

# Eficiencia técnica y empleo: criterios de elección de progreso técnico en el sector manufacturero de México

*(Recibido: abril/012–aprobado: julio/012)*

*María Teresa Herrera Rendón-Nebel\**

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es aportar elementos para la construcción de criterios de elección relativos al progreso técnico que cumplan con el alcance simultáneo de desarrollo y bienestar. La eficiencia técnica y el empleo son dos condiciones que pueden llevarnos al buen establecimiento de estos criterios. Con el fin de constatar si estas dos condiciones se cumplen en el sector manufacturero en México, se ha medido la eficiencia técnica relativa de este sector de 2003 a 2007, utilizando la técnica del análisis envolvente de datos y el empleo mediante la mano de obra requerida. Los resultados muestran por un lado, que es posible alcanzar eficiencia técnica y empleo al mismo tiempo. Por el otro, que existe la capacidad de mejorar tanto los niveles de eficiencia técnica como el empleo en este sector; los datos muestran que 28.3% de las empresas cumplen con ambas condiciones.

**Palabras clave:** progreso técnico, eficiencia técnica y empleo.

**Clasificación JEL:** O14, O33.

\* Instituto de Altos Estudios Internacionales y el Desarrollo, Departamento de Estudios de Desarrollo, París (Maria-Teresa.Herrera@graduateinstitute.ch).

## Introducción

Desde hace tiempo se han asociado progreso técnico y desarrollo como requerimientos indispensables en todo tipo de voluntad de desarrollo económico. Schumpeter (1934), considera que el progreso técnico se encuentra ligado estrechamente al desarrollo considerándolo así como una variable endógena al sistema, pero desde los años sesenta se ha advertido la complejidad del progreso técnico, específicamente adaptado para obtener desarrollo económico y la necesidad de establecer criterios de elección de progreso técnico, debate que ha sido olvidado en nuestros días. En 1957, Sen subrayó que con el fin de establecer los criterios de elección, es necesario preguntarse qué es lo que persigue la sociedad, y propone analizar cuatro criterios. Más tarde Sen (1962, 1975); Solo (1966); Prebisch (1971); Rosenberg (1976); Todaro (1994), junto con los partidarios de las teorías de desarrollo, subrayan que muchos países en vías de desarrollo adoptan progresos técnicos en sus procesos productivos inadaptados a su realidad económica, inhibiendo así su proceso de desarrollo.

Más aún, autores como Sen (1981) y Stiglitz (2002) afirman que el fin de la actividad económica es incrementar el bienestar de los individuos, y las estructuras económicas que son capaces de llevarlo a cabo son preferibles a las que no lo hacen.

El objetivo de este trabajo es retomar ese debate y proponer elementos para la construcción de criterios de elección de progreso técnico que permitan alcanzar no sólo desarrollo sino también bienestar, concentrándonos para ello en dos variables: eficiencia técnica y empleo.<sup>1</sup>

Para alcanzar el bienestar generalizado o como lo llama Pareto (1964): el equilibrio global, es necesario alcanzar simultáneamente el equilibrio de producción y el equilibrio de intercambio, así pues, la eficiencia técnica es condición necesaria para el alcance del equilibrio de producción pero no es suficiente, también es necesario cumplir con las condiciones del equilibrio de intercambio. Más todavía, considerado que existen fallas en los mercados, ambos equilibrios pueden alejarse del equilibrio global (véase Stiglitz, 2002). Así, la política gubernamental debe vigilar y corregir estos desequilibrios. Nuestra propuesta es dirigir mediante los criterios de elección de progreso técnico la reinversión en la manufactura en México.

Consideramos que tales criterios tienen que cumplir con dos condiciones: por un lado, está la condición de eficiencia técnica, ya que ella asegura el aumento de la producción utilizando de manera óptima los recursos escasos, la condición de

---

<sup>1</sup> Este artículo es el primero de una serie de tres, los cuales tienen como fin aportar elementos a la construcción de criterios de elección de progreso técnico que busquen el alcance simultáneo de eficiencia económica y social.

eficiencia es así, una condición necesaria y preferible a la ineficiencia. Y por el otro, la condición de empleo, considerada aquí como un requerimiento esencial básico de bienestar.<sup>2</sup> Stiglitz (2002) subraya la importancia que tiene el trabajo para todos los individuos a nivel mundial.

El artículo espera resaltar el hecho de que no existe una exclusión entre eficiencia técnica y creación de empleo. Nuestro estudio investiga la relación existente entre progreso técnico, eficiencia técnica y empleo para un país emergente como México, mediante el estudio de los datos estadísticos de más de 6,500 empresas manufactureras de 2003 a 2007.

A fin de constatar si estas dos condiciones se cumplen en el sector de la manufactura en México, se propone por un lado, calcular la eficiencia técnica utilizando las aportaciones de Farrel (1957), quien pregona que el indicador de productividad comúnmente utilizado no nos proporciona toda la información deseada, para determinar si una economía está empleando de manera óptima los factores de producción. Según estos aportes, la eficiencia técnica es un indicador más completo para evaluar si una economía está utilizando de manera óptima sus recursos.

Por otro lado, con el fin de comprobar si la condición de empleo se cumple, utilizamos la variable  $Labor-requirement = I/L$ , donde  $L$  es el número de trabajadores empleados y observamos su comportamiento en el sector.

