANIZACION DE DISPOSITIVOS (ESTANTE GENERAL)     | 3                  | INT  | 30                      | 8      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 4                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 5                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE MAQUINA (DESENGRASAR Y DESMANCHAR)     | 1                  | INT  | 90                      | 9      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | LIMPIEZA DE PISO                                   | 3                  | INT  | 15                      | 11     | ARTICULOS ASEO           |                          |  |
| CASETA DE PINTURA            | LIMPIEZA ESTANTERIA DE GRASERAS                    | 2                  | INT  | 15                      | 9      | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |
|                              | DEMARCACIÓN DE ZONAS                               | 5                  | INT  | 30                      | 10     | CINTA ADHESIVA Y PINTURA |                          |  |
|                              | LIMPIEZA ESTANTE DE INSPECCION FINAL               | 4                  | INT  | 30                      | 11     | LIMPIADORES, LANILLAS    |                          |  |

Fuente: Autora









TRANSEJES COLOMBIA

## EFFECTIVIDAD REUNIONES

REUNION: PROPUESTA MEDIOS DE SUMINISTRO LÍNEA CARDÁNES PAGINA: 1 DE 1

FECHA: 01/07/2009 HORA: 02:00 p.m. LUGAR: SALA SEGURIDAD IND LIDER: ANGIE ROBLES / GONZALO P.

| AGENDA ESTABLECIDA   | O.K.       | TIEMPO TEMA        | ASISTENTES   | FIRMA              |  |
|--|------------|--------------------|--|--------------------|--|
| Exposición del diseño de los carros                              |            | 20                 | Fabio Gonzalez <input checked="" type="checkbox"/> | <i>[Signature]</i> |  |
| Definir cantidad de carros a fabricar                            |            | 20                 | Angie Robles <input checked="" type="checkbox"/>   | <i>[Signature]</i> |  |
| Programación de lotes adelantados para subensam                  |            | 20                 | Gonzalo Parada <input checked="" type="checkbox"/> | <i>[Signature]</i> |  |
|  |            |                    | Maria Ortega <input checked="" type="checkbox"/>   | <i>[Signature]</i> |  |
|  |            |                    | Alvaro Sanabria <input type="checkbox"/>           |                    |  |
|  |            |                    | Oscar Prieto <input checked="" type="checkbox"/>   |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
|  |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
| TIEMPO PLANEADO (MINUTOS)  |            | 60                 | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
| HORA INICIO <u>2:00pm</u> HORA FINAL <u>3:00pm</u>               |            |                    | <input type="checkbox"/>                           |                    |  |
| TIEMPO EJECUTADO (MIN) <u>1 HORA</u> HORA FINAL - HORA CITADA    |            |                    | <b>TOTAL INVITADOS</b>                             |                    |  |
| <b>EVALUACION EFECTIVIDAD</b>                                    |            | <b>PLAN</b>        | <b>REAL</b>  | <b>CALIF.</b>      | <b>FORMULA</b>   |
| 1. CUMPLIMIENTO FECHA REUNIC                                     | 15         |                    |  |                    | = FECHA DIFERENTE (0), FECHA PLAN (15)                       |
| 2. CUMPLIMIENTO ASISTENCIA                                       | 15         |                    |  |                    | = # ASISTENTES / # PARTICIPANTES X 15                        |
| 3. PUNTUALIDAD DE ASISTENTES                                     | 15         |                    |  |                    | = # ASIST (10 MINUTOS) / # PARTICIPANTES X 15                |
| 4. MANEJO TIEMPO   | 15         |                    |  |                    | =(T.EJEC / T. PLAN -1) = 15<20%, 11<30%, 7<40%, 3<50%, 0>50% |
| 5. CUMPLIMIENTO AGENDA   | 15         |                    |  |                    | = # TEMAS TRATADOS / # TEMAS AGENDA X 15                     |
| 6. CUMPLIMIENTO PENDIENTES                                       | 25         |                    |  |                    | = PENDIENTES CUMPLIDOS / # PENDIENTES FECHA X 15             |
| 7. CUMPLIMIENTO OBJETIVOS  | 0          |                    |  |                    | = EXC (10-9)...BUENO(8-7)...REG(6-5)...DEF (4-0)             |
| <b>CALIFICACION TOTAL</b>  | <b>100</b> |                    |  |                    | <b>OBJETIVO ESTRATEGICO: 85% EFECTIVIDAD</b>                 |
| <b>LISTA UNICA DE PENDIENTES</b>                                 |            | <b>RESPONSABLE</b> | <b>PLAN</b>  | <b>REAL</b>        |  |
| Demarcación de zonas entrada de material y salida de componentes |            | Oscar Prieto       | 22-Jun-09  | 23-Jun-09          |  |
| Programación de lotes adelantados para subensambles              |            | Gonzalo Parada     | 2-Jul-09   | 2 Jul 09           |  |
| Fabricación y ubicación de los carros                            |            | Gonzalo Parada     | 10-Jul-09  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |
|  |            |                    |  |                    |  |

