

Diseño de Estándar para Incrementar la Eficiencia en el Cambio de Modelo en el Área de Fundición

R. Sánchez-Segovia¹, E. Segovia-Avila²,

Resumen— En el presente documento se presenta una investigación de relación causa-efecto, aplicada a una empresa metal-mecánica, donde la problemática que se encuentra es el exceso de tiempo consumido en el cambio de modelo para la producción de los diferentes productos. Se aplican metodologías de la ingeniería industrial como toma de tiempos, estandarización de procedimientos y actualización de instrucciones de trabajo con el objetivo de reducir el tiempo que toma realizar el cambio de modelo en una línea de moldeo para el área de fusión donde se producen cabezas para los motores de los automóviles. Teniendo como hipótesis que con la estandarización de las instrucciones de trabajo y la capacitación de los trabajadores y líderes de equipos de trabajos se logra reducir el tiempo total que lleva ejecutar un cambio de modelo. Como resultado se logró reducir un 53.8% en tiempo de cambio de modelo, lo cual, trae como beneficio a la empresa cumplir con la demanda que exigen los clientes a la hora de producir las piezas, también se obtuvo una mayor eficiencia en la ejecución de las actividades que cada uno de los operadores lleva a cabo y se logró eliminar los cuellos de botella provocados por la falta de capacitación de los líderes de trabajo y de los mismos trabajadores.

Palabras claves— Tiempo, estandarización, instrucción de trabajo, reducción, capacitación.

Abstract— This paper presents a cause-effect investigation applied to a metal-mechanical company, where the problem encountered is the excess of time consumed in changing the model for the production of different products. Industrial engineering methodologies are applied such as taking time, standardizing procedures and updating work instructions in order to reduce the time it takes to change the model in a molding line for the fusion area where heads are produced for the engines of cars. Having as hypothesis that with the standardization of the work instructions and the training of the workers and leaders of work teams it is possible to reduce the total time it takes to execute a change of model. As a result, it was possible to reduce 53.8% in time of change of model, which, as a benefit to the company to meet the demand that customers demand when producing the pieces, was also obtained a greater efficiency in the execution of the activities carried out by each of the operators, and the bottlenecks caused by the lack of training of the work leaders and the workers themselves were eliminated.

Keywords— Time, standardization, work instruction, reduction, training.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición del trabajo utilizada con éxito desde finales del siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir tiempos y costos. [1]

La importancia del estudio de tiempos y movimientos, radica en que puede ser aplicado en cualquier tipo de actividad o proceso, para encontrar la manera más adecuada de efectuar el trabajo y coadyuvar con una gestión eficiente, así también implica la técnica de establecer estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada. [2]

La principal problemática que se encuentra es el exceso de tiempo consumido en el cambio de modelo para los diferentes productos que son LFH RH y 45L3T, en el cual el tiempo aproximado de cambio de modelo es de 26 horas. Las variables que se encuentran son las siguientes: estandarización, capacitación y tiempos, ya que son las principales que se analizarán para lograr la reducción de los tiempos.

Teniendo como hipótesis que con la estandarización de las instrucciones de trabajo y así mismo la capacitación de los trabajadores y líderes de equipos de trabajos se logre reducir el tiempo total que lleva ejecutar un cambio de modelo. Teniendo como objetivo reducir el tiempo que toma realizar el cambio de modelo (LFX RH y 45L3T) en el área de moldeo-cabezas en una línea de moldeo para el área de fusión donde se producen cabezas para los motores de los automóviles, mediante la implementación de las metodologías de la ingeniería industrial.

II. PARTE TÉCNICA DEL ARTÍCULO

Detectando la necesidad de realizar cambios de modelos en una línea de moldeo recurrentemente para producir los modelos LFX RH y 45L3T, en el cual el tiempo regular de cambio es aproximadamente de 26 horas para cada cambio de modelo, equivalentes a 3 turnos laborales, esto se realiza dependiendo de los requerimientos del cliente. Se tiene como hipótesis que con la capacitación de los operadores de los diferentes turnos y la estandarización de los procedimientos se logra reducir el tiempo en el cambio de

¹Ricardo Sánchez Segovia (ricardo.sanchez170496@gmail.com), Elda Segovia Ávila (elda.segovia@tecsanpedro.edu.mx). Instituto Tecnológico

Superior de San Pedro de las Colonias Calzada del Tecnológico #53 col. El Tecnológico C. P. 27800

moldeo, así como aplicando diferentes metodologías como: toma de tiempos, elaboración de procedimientos, SMED, etcétera, se logre reducir el tiempo de cambio de modelo.