El presente artículo está dividido de la siguiente manera: primero se describe la metodología empleada. Después, se efectúa un repaso de la literatura en cuanto a los criterios de elección de progreso técnico, y se realizan aportes para la construcción de un criterio de elección dirigido al sector manufacturero, posteriormente se aborda la tipología del progreso técnico y se ofrece una propuesta de clasificación relativa a los progresos técnicos. Más adelante se introduce y calcula la eficiencia técnica del sector, aplicando la técnica para el análisis envolvente de datos (*data envelopment analysis*, DEA por sus siglas en inglés), en esta parte mostramos los resultados considerando un análisis entre rama e intrarama. Posteriormente se relacionan ambas variables: eficiencia técnica y empleo. Al final presentamos nuestras conclusiones.

## 1. Metodología

Se utilizaron datos microeconómicos de la *Encuesta Industrial Anual* de 2003 a 2007 que publica el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y que

<sup>2</sup> Aclaramos que no deseamos reducir el concepto de bienestar únicamente al empleo, otros indicadores son sin duda importantes.

recoge una muestra de 6,626 empresas del sector manufacturero.<sup>3</sup> Con estos datos se llevaron a cabo estimaciones de eficiencia técnica relativa, para ello y, con el fin de respetar el principio de homogeneidad, se dividieron las empresas en 21 ramas manufactureras de la 311 a la 339,<sup>4</sup> las cuales se dividieron a su vez, en microempresas (de 1 a 15 trabajadores); pequeñas (de 16 a 100 trabajadores); medianas (de 101 a 205 trabajadores) y grandes (más de 251 trabajadores) según la clasificación del INEGI. Las empresas que mostraban un puntaje (*score*) de eficiencia técnica relativa (VRS\_TE) muy grande, aun después de haber hecho la división anterior, se excluyeron de la muestra o se analizaron por separado.

Para la estimación de la eficiencia técnica relativa se aplicó la técnica DEA, que ha sido utilizada como un instrumento para medir el mejoramiento de las empresas. Ésta es una herramienta no paramétrica fundamentada en elementos de programación lineal, el más conocido fue propuesto por Färe *et al.* (1994), y con frecuencia se emplea para determinar los límites de la frontera de producción de empresas conocidas también por *dmu's* (unidades tomadoras de decisiones *decisions-making-units* por sus siglas en inglés). Los trabajos iniciales en este campo de investigación evalúan la eficiencia técnica usando las aportaciones de Farrell (1957), quien a su vez, se basa en los trabajos de Debreu (1951) y Koopmans (1951), después de él, una serie de trabajos de investigación se han inspirado en su concepto.

Existen diferentes programas que pueden ser usados para el cálculo de la eficiencia técnica, en este trabajo usamos un programa DEA desarrollado por Yongbae y Choonjoo (2010). La eficiencia técnica relativa fue estimada considerando rendimientos variables a escala (VRS\_TE) con orientación *input*. La razón por la cual se utilizó VRS\_TE y no con rendimientos constantes a escala, fue que las empresas de la muestra no son homogéneas, incluso perteneciendo a la misma rama. Primero, existen cuatro grandes tipos de empresas: micro, pequeñas, medianas y grandes; segundo, los giros de producción de cada empresa son muy diferentes. La VRS\_TE es más aconsejable, ya que considera la heterogeneidad de las empresas.

Las variables que se consideraron para el cálculo de eficiencia técnica fueron dos insumos y dos productos, como anteriormente se señaló, utilizamos el sentido insumos (*input-oriented*) las variables utilizadas descritas en las siguientes técnicas de producción fueron:

- 1) Remuneraciones de los trabajadores y número de trabajadores como insumos (*inputs*) y valor de la producción e ingresos totales como productos (*outputs*).

<sup>3</sup> Cabe señalar que esta encuesta no considera a las empresas maquiladoras de exportación.

<sup>4</sup> Véase Anexo 3.

2) Remuneraciones de los trabajadores y gastos totales como insumos (*inputs*)<sup>5</sup> y valor de la producción e ingresos totales como productos (*outputs*).

Se hicieron cálculos iniciales con ambas técnicas, pero se adoptó la segunda, ya que los resultados utilizando la primera le daban un gran peso al número de trabajadores.

Con la segunda técnica se realizaron 420 estimaciones de eficiencia, cuando la muestra era menor de 10 empresas se extrajeron del estudio, con el fin de respetar la confidencialidad de los datos. Se consideraron valores reales de las cuatro variables utilizando el índice nacional de precios al consumidor (INPC) con base 2010. Cabe señalar que, ya que la eficiencia técnica es una estimación relativa en relación con las otras empresas el resultado no se altera, ya sea que se utilicen o no, valores reales.

Los resultados de estas estimaciones aparecen en el Anexo 1 y 2. Cuando el *score* del VRS\_TE es igual a 1, significa que la empresa es eficiente y que se encuentra sobre la frontera de eficiencia, por el contrario, las empresas cuyo *score* tiende a 0 son ineficientes, estas empresas se pueden observar en las gráficas del Anexo 1. En los cuadros 1 y 2 del Anexo 2, no se tiene en ningún caso un *score* igual a 1, debido a que se adquirieron promedios por rama. De ahí que en este caso, las ramas que se aproximen a 1 sean las más eficientes.

