

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es importante retomar la directriz de este proyecto, la cuál se refería a que el cambio de la secuencia de producción de encerado a decorado podía ser considerada, sólo si no se generaba un efecto negativo tanto en la durabilidad de las piezas instaladas, así como un problema de montaje durante su instalación. La información que se buscó y finalmente se obtuvo, no es más que un conjunto de indicadores que sustenten de una manera objetiva, la toma de decisión basándonos en una metodología estadística, así como en el cumplimiento de las especificaciones de las normas de calidad pertinentes.

Sobre la experimentación, se puede concluir que es cara, tanto en costos, como en tiempo. En el primer caso cabe mencionar que todas las pruebas fueron de carácter destructivas. En el segundo es considerable el tiempo que se consumió en la planeación y puesta en marcha de las mediciones.

Además, la experimentación no es comprendida en muchos de sus fundamentos, ya que términos como la aleatorización son desconocidos para las personas que disponen con los aparatos para llevarla a cabo. Esto no quiere decir que sus conocimientos sean escasos o poco útiles, al contrario, han logrado tal nivel de desarrollo en su campo, que las técnicas de experimentación podrían llegar a ser muy beneficiosos para lograr una eficiencia, tanto en los procesos como en el desarrollo de los productos, todo en beneficio de la compañía. También es notorio que en la experimentación, el análisis de los datos es lo más sencillo a efectuar, sin embargo, toda la planeación y conocimientos previos del

sistema que son necesarios para poder conocer los factores, los rangos en que estos deberán variar así como las unidades de medición para las variables, requiere de gran paciencia e investigación, tanto de las personas involucradas e interesadas en el proyecto, como de los diversos departamentos implicados.

De igual manera, las personas cuya aportación fue vital tanto en el diseño como en la puesta en marcha de este proyecto, fueron los operadores que laboran en el área de encerado, cuyas contribuciones fueron muy valiosas para encontrar los factores y niveles que al final se usaron en el experimento, así como para la preparación de las probetas.

Aunque se le dedicó gran tiempo y esfuerzo a la planeación del diseño experimental, es irónico como éste se fue modificando mientras se conocía más a fondo el sistema, al agregar niveles a los factores o quitar los que no servirían por simple sentido común o porque estaban claramente prohibidos por la norma. También están presentes las restricciones que se van generando durante el desarrollo del mismo, como el número de piezas a conseguir para efectuar las réplicas, o los sucesos imprevistos, como lo serían perder toda una corrida experimental. De la misma manera, estas transformaciones pueden suceder ya muy avanzado el proyecto, como pasó en este caso cuando se cambió la variable de respuesta dado que el análisis de los residuales no arrojó resultados del todo satisfactorios.

Pero aún con todo lo comentado anteriormente, cabe resaltar que no se espera que la respuesta media de adherencia obtenida por el experimento, sea la que se logre en el

proceso si se decide modificar la secuencia, ya que estos resultados tan sólo nos facilitaron la posibilidad de darle objetividad a la toma de decisión, así como dar una cierta certidumbre a que niveles de los factores podrían dar mejores resultados de adherencia. Dado que la nueva línea de producción todavía no existe, todas las pruebas y observaciones que se efectuaron, como ya se había comentado, fueron de otro automóvil que se manufactura actualmente en la planta. Esta es la razón principal, por la cual, si se desea que los resultados y las recomendaciones que a continuación se harán, tengan alguna validez para el nuevo vehículo, se debe asegurar que en la nueva línea se reproduzcan en gran medida las características que en este momento se presentan en el área de encerado y decorado, por ejemplo, la cera que se utilice tendría que ser la misma, así como la presión con la que los inyectores la aplican, la temperatura de aplicación y las características de los adhesivos usados en las piezas de decorado. De no ser así, estos resultados podrían considerarse una referencia adecuada.