Se tiene como objetivo disminuir el tiempo que toma realizar el cambio de modelo de dos productos diferentes (LFX RH y 45L3T) en el área de moldeo-cabezas en una línea de moldeo en el área de fundición, se pretende minimizar el tiempo total de cambio de modelo, mediante la implementación de la metodologías antes mencionadas.

Para la realización de la presente investigación se partió de la metodología de la ingeniería aplicada y se realizó el siguiente proceso:

A. Obtención de datos:

Se acude a la línea de moldeo de fundición a observar el procedimiento que los empleados utilizan para realizar un cambio de modelo, así como también se obtuvo la recopilación del procedimiento que actualmente los operadores ejecutan al momento de un cambio de modelo, esto haciendo uso de una bitácora como instrumento de recolección de datos.

Se realizaron diferentes formatos que nos ayudaron con las anotaciones de los tiempos y de las observaciones dentro del cambio, como se muestra en la figura 1.

# Banco 1 2 3			
OPERADOR	ACTIVIDAD	TIEMPO	OBSERVACIONES
Operaciones			
	Posicionar maquina 1 en home en		
	Mandar carro 1 a posición de mantenimiento		
	Posicionar maquina 2 en home en		
	Mandar carro 2 a posición de mantenimiento		
	Posicionar maquina 3 en home en		
	Mandar carro 3 a posición de mantenimiento		
	Poner maquina en posición de desmontaje		
	Abrir puerta y colocar candados		
	Tomar control HU		
	Descampliar moldes LFX RH		
	Liberar laterales		
	Liberar botadores		
	Desganchar laterales		
	Quitar candados de frontal		
	Desconectar termopares 2		
	Tomar la grúa(colocar en posición-banco)		
	Ganchar molde LFX RH		
	Levantar molde LFX RH		

Figura 1. Formato para la toma de tiempos y anotación de observaciones

La empresa contaba con tiempos estimados de cambio de modelo pero nunca se había realizado la evaluación y el análisis, la cual nos proporcionó los siguientes datos en tiempos estimados para la realización de un cambio de modelo, como se muestra en la tabla 1. Al momento de llevarse a cabo un cambio de modelo solo se tenía una noción del tiempo aproximado que debería llevarse un cambio en las diferentes áreas, esto sin incluir fallas ni

demoras que pudieran ocurrir durante el cambio, ya que las demoras y fallas son impredecibles al momento de estarse ejecutando el cambio.

TABLA I
TIEMPOS APROXIMADOS ESTIPULADOS POR LA EMPRESA PARA CADA ÁREA QUE COMPRENDE LA LÍNEA DE MOLDEO

Tiempo aproximado	Área
3 h	Tomamesa (Fix's)
5 h	Estaciones de moldeo
1 h	Gantry Extractor
1h	Celda Preproceso
4 h	Baleout's

B. Toma de tiempos:

Se realiza la toma de tiempos en las diferentes áreas que comprenden esta línea de moldeo, las cuales son las siguientes:

- Fusión (Baleouts, vaciado de aluminio de corrida anterior)
- Estaciones Moldeo (cambio de moldes)
- Tornamesa (cambio de Fixes)
- Celda (cambio de nidos de enfriamiento, tenazas del robot y tenazas de gantry extractor)

Se toma el apoyo de los formatos de toma de tiempos para el vaciado de los datos obtenidos y de las observaciones que se lograron recopilar, a continuación se muestra en la figura 2:

ÁREA RESPONSABLE	ACTIVIDADES	TIEMPO	OBSERVACIONES
06:20 Para la línea de moldeo SIMONE			
Fusion(2)	Olla a posición de pintado/Realizar el cambio de metal en BO 2	30 min	Esperaron 20 min para girar baleout's, se llenaron al 100% 3:21 se preparo aleacion baleout2 Solo quedo pendiente la preparacion de aleacion
	Realizar Cambio de Metal en BO1	35 min	
Mtto	Mandar Gantry de extractor en posición de mtto		Se omitio este paso
Mtto	Cambiar brazos de gripper de extractor		
Mtto	Cambiar Nidos de enfriamiento		
Mtto	Cambiar brazos de robot		
BANCO 3			
Operaciones	Mandar Banco 3 a posición de Mtto	2 min	4 personas Comenzó a las 7:15
Operaciones	Bajar Molde LFX de banco 3	9 min	El molde se levanto junto con el banco
Mtto	Alinear cilindro frontal del banco	6 min	
Operaciones	Subir Molde 005 (34/45L3T) en banco 3	10 min	Tiempo que tardo montarcargas en traer molde
Operaciones	Realizar conexiones del sist.de enfriamiento, ganchar laterales ,cerrar pistones	16 min	Un conector tenia mucha presion el molde
Mtto	Checkar sistema de enfriamiento	13 min	Tuvo fuga 2 mangueras y 1 conector del molde de 1/2" tiempo que se empleo para corregir las mangueras 10:02 quedo listo,pero seguía faltando el conector a las 10:24 quedo arreglado todo y se coloco el calentador,se encendio hasta las 10:37 debido a que no se pueden encender quemadores porque se necesita que la maquina este encendida, esta en modo manual.

Figura 2. Toma de tiempos reales en la ejecución de un cambio de modelo

Para la clasificación de los tiempos obtenidos en el cambio de modelo se apoya de la gráfica de concepto de la

clasificación de las actividades por la aportación de valor agregado, de acuerdo a la clasificación como se muestra en la figura 3, en: VA (valor agregado), NVA Innecesario (No valor agregado innecesario) y NVA Necesario (No valor agregado necesario). [3]

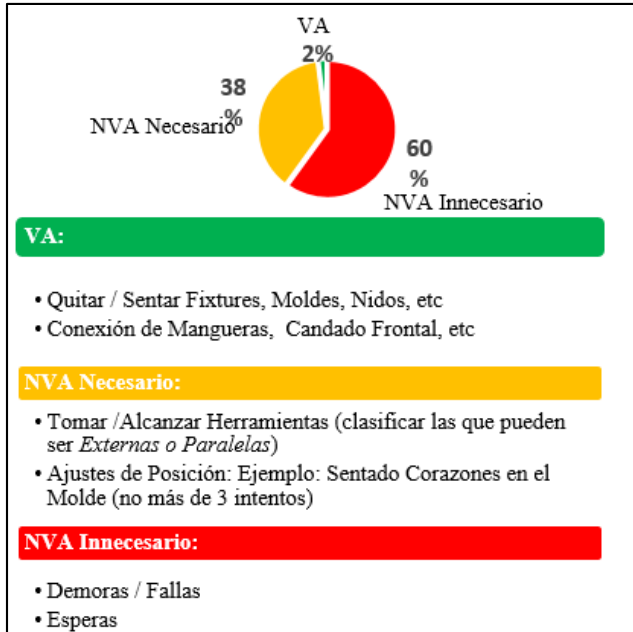


Figura 3. Clasificación de actividades de acuerdo al Valor Agregado para el cambio de modelo

De esta manera se separaron los tiempos que no agregaron valor al cambio de modelo y los que si agregan valor. Por ello se grafica la frecuencia de las fallas y demoras que ocurren con más frecuencia en un cambio de modelo, tomando acciones inmediatas para la solución y mejora de las mismas.

Como se ilustra en la figura 4, la falla que más se frecuente es el derrame de aluminio en los bancos y esto genera que se lleve demasiado tiempo en retirar dichos derrames de los bancos. El departamento de herramientas es el encargado de realizar la validación de los moldes antes de entregarse al departamento de moldeo, por ello se implementó un Check list para su verificación rápida antes de ser utilizados en el cambio de modelo.