Con el fin de clasificar los diferentes tipos de progreso técnico adoptados en las empresas manufactureras se utilizó la variable requerimiento de mano de obra (*Labor\_requirement*), calculada de la siguiente manera:

$$\text{Labor\_requirement} = 1/L$$

Donde *L* es igual al número de trabajadores totales de la empresa, cuando este indicador tiende a cero, significa que las empresas utilizan una gran cantidad de mano de obra y cuando este indicador tiende a 1, quiere decir que la cantidad de mano de obra empleada por la empresa es muy baja. Con el fin de ver cuáles son las empresas que emplean más o menor mano de obra se realizaron comparaciones de esta variable entre micro, pequeñas, medianas y grandes empresas de cada rama.

<sup>5</sup> A los gastos totales se les restaron las remuneraciones de los trabajadores.

## 2. Criterios de elección de progreso técnico

En cuanto a estos criterios, como se expresó en la introducción, el debate no es nuevo, es posible consultar los antecedentes en un artículo de Sen publicado en 1957. El referido autor inicia el texto afirmando que: “Una considerable atención ha sido fijada en los años recientes en el problema de la elección entre las diferentes alternativas de las técnicas de producción que están abiertas a países subdesarrollados (...)”. El objetivo de su estudio era discutir la problemática básica que envolvía tal elección. En ese trabajo, Sen examina los diferentes criterios sugeridos hasta entonces y señala cómo otras variables (a saber: el costo de la mano de obra o la situación del comercio exterior) pueden influir en tal elección. A continuación resumimos los diferentes criterios revisados por Sen en su artículo de 1957.

### 2.1 *The Rate of Turnover Criterion (RT)*

Este criterio es propuesto inicialmente por Polak y está dirigido a países en reconstrucción después de la guerra. Polak sugiere que la inversión para el desarrollo debía estar basada en la razón ( $Y/K$ ), más elevada de producción ( $Y$ ) entre capital ( $K$ ) también llamada *rate of turnover* ( $Y/K$ ). Sin embargo, Sen efectúa dos críticas fundamentales: la primera es que una tasa elevada de  $Y/K$  podría estar asociada también a una elevada tasa de depreciación, y la segunda es que este criterio no considera el costo de emplear trabajo para operar el capital (Sen, 1957: 561).

### 2.2 *The Social Marginal Productivity Criterion (SMP)*

Una gran diferencia entre este criterio y el anterior reside en que, Kahn propone que los factores de producción empleados para producir sean valuados considerando su costo de oportunidad. Excepto cuando hay excedente de mano de obra o ésta es poco calificada, recomienda entonces: “(...) el coeficiente de capital más pequeño con la razón máxima del *rate of turnover*” (Sen, 1957: 562-63). El autor considera que para evaluar este criterio habría que preguntarse qué es lo que tratamos de alcanzar (Sen, 1957: 563).

### 2.3 *The Reinvestment Criterion (G-L)*

El criterio original de Galenson y Leibenstein ( $G-L$ ), es llamado *marginal per capita reinvestment quotient*. En la determinación de este criterio identificaron siete factores básicos: 1) la productividad bruta por trabajador; 2) bienes salarios consumidos por

trabajador; 3) reemplazo y reparación del capital; 4) incrementos de la producción como resultado del capital no usado, por ejemplo innovaciones tales como: mejoramientos en el adiestramiento, la salud, energía, disciplina y maleabilidad de la mano de obra; 5) caída en la tasa de mortalidad; 6) caída en la fertilidad; y 7) dirección de la reinversión.

El interés de este criterio está centrado en el flujo de la inversión neta creado por unidad de inversión hoy. Donde la tasa de reinversión está dada por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{p - ew}{c} \quad (1)$$

Donde:

$p$  = la producción (producción neta) por máquina.

$e$  = el numero de trabajadores por máquina.

$w$  = tasa de salario real.

$c$  = costo por máquina.

$r$  = reinversión.

La tasa de reinversión depende entonces positivamente de  $p$  y negativamente del resto de los factores.

Sen continúa con este criterio, analizando la propuesta del profesor Raj, quien propone un criterio similar, sólo que este último pone el acento en el caso del cambio de una industria casera a una producción de empresa. Aquí ve la necesidad de subsidiar a los trabajadores que salen del proceso productivo durante el cambio; y en este punto, contempla el costo de mantener el nuevo desempleo como parte del costo total. Este criterio, de acuerdo a Sen, es aplicable para casos en los cuales los procesos de producción menos mecanizados son reemplazados por procesos de producción, más mecanizados. Sin embargo, menciona que sería difícil aplicarlo para los casos en los cuales se inician procesos de producción, y cuando existe la duda en cuanto a si es correcto hacerlo más o menos *capital-intensive*.

Si se expresa la ecuación 1 en términos del modelo de crecimiento de Harrod-Domar se tendría la ecuación 2:

$$r = \frac{p - ew}{c} = s/a \quad (2)$$

Donde:

$s$  = la razón ahorro =  $p\text{-}ew/p$ .

$a$  = coeficiente de capital =  $c/p$ .

De esta manera, si suponemos que todo el salario se consume y el resto se reinvierte, la maximización de  $r$  nos dará la maximización en la tasa de crecimiento.

El criterio propuesto por estos autores, basado en la tasa de reinversión, nos deja ver que la elección se hace en función de la maximización de  $r$  que permite la maximización de la tasa de crecimiento.

#### 2.4 *The Time Series Criterion (TS)*

Sen propone el criterio de series de tiempo, que pueden utilizarse cuando se enfrenta la elección entre varias técnicas posibles. Este criterio consiste, igualmente, en elegir el mejor resultado posible, considerando flujo de ingreso real correspondiente a cada técnica dentro de un periodo de tiempo determinado.