Dado que los resultados obtenidos para cada tipo de pieza mediante la experimentación, así como de las pruebas exigidas por los estatutos de la norma, fueron satisfactorias para ciertas condiciones, y suponiendo que las características del nuevo proceso sean muy similares a las que existen en la línea actual, el cambio en la secuencia de producción es una posibilidad tangible y una solución real al problema de la inversión en las adecuaciones del túnel. Sin embargo, dado que la adherencia final se encuentra en función del tipo de superficie que se use, se harán las siguientes recomendaciones para las diferentes piezas auto-adherentes, con las cuales se logrará la mayor adherencia

posible considerando las condiciones a la que estará expuesta la carrocería en el área de encerado, así como la que minimice el riesgo de un mal pegado:

1. En primer lugar se harán las recomendaciones para las estampas. Una vez analizados los resultados, se puede detectar que la superficie contaminada con el Vapor de Cera, es la que mejores resultados de adherencia genera junto con la protegida con la Cinta Adhesiva. Otro punto importante que se detectó, es que más adelante del proceso de encerado, en la línea de producción actual, se pega en una de las bases del vehículo, en la parte baja de la misma, una estampa muy parecida a las que se adhieren en el área de decorado, por lo que la recomendación sería que en las zonas en donde se pegarán las estampas, no sean protegidas y se siga limpiando si se desea con alcohol isopropílico antes de su instalación, ya que se tiene la certeza de que el vapor de cera no afectará de forma negativa la adherencia. Sin embargo, si durante el proceso se detecta una mala adherencia de estos elementos debido a la contaminación generada por los operadores o por restos de cera debido a una mala calibración de los inyectores, una opción sería la de proteger la zona en donde se pegarán estos elementos mediante cinta adhesiva, con la cual se obtuvieron resultados de adherencia muy parecidos a los de la superficie de Vapor de Cera, con la certeza de que la zona estará protegida de los contaminantes, aunque a un costo mayor.
2. Posteriormente, para el caso del Antirruído Superior, mediante las pruebas que se efectuaron mientras el uretano curaba, se puede determinar que el Vapor de Cera,

no cuenta con una afectación negativa sobre la adherencia del antirruido superior a la carrocería, y dado que este factor contaminante es el único al que estará expuesta la superficie del techo, la recomendación sería la de dejar el proceso de instalación del antirruido, en la forma en como se hace actualmente.

3. En el caso de los antirruidos laterales, los cuales se sitúan en el interior de la cajuela, han existido actualmente en la línea de producción varios problemas con estos elementos, ya que una vez que han sido adheridos, durante las siguientes fases de producción, éstos se desprenden de la superficie de contacto. Se hicieron varias pruebas ajenas a este proyecto, aunque muy parecidas a las que se describen, con la diferencia de que se usaron superficies sin ningún tipo de contaminantes, para verificar que el adhesivo actuaba adecuadamente. Dado que las pruebas de calidad del adherente, así como la prueba con la superficie de Vapor de Cera fueron satisfactorias, la recomendación está dirigida para proveer a los operadores encargados de instalar estas piezas en la nueva línea, unos rodillos o cualquier dispositivo que sirva para la misma función, con el cual una vez que se peguen los antirruidos a la pared de la cajuela de una manera manual, con ayuda de estos dispositivos puedan aplicar una fuerza mayor a 50 N con una velocidad aproximada de 5 cm/s, para asegurar que estos elementos estén bien pegados y evitar se desprendan en la línea de producción así como durante su vida útil. Aunque no se tiene la certeza de que se usará exactamente la fuerza y velocidad antes mencionada, al menos se asegurará que toda la superficie adhesiva sea presionada contra la pared de la cajuela con una compresión

uniforme, lo cual aumentará la adherencia y por ende, disminuirá la caída de estos elementos.

4. Finalmente, para el caso de los emblemas, se debe tener especial cuidado con la elección que se haga, ya que al tratarse de unas piezas de vista tan importantes, en el supuesto de que se desprendan durante la vida útil del producto, la percepción de calidad del cliente se vería afectada gravemente. Es por lo cual que se analizarán las siguientes opciones. Antes que nada, se descarta la posibilidad de limpieza con alcohol isopropílico en el supuesto de que el operador llegara a contaminar la superficie en donde se pegarán los elementos, y ya que de igual manera se está buscando una solución que minimice el riesgo de una mala adherencia, también se descarta la posibilidad de usar la superficie con Vapor de Cera, ya que como ésta no estará protegida, la posibilidad de que sea contaminada con restos de cera durante la limpieza por un operador es muy alta. Una forma de evitar que esto suceda sería el de informar claramente a los operadores de limpieza sobre que zonas bajo ninguna circunstancia deberían tocar, así como las consecuencias de lo que sucedería si no se cumpliera esta petición. Sin embargo, aún así, se encuentra la posibilidad de que suceda un error, como lo sería una falta de atención o hasta hacerlo intencionadamente. Además, dada la rotación de personal que rige esa área, podría hacer que las indicaciones se olvidaran de un turno a otro, lo que generaría una mala adherencia final de los emblemas. Por lo que quedaría la única opción de proteger la superficie donde pegaremos los emblemas con la cinta adhesiva especial, sin embargo, con esta forma de protección se tendría la certidumbre de que los operadores no contaminarán las