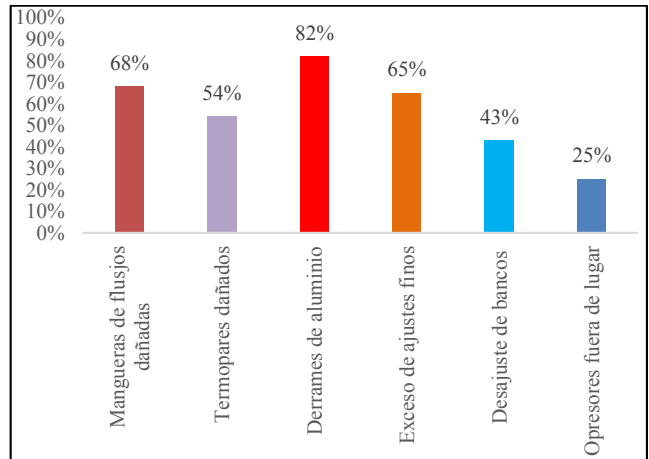


Figura 4. Fallas y demoras más frecuentes en un cambio de modelo (representando frecuencia en porcentaje)

III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se lograron a través de la implementación de algunas metodologías, las cuales son: toma de tiempos, actualización de instrucciones de trabajos y estandarización de procedimientos, esto para la mejora continua y la reducción del tiempo de cambio de modelo. A continuación se muestran los resultados finales:

A. Actualización de la IT-MET-016 (Instrucción de trabajo para un cambio de modelo en línea de moldeo en área de fusión):

Con la actualización de la IT-MET-016 se logra capacitar a los líderes de trabajo y a los trabajadores acerca del cambio de modelo en línea de moldeo, como se muestra a continuación en la figura 5. La finalidad de esta instrucción de trabajo fue generar las instrucciones de operaciones de cada una de las áreas involucradas en el cambio de modelo, las cuales son: Fusión, Tornamesa, Celda y estaciones moldeo. También se aumenta la eficiencia al momento de que cada trabajador realiza sus actividades correspondientes y se eliminaron cuellos de botella que se generaban al momento de realizar el cambio, esto se debía a que no se habían asignado roles ni responsabilidades a los trabajadores y a los líderes de equipo.



Figura 5. Actualización de la IT-MET-016 (cambio de modelo en línea de moldeado para área de fusión)

B. Reducción de tiempo en cambios de modelo:

Al realizar el estudio, se obtiene el dato de 26 horas de trabajo utilizadas para realizar el cambio modelo, es decir, 3 turnos de trabajo, por lo que se procede a clasificar el tiempo para identificar el tiempo ocupado en actividades productivas y actividades no productivas en cada operación como se muestra en la figura 6. Este tiempo no productivo, representa para la empresa perdida de producción, ya que el cliente exige una alta cantidad de piezas a producir y la demanda es demasiada alta.

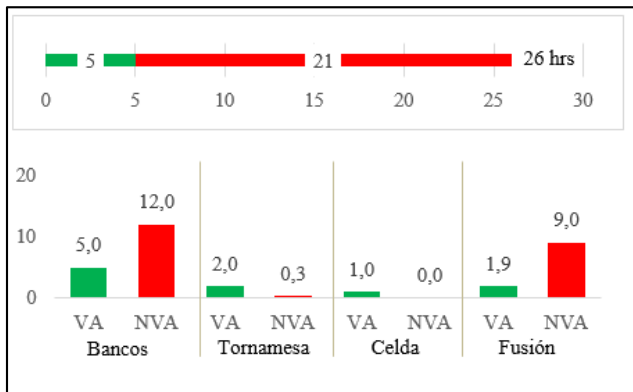


Figura 6. Clasificación del tiempo para el cambio modelo utilizado con el método actual.

Al realizar el análisis se encuentra que el tiempo no productivo era resultado de la mala organización de los equipos de trabajo, ya que no conocían el procedimiento adecuado para efectuar o llevar a cabo un cambio de modelo, además de que las fallas presentadas durante el proceso no se pudieron corregir de una manera inmediata.

1) Estrategia e implementación de Procedimiento estándar para cambio de modelo:

Con la toma de tiempos de los diferentes cambios de modelos que se llevaron a cabo, se realizó el procedimiento estándar del cambio de modelo, logrando cambiar a en actividades externas algunas de las actividades que se realizaban de manera internas ya que no agregaban valor al cambio de modelo. Para realizar el cambio de modelo las diferentes áreas trabajaban de manera consecutiva, es decir, una tras otra, esto hace que los tiempos sean demasiado extensos, por lo cual, se cambiaron las actividades secuenciales en actividades paralelas o simultaneas, como a continuación se muestra en la figura 7.