Las series de tiempo surgen de multiplicar la razón de reinversión  $\frac{r_1}{r_2}$  por el volumen de inversión  $\frac{m_1}{m_2}$ , para cada técnica (se suponen dos técnicas 1 y 2). Después hay que considerar el costo de oportunidad, ya que aun cuando  $m_1 r_1 > m_2 r_2$ , no necesariamente elegiríamos la técnica 1, esta elección depende del costo de oportunidad. El cálculo, incluyendo todos los factores, es complicado y no podemos derivar las funciones de utilidad y de incertidumbre adecuadas. Una solución sería elegir un periodo de tiempo corriente y corroborar si la pérdida de la producción inmediata, incurrida por elegir una técnica de la forma *capital-intensive*, es mayor que la compensación de producción extra de la misma, posteriormente (llamado periodo de recuperación "T"). Para ello, Sen divide la economía en dos sectores A y B, el primero es un sector atrasado en tecnología y el sector B es el sector avanzado. El primero está dividido a su vez en dos departamentos (I y II). El departamento I produce bienes de capital y el departamento II maíz.

La elección de las técnicas utilizadas que Sen realiza está en función del objetivo a alcanzar, luego entonces, en caso de que sólo interese la producción total en el primer periodo, la elección dependerá de la productividad del sector y de la técnica de producción intertemporal, y esto no es otra cosa que utilizar el criterio *RT*. Sin embargo, si el interés radica en la maximización de la producción, la consideración relevante es la tasa de excedente, que no es otra cosa que el criterio *G-L*.

El nivel de empleo en el departamento II depende del grado de *capital-intensive* elegido. Si se elige el criterio *RT*, se elige una combinación más alta de *capital-intensive*, que si se elige el criterio *G-L* con un incremento en el excedente pero una técnica de *capital-intensive* menor. Cada técnica determina también un nivel de salarios diferente. En este sentido, si se considera el costo del trabajo, la elección del criterio claramente afectará la elección final. Las aportaciones de Sen en este campo son sin duda las más importantes, particularmente para el caso de países emergentes.

### 2.5 Criterio de elección de progreso técnico: Eficiencia técnica y empleo (ETyE)

Antes de adentrarse en una nueva propuesta, hay dos elementos citados en la parte anterior que considero importantes: el primero es la pregunta del autor, al momento de abordar el *social marginal productivity criterion*: ¿qué es lo que tratamos de alcanzar? o bien, ¿qué es lo que una sociedad trata de alcanzar? Mi respuesta es: se desea alcanzar desarrollo y bienestar simultáneamente. El segundo elemento es la diferencia en las técnicas de producción que como bien subraya Sen, el impacto en el empleo y en la producción no es el mismo, depende de cada una de ellas.

Para alcanzar el bienestar generalizado, decíamos en la parte introductoria, es necesario alcanzar simultáneamente el equilibrio de producción y el equilibrio de intercambio, que no es otra cosa que el famoso equilibrio de Pareto. Y decíamos que si bien la eficiencia técnica permite alcanzar el equilibrio de producción no es suficiente para lograr bienestar, es necesario también cumplir con las condiciones del equilibrio de intercambio. Más aún, considerando que pueden existir fallas en los mercados, ambos equilibrios pueden alejarse del equilibrio global (véase Stiglitz, 2002). Así pues, la política gubernamental debe vigilar y corregir estos desequilibrios. Nuestra propuesta es dirigir mediante los criterios de elección de progreso técnico la reinversión en la manufactura en México.

Aclarado lo anterior, todo criterio tiene que cumplir con dos condiciones:

- 1) Condición de eficiencia: es necesario que todo progreso técnico cumpla con la condición de eficiencia. Esta condición se alcanza si la producción aumenta dados los factores de producción o bien, si disminuyendo los factores de producción ésta aumenta.
- 2) Condición de empleo. El progreso técnico debe producir un impacto positivo en el empleo.

La primera condición se alcanza cuando se cumplen los siguientes requisitos:

- a) Cuando la relación de productividades marginales físicas de dos factores de producción, cualquiera es la misma en la producción de todos los bienes.
- b) Cuando la tasa marginal de sustitución técnica entre dos factores de producción cualesquiera, utilizados en la producción de cualquier bien, es igual a la tasa marginal de sustitución técnica entre dos mismos factores de la producción de cualquier otro bien.

La primera condición (la eficiencia técnica) es importante, ya que asegura el aumento de la producción utilizando de manera óptima los recursos escasos, la condición de eficiencia es pues, una condición necesaria y es preferible a la ineficiencia.

La segunda condición (el empleo) es importante y lo consideramos aquí como un requerimiento esencial básico de bienestar. Stiglitz (2002) subraya la importancia que tiene el trabajo para todos los individuos a nivel mundial. Menciona que para los individuos que pierden su trabajo, éstos no sólo sufren una pérdida del ingreso sino también la disminución de su autoestima o de su autorepresentación. El desempleo va acompañado frecuentemente del alcoholismo, de aumento en la tasa de divorcios y de suicidios. Stiglitz va más allá en su reflexión en cuanto a la importancia del trabajo, mencionando que el trabajo es un fin en sí mismo y no sólo un significado de la producción. Esta variable es además importante para el caso de México y de economías con altos niveles de desempleo. Más adelante se verá que no existe una exclusión entre eficiencia técnica y creación de empleo.