zonas de interés, aunque está presente el decremento de adhesión que experimenta el Emblema M2 debido a los supuestos residuos dejados de la cinta adhesiva. Como se podrá ver, este es un dilema el cual no tiene una solución fácil, ya que si se decide no proteger la zona, en caso de que un operador toque la superficie, la adherencia disminuiría sin lugar a duda a valores menores a los especificados, mientras si se decide proteger la zona, estaríamos disminuyendo la adherencia del Emblema M2 a un valor que en la mayoría de los casos estará arriba de la norma, con el problema de tener valores que apenas la cumplan o que estén por debajo de ella. Es por estas razones que se propone que los únicos elementos que “decoren” antes del proceso de encerado, sean los emblemas, ya que esta es la forma más segura y económica para asegurar resultados de adherencia admisibles sin tener algún riesgo de desprendimiento. Sin embargo, si por razones de logística, espacio u otras clases de restricciones, pegar los tres emblemas no es factible, se sugeriría que el Emblema M2 sea el único elemento que decore antes del encerado y que se protejan las zonas donde se adherirán los Emblemas M1 con cinta adhesiva especial, para que estos sean adheridos posteriormente.

En el caso de las piezas que decoran haciendo “clic” así como mediante el uso de una pistola mecánica, es claro que la existencia de cera sobre los orificios en donde se van a instalar, no dificulta ni genera una mala instalación de estos elementos, ya que se encontró en la línea de producción actual, después de que se pasa por el área de encerado, se colocan varios elementos con las mismas características de las piezas de decorado en la parte baja de la carrocería, donde la incidencia de cera es muy alta, en especial, existe

una pieza que se instala haciendo “clic” en un orificio el cual cuenta con restos de cera, esto no genera en ningún caso una dificultad ni una mala instalación de este elemento. Por lo que se puede llegar a la conjetura que la cera no genera un componente que dificulte la instalación de los elementos no auto adherentes que se instalan en el área de decorado. Dado que la fuerza que se le aplica a los elementos que se montan por medio de una pistola mecánica es mucho mayor que la aplicada a las piezas que hacen “clic”, es claro que estas partes no sufrirán de igual manera una afectación durante su instalación.

Finalmente, en el caso de que se decida cambiar la secuencia, si se siguen las recomendaciones antes expuestas, se podrá sostener que no existirá un desprendimiento, caída o dificultad de aplicación para cualquier tipo de pieza que decora para el nuevo automóvil. Sin embargo, aún así se llevó a cabo un experimento rectificatorio para probar la adherencia de los emblemas protegidos mediante la cinta adhesiva especial, en donde los resultados fueron muy parecidos a los obtenidos originalmente. Por lo que se puede estar seguro de que el cambio en la secuencia de producción de encerado a decorado, siguiendo las recomendaciones antes mencionadas, no causará un decremento en la calidad final del automóvil.



## Referencias

1. P.D. Donovan. 1986, *Protection of Metals from Corrosion in storage and transit*, Ed. Halsted Press, Great Britain.
2. K.R. Trethewey & Chamberlin. 1988, *Corrosion of Science and Engineering*, Ed. Longman Scientific & Technical, Hong Kong.
3. AJ Kinloch. 1987, *Adhesion and Adhesives*, Ed. Chapman and Hall, Great Britain.
4. J Reimpell & H. Stoll, *The Automotive Chassis: Engineering Principles*, Ed. SAE International, Great Britain.
5. William J. Kolarik. 1999, *Creating Quality Process Design for Results*, Ed. McGraw-Hill, Unites States of America.
6. Douglas C. Montgomery. 2004, *Diseño y Análisis de Experimentos*, Ed. Limusa Wiley, México.
7. Charles R. Hicks, Kenneth V. Turner Jr. 1999, *Fundamental Concepts in the Design of Experiments*, Ed. Oxford University Press, Oxford.
8. Minitab Inc. 2000, Meet Minitab: release 13 for Windows 95/98 and Windows NT, USA.