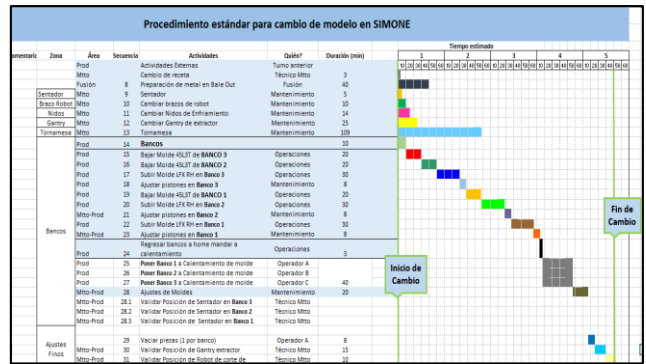


Figura 7. Procedimiento estándar de cambio de modelo.

Con la implementación del procedimiento se logra eliminar actividades que no agregan valor en la operación de bancos, como se muestra a figura 8, obteniendo como resultado 4.4 horas de tiempo total, resultado de actividades clasificadas en tiempos en Valor Agregado y Valor no Agregado Necesario, es decir, tiempo estándar sin demoras y fallas.

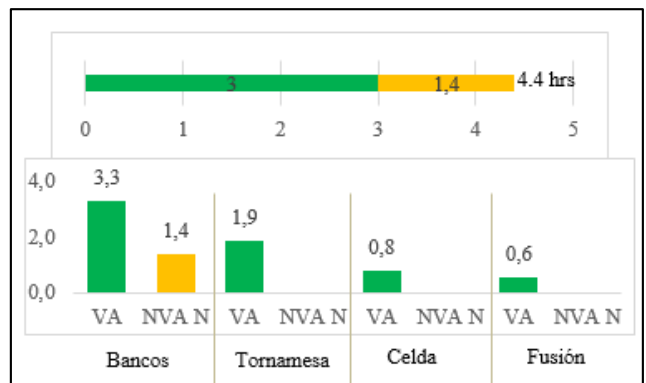


Figura 8. Clasificación del tiempo para el cambio modelo utilizado con el método propuesto.

De acuerdo con algunas de las restricciones que tiene la línea de moldeo no se puede trabajar de manera paralela, porque existe un seguro que restringe el trabajo del área de estaciones moldeo y el área de tornamesa, esto quiere decir, que solo una de las áreas puede trabajar y la otra espera a que termine. Se logró eliminar ese candado de seguridad con algunas modificaciones en la línea de moldeo con el objetivo de que el área de estaciones moldeo pudiera trabajar al mismo tiempo que el área de tornamesa. El candado de seguridad se eliminó con la implementación de las siguientes mallas de seguridad, a continuación se ilustra en la figura 9.

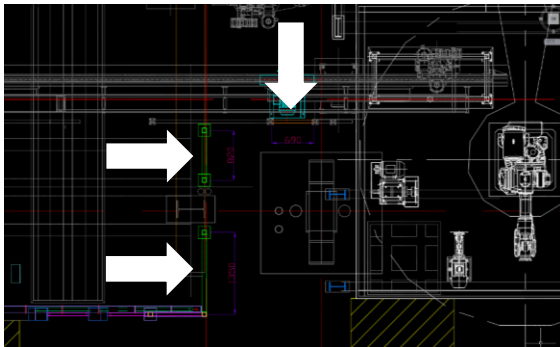


Figura 9. Eliminación del candado de seguridad en línea de moldeo (implementación de mallas de seguridad)

En la figura 9 se muestran tres de las mallas que se implementaron en el área de moldeo para la eliminación del candado de seguridad, las cuales cumplen con las siguientes características:

- 1 guarda para turbo soplador de 69 cm x 110 cm
- 2 guardas perimetral de 2 m de altura de diferente largo.
- Una de 135 cm de largo y la segunda 82 cm

Así se logra la eliminación del candado de seguridad y con ello se logró la reducción del tiempo estándar en el cambio de moldeo.