En resumen, la reinversión ( $r$ ) dependerá de dos variables: de la eficiencia técnica relativa ( $VRS_{TE}$ ) y del empleo ( $E$ ):

$$r = f(VRS_{TE}, E) \quad (3)$$

Las técnicas de producción que proponemos considerar aquí son dos:

- 1) *Labor-saving-technical-change* (LSTC). Esta técnica de producción o progreso técnico se presenta, como su nombre lo dice, cuando existe ahorro de mano de obra en la empresa. Utilizaremos la razón  $1/L$ , donde  $L$  es el número de trabajadores, cuando este indicador tiende a 1 diremos que el progreso técnico es del tipo LSTC.

- 2) *Labor-intensive-technical-change* (LITC). Esta técnica de producción o progreso técnico se presenta cuando se intensifica la mano de obra en la empresa. Utilizaremos la razón  $1/L$ , donde  $L$  es el número de trabajadores, cuando este indicador tiende a 0 diremos que el progreso técnico es del tipo LITC.

Así pues, la elección entre estos dos tipos de progreso técnico está en función del cumplimiento de ambas condiciones. Claramente se verá que la técnica LSTC está descartada de entrada, ya que no alcanza a cumplir con la condición de empleo.

En el siguiente apartado se hace una revisión de la literatura destinada a la tipología del progreso técnico, y clasificamos los progresos técnicos en el sector de la manufactura en relación a su impacto en el empleo.

### 3. Tipología del progreso técnico y empleo

Existe una amplia literatura en cuanto a la tipología del progreso técnico. Podemos afirmar que hay un antiguo debate desde los años 30, cuya discusión se centra en definir al progreso técnico en función de la clasificación de las innovaciones y de su impacto en los factores de producción, es decir, si son ahorradoras de mano de obra, ahorradoras de capital o neutras (Blaug, 1963). Más tarde, en los años 70, el interés se localizó en el mecanismo que explica el intercambio en la dotación de los factores de producción dado un cambio técnico, como es el caso del progreso técnico estudiado por Hicks (1957) y Salter (1960).

La evolución en el estudio del progreso técnico (PT) dio lugar a un nuevo debate centrado en la definición del progreso técnico: si sería en función de los cambios en los procesos productivos o en la clasificación de los tipos de progreso técnico. En relación con este asunto, Blaug (1963) menciona: “(...) no se ha llegado a ningún consenso sobre estas cuestiones. En realidad hay mucha confusión sobre el estado analítico de la teoría”. Consideramos que el desacuerdo sigue existiendo, tanto en el concepto como en la clasificación del progreso técnico sin haber llegado a un consenso en realidad (véase Blaug, 1963; Kennedy, 1972; Rosenberg, 1976; Fagerber *et al.*, 2006; y Herrera, 2010). Y es frecuente encontrar en los supuestos de base, por parte de algunos trabajos, particularmente en la línea de la teoría de crecimiento endógeno, que sólo existe un tipo de progreso técnico, a saber: la forma *Harrod-Neutral-Technical-Change*, reduciendo así la diversidad de los progresos técnicos.

Una clasificación interesante de los PT es propuesta por Allen (1967: 236-257) quien los clasifica en dos grupos: el *progreso técnico incorporado*, que se

presenta cuando hay cambios en las unidades de los factores de producción como en los siguientes casos: el *Labor-saving-technical-change* (*LSTC*) y el *Capital-saving-technical-change* (*CSTC*) entre otros, y el *progreso técnico no incorporado*, presente al no existir cambios en la dotación de los factores de producción como en el caso de: *factors-augmenting-technical-change* (*FATC*); *labor-augmenting-technical-change* (*LATC*), también conocido como el progreso técnico neutral de Harrod; el *capital-augmenting-technical-change* (*CATC*) (Herrera, 2010).

Para el caso de países emergentes, Sen (1962, 1975); Prebisch (1971); Rosenberg (1976); Todaro (1994); y Fagerberg (2006) han abordado este tema y realizado aportes significativos. En 1962, estudiando el caso de la India, Sen mencionó en su libro titulado *Technical Choices*, que en aquél país, coexisten dos sectores de producción con niveles de productividad distintos y con progreso técnico también distinto. Existe un sector dinámico que produce alta tecnología y que absorbe poca mano de obra en su proceso productivo, ya que utiliza un progreso técnico de la forma *capital-intensive*, en un contexto donde existe abundante mano de obra. Por su parte, Rosenberg (1976), insistía en que durante los años 70 en México, dada la importación de tecnología de EUA, utilizaba progresos técnicos que ahorran mano de obra e intensificaban capital, al interior de una economía con abundante mano de obra.

Según datos presentados por Heston, Summer y retomados por Bhagwati (1984), muestran que los países más avanzados adoptan un *labor-saving-technical-change* en sus procesos productivos, y los países menos avanzados *capital-saving-technical-change*; para ello comparan la razón capital entre trabajo ( $K/L$ ) entre los diferentes países de la muestra. Como vemos, los resultados de este autor contradicen las conclusiones de Rosenberg, lo que nos permite subrayar la necesidad de contar con datos empíricos más relevantes.

Como puede notarse, existe la idea de que el PT no es el mismo ni entre los diferentes países ni al interior de ellos, este mismo elemento no pasa desapercibido en el criterio propuesto por Sen.

Anteriormente se señaló que el progreso técnico puede ser clasificado en función de los cambios en los factores de producción, Sen y Rosenberg sugieren determinar el tipo de progreso técnico adoptado en función de los cambios producidos en la mano de obra. Así, se considera en este artículo que en México coexisten simultáneamente diversos tipos de progreso técnico y proponemos clasificarlos a partir del impacto en la intensidad de mano de obra, empleada por las empresas manufactureras como lo sugieren estos últimos autores. Con tal fin hemos calculado la intensidad de la mano de obra (*Labor requirement*) en el sector manufacturero utilizando la razón  $1/L$ , cuando este indicador tiende a cero, significa que las em-

presas utilizan un progreso técnico que intensifica mano de obra que llamaremos *Labor-intensive-technical-change*, y cuando este indicador tiende a 1, quiere decir que el progreso técnico adaptado emplea relativamente poca mano de obra y lo llamaremos *Labor-saving-technical-change*.

De tal forma, nuestra propuesta de clasificación de progreso técnico, asocia de hecho dos variables, por un lado, el tipo de progreso técnico y por otro, el empleo.

Los resultados para el sector de la manufactura aparecen en los cuadros del Anexo 2, observamos que dentro de las microempresas la rama que más intensifica mano de obra o que emplea un PT, de la forma LITC es la 332 correspondiente a la fabricación de productos metálicos, mientras que la rama 327 la fabricación de productos a base de minerales no metálicos es la que menos la absorbe, o que emplea PT de la forma LSTC. Para la pequeña empresa la rama 322, la industria del papel es la que más intensifica mano de obra y la 323 (impresión e industrias conexas) es la que menos la emplea. En cuanto a la mediana empresa, las ramas 335 (fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos) y 337 (fabricación de muebles y productos relacionados) utilizan menor y mayor mano de obra respectivamente. Finalmente, dentro de las empresas grandes, la rama 312 (industria de las bebidas y el tabaco) y 323 son las que intensifican más y menor mano de obra respectivamente.

Es interesante ver que el tipo de empresas que más heterogeneidad en la intensificación de mano de obra presenta, son las medianas, en tanto que los resultados de las grandes empresas muestran mayor homogeneidad. Retomaremos más adelante estos resultados.

#### **4. Eficiencia técnica**

Todo progreso técnico debe provocar un impacto positivo y reflejarse mediante el aumento en la producción, este impacto es posible observarlo por medio del indicador de eficiencia técnica.

La literatura más reciente fundamentada en las aportaciones de Farrell (1957), pregona que el indicador de productividad comúnmente utilizado no proporciona toda la información deseada para determinar si una empresa está empleando de manera óptima los factores de producción, de ahí que proponga calcular una frontera de eficiencia técnica (FET), que permita dar información más precisa sobre el desempeño de las empresas. Farrell comprueba, basándose en datos de la agricultura, que existen diferentes resultados posibles, cuando se calcula la frontera óptima de producción. Esto es, en la estimación de la función de producción, se puede admitir

la posibilidad de que existe una ineficiencia productiva, cuando la producción total es menor que la máxima producción obtenida, dados los factores de producción (Farrel, 1957: 253). Estas aportaciones fueron aplicadas por varios autores como Charnes, Cooper y Rhodes (1978); Lovell (1996); Millan y Aldaz (2004), y que dieron lugar a lo que podemos llamar la medición moderna de la eficiencia técnica. De estos aportes han surgido tres formas de medir la eficiencia técnica relativa: el análisis de fronteras determinísticas (*Deterministic frontier analysis*, DFA), análisis de fronteras estocásticas (*stochastic frontier analysis*, SFA) y el análisis envolvente de datos (*data envelopment analysis*, DEA) (véase Lovell, 1996).

Específicamente, para el caso de México se han hecho estudios entre los cuales se destacan los trabajos de Fuentes y Armenda (2006), quienes proponen calcular el índice de Malmquist y descomponen los factores que determinan la mejora de la productividad en el municipio de San Mateo Atenco; Sigler (2004) por su parte, focaliza su investigación en la eficiencia en la producción de la investigación económica de la Ciudad de México; Nérvaez *et al.* (2007) analizan la eficiencia en el sector salud; y Álvarez *et al.* (2008) estiman los niveles de eficiencia técnica en la producción privada de las entidades federativas en México.

La FET ha resultado ser una buena alternativa para medir el mejoramiento presentado de las empresas o de un sector económico. Si la empresa es eficiente, quiere decir que está aumentando su producción y utilizando sus recursos de manera óptima. La eficiencia es un elemento importante, tanto a nivel microeconómico como a nivel macroeconómico, y una de las condiciones para alcanzar el bienestar generalizado. Luego entonces, si formamos una frontera óptima de eficiencia, dado un progreso técnico cualquiera, el impacto positivo en la producción se reflejaría mediante las empresas más cercanas a la frontera de eficiencia, mientras que las más alejadas serían aquellas cuyo impacto es negativo.

En esta parte, siguiendo las aportaciones de estos autores y aplicando la técnica del análisis envolvente de datos DEA,<sup>6</sup> se propone construir las fronteras de eficiencia técnica del sector de la manufactura en México, y analizar si es que la condición de eficiencia se cumple en este sector de la economía.