En la figura 10 se muestra el tiempo total que se lleva un cambio de modelo con la mejora implementada, obteniendo como resultado 12 horas equivalentes a un 53.8% de reducción del tiempo total que se llevaba realizar un cambio de modelo.

Las fallas que surgieron durante este cambio se le dieron soluciones inmediatas, ya que se contaba con las refacciones, las herramientas y el equipo adecuado en la disposición de los trabajadores y no se demoraban en ir al almacén por dichas refacciones o material necesario.

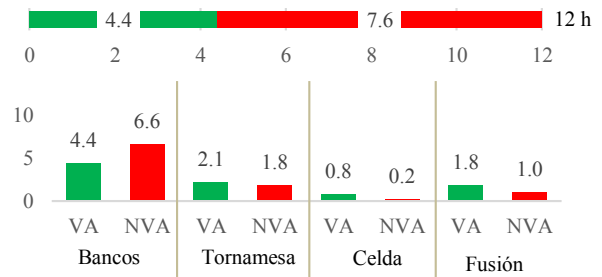


Figura 10. Tiempo en el cambio de modelo con el método propuesto.

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

La mejora continua es muy importante en las empresas de diferentes ramas, ya que tiene como propósito optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio.

Por ello se logró aplicar en esta empresa de rama metal-mecánica, con el objetivo de reducir el tiempo que se toma en hacer un cambio de modelo en una línea de moldeo para el área de fusión. En esta línea de moldeo se producen cabezas para los motores de autos, teniendo como cliente principal a General Motors, este cliente es muy exigente en la demanda y producción de los productos que él requiere para la elaboración de sus autos.

Se tuvo la oportunidad de implementar algunas metodologías en esta empresa, obteniendo como resultado la reducción del tiempo de cambio de modelo. Logrando reducir un 53.8% en tiempo de cambio de modelo, lo cual, trae como beneficio a la empresa cumplir con la demanda que exigen los clientes a la hora de producir las piezas.

También se obtuvo una mayor eficiencia en la ejecución de las actividades que cada uno de los operadores lleva a cabo y se logró eliminar los cuellos de botella provocados por la falta de capacitación de los líderes de trabajo y de los mismos trabajadores. Todo esto fue logrado al realizar la actualización de la IT-MET-016 y la capacitación de los trabajadores para su mayor conocimiento, la estandarización del procedimiento para un cambio de modelo en una línea de moldeo y por último se definió el tiempo estándar del cambio de modelo, asignando a cada una de las áreas involucradas el tiempo que deben consumir durante el cambio, esto sin contar las fallas y las demoras, las cuales son impredecibles.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias, por los medios proporcionados como apoyo para llevar a cabo esta investigación.

VI. REFERENCIAS

- [1] Niebel. W. "INGENIERÍA INDUSTRIAL, Métodos, estándares y diseño del trabajo", Mc Graw Hill, México, Duodécima edición, 2009.
- [2] Oficina Internacional del Trabajo (OIT). "Introducción al Estudio del Trabajo", Limusa, Suiza, Cuarta edición, 1996.
- [3] Villaseñor. A. "Manual de Lean manufacturing", Limusa, México, Primera edición, 2007.
- [4] Barnes. M. "*Estudio de Tiempos y Movimientos*", Alfa Omega.
- [5] García. C. "*Estudio del Trabajo*", Mc Graw Hill, Segunda edición, 2005.
- [6] Trujillo. J.J. "Elementos de Ingeniería Industrial", Reverte, 1990.



VII. BIOGRAFÍA

Sánchez Segovia Ricardo. San Pedro, Coahuila, 17 de Abril de 1996. Él actualmente esta estudiando en el Instituto Tecnológico Superior de las Colonias en San Pedro, Coahuila.



Segovia Avila Elda. San Pedro, Coahuila, 16 de Noviembre de 1976. Ingeniero Industrial por la Universidad Iberoamericana Plantel Laguna, Torreón, Coahuila 1998, Maestría en Educación por la Universidad Interamericana para el desarrollo, Gómez Palacio, Durango 2010.

Ella actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de San Pedro de las Colonias en San Pedro, Coahuila.