Los resultados aparecen en las gráficas de la 1 a la 21 del Anexo 1, en el eje vertical se encuentra representada la eficiencia técnica relativa, con rendimientos variables a escala por rama y por tipo de empresa, y en el eje horizontal se representa la variable *Labor\_requirement*. Las empresas presentan un *score* VRS\_TE entre 0 y 1, aquellas que poseen un *score* VRS\_TE de 1 son las empresas más eficientes

<sup>6</sup> Existe una vasta literatura que es sugerida a las personas interesadas en profundizar sobre este instrumento, véase Lovell (1996); Coelli y Timothy (2005).

que forman la frontera de eficiencia, y se pueden advertir en las gráficas por medio de puntos horizontales. Las empresas con un *score* por abajo de .8 son ineficientes, mientras que si el *score* VRS\_TE tiende más a cero, más se alejan las empresas de la frontera de eficiencia.

De acuerdo con estos resultados, se observa que las empresas eficientes y que logran alcanzar un *score* de 1, corresponden a 405 empresas que representan sólo 1.5 de la muestra. Si se toma un *score* por arriba de .8 para asignar a las empresas eficientes, se observa que éstas representan 29% del total de la muestra, lo que nos permite afirmar que la mayor parte de las ellas son ineficientes, o que la condición de eficiencia sólo se cumple en 29%. Pero por otro lado, se denota que existe potencial para que las empresas que no están comprendidas en este porcentaje mejoren sus niveles de eficiencia.

**Cuadro 1**  
**Eficiencia técnica relativa con rendimientos variables a escala (VRS\_TE)**  
**de las empresas manufactureras (valores promedio de 2003 a 2007)**

<i>Rama</i>	<i>VRS-TE MIE</i>	<i>Rama</i>	<i>VRS-TE PE</i>	<i>Rama</i>	<i>VRS-TE ME</i>	<i>Rama</i>	<i>VRS-TE GE</i>
332	0.93	334	0.87	334	0.95	334	0.96
314	0.88	337	0.86	314	0.90	333	0.88
337	0.86	335	0.85	316	0.86	339	0.88
326	0.83	324	0.85	337	0.84	337	0.88
316	0.80	322	0.84	336	0.84	314	0.87
315	0.79	313	0.83	335	0.83	321	0.86
333	0.77	314	0.79	313	0.82	316	0.86
339	0.73	336	0.79	333	0.80	323	0.85
327	0.69	339	0.76	339	0.80	335	0.84
321	0.67	333	0.74	321	0.79	313	0.84
311	0.65	312	0.74	323	0.78	332	0.80
325	0.52	323	0.74	332	0.77	331	0.77
312		316	0.72	331	0.77	336	0.76
313		332	0.71	315	0.74	326	0.70
322		321	0.69	326	0.73	322	0.68
323		315	0.64	322	0.66	315	0.62
324		331	0.64	325	0.65	327	0.56
331		326	0.63	312	0.62	311	0.54
334		311	0.61	311	0.55	325	0.52
335		327	0.50	327	0.54	312	0.50
336		325	0.48	324		324	

MIE: microempresas, PE: empresas pequeñas, ME: empresas medianas GE: empresas grandes.

Fuente: Cálculos del autor basados en datos del INEGI (2003-2007).

En el cuadro anterior y en el Cuadro 3A del Anexo 2, aparecen los resultados de las estimaciones de VRS\_TE promedio por tipo de empresa y por rama, ya que estos resultados son promedio, en ningún caso hay un *score* de 1, de tal manera que el *score* más alto es igual a 0.96, a partir del cual sabemos qué ramas resultan ser las más eficientes y cuáles las menos eficientes.

En la siguiente parte proponemos dos tipos de análisis de resultados intrarama y por rama que nos generan resultados interesantes.<sup>7</sup>

#### 4.1 Resultados intrarama

##### 4.1.1 Microempresa (MIE)

Considerando las microempresas de todas las ramas, las más eficientes que marcan la frontera de eficiencia corresponden a la rama 332 (Fabricación de productos metálicos) con un *score* de 0.93. Las siguientes ramas más eficientes son la rama 314 (Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir) con un *score* de 0.88, y la rama 337 con uno de 0.86. Las microempresas más alejadas de la frontera son la 325 (Industria química); 311 (Industria alimentaria) y 321 (Industria de la madera) con un *score* de 0.52, 0.65 y 0.67, respectivamente.

##### 4.1.2 Pequeñas empresas (PE)

Las PE que marcan la frontera de eficiencia corresponden a la rama 334 (Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y otros equipos componentes y accesos electrónicos) con un *score* de 0.87. Después está la 324 (Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón); 322 (Industria del papel), y la 335 (Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos) con un *score* de 0.86 y 0.85 respectivamente. Las PE más alejadas de la frontera son la 325; 327 (Fabricación de productos a base de minerales no metálicos) y 311 con un *score* de 0.48, 0.50 y 0.61, respectivamente (véase Cuadro 1).

##### 4.1.3 Gran empresa (GE)

Las GE más eficientes que marcan la frontera corresponden a la rama 334 seguida de la 333 (Fabricación de maquinaria y equipo), y la 337 (Fabricación de muebles y productos relacionados) y 339 (Otras industrias manufactureras) con un *score* de

<sup>7</sup> Véase el Cuadro 1 del Anexo 3 con el fin de observar el giro de cada una de las ramas.

0.96; 0.88; 0.88 y 0.88, respectivamente. Las GE más alejadas de la frontera son la 312; 325 y 311 con un score de 0.50; 0.52 y 0.54, respectivamente.

#### 4.1.4 Resultados por rama

En el Cuadro 3 del Anexo 2, mostramos los resultados de VRS\_TE promedio de 2003 a 2007 por rama. Vemos que las más eficientes son la 334; 314 (Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir), y la 337 (Fabricación de muebles y productos relacionados). La rama que está marcando la frontera es la 334 con un score promedio de VRS\_TE de 0.93.

Por otra parte, la rama más ineficiente es la 325 (industria química) con un score de 0.54. Le sigue la rama 327 (fabricación de productos a base de minerales no metálicos) y la 311 (industria alimentaria) con un score de 0.57 y 0.59.

### 5. Eficiencia técnica y empleo

Con el fin de constatar si las dos condiciones: eficiencia técnica y empleo se cumplen en el sector de la manufactura, en esta parte se analizan las dos variables, por un lado la VRS\_TE y por el otro, la intensificación de mano de obra (*Labor\_requirement*). Se muestra que una empresa puede ser eficiente e intensificar mucha mano de obra, o ser ineficiente e intensificar poca mano de obra.

Para observar el impacto del PT si las empresas tienen un score de VRS\_TE entre 1 y .8 el impacto es positivo. Por el contrario, el impacto es negativo si el score de VRS\_TE está por debajo de .8. Mientras que el efecto del PT sobre el empleo estaría dado por el score dado por  $1/L$ , así pues, el impacto sobre el empleo es positivo si el score  $1/L$  es cercano a 1 y negativo si el score es cercano a 0.

El Cuadro 1, el 1A y el 2A del Anexo 2 nos proporcionan una serie de información interesante en términos de las empresas que son más eficientes e ineficientes, y que emplean mayor o menor mano de obra. Por ejemplo, considerando todas las ramas, las microempresas de la rama 332 son las más eficientes y las que más emplean mano de obra ( $1/L=0.1163$ ). En cuanto a las pequeñas empresas, las de la rama 334 son las más eficientes, pero son las que menos mano de obra emplean. Entre las empresas medianas y grandes, la rama 334 es la más eficiente pero la intensificación de mano de obra no es muy elevada (véanse el Cuadro 1, Cuadro 1A, y el 2A del Anexo 2).

La relación entre estas variables por empresa se puede apreciar de las gráficas 1A a la 21A del Anexo 1, en el eje vertical se encuentran los valores de eficiencia (*Efficiency* R-311 MIFirm hasta R-339 GFirm según sea el caso) y los

valores de *Labor\_requirement* (*L\_required*) sobre el eje horizontal, al interior de los ejes observamos a las empresas que aparecen en forma de puntos alrededor de la línea de regresión ajustada.

Así, es posible observar por un lado, que las empresas que más intensifican mano de obra se encuentran cerca del origen, mientras que las que menos la intensifican son las que más se alejan. Por otro lado, las empresas más eficientes se encuentran formando la frontera de eficiencia con un *score* igual a 1, mientras que las empresas ineficientes están cerca del origen. Si consideramos los valores de *VRS\_TE* por arriba de .8 para asignar las empresas más eficientes y la media de *L\_required*, entonces se vera que 28.3% del total de las empresas de la muestra cumplen con ambas condiciones.

Ahora, supongamos que se dividen la Gráfica 1 (1a-1d) tomando como ejemplo la rama 311, en cuatro cuadrantes. Para ello, se propone sacar la media de los valores del eje vertical y del eje horizontal. Así podemos apreciar que en los cuadrantes I y II se encuentran las empresas más eficientes que están por arriba de la línea de regresión ajustada. Mientras que en los cuadrantes III y IV se encuentran las empresas con niveles bajos de eficiencia. En los cuadrantes I y III se localizan las empresas que más intensifican mano de obra, o que emplean técnicas de producción de tipo LITC, y en los cuadrantes II y IV se encuentran las empresas que emplean menos mano de obra, o que emplean tecnicas de producción de tipo LSTC.

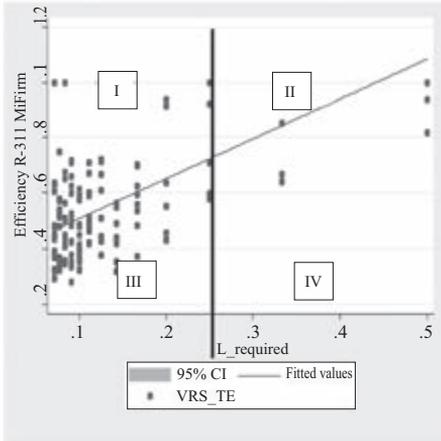
Como se puede apreciar en las mismas gráficas, las empresas de la rama 311 tienden a concentrarse en los cuadrantes III y IV, lo cual indica que las empresas son poco eficientes, además se observa que existen tanto empresas ineficientes intensificando mucha mano de obra (cuadrante III), como empresas ineficientes empleando poca mano de obra (cuadrante IV).

También se observa que la micro y pequeña empresa son las que más utilizan mano de obra, esto se puede ver mediante la concentración de las empresas en el cuadrante III.

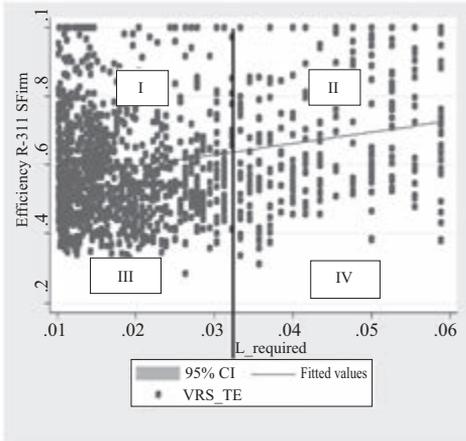
Los resultados del resto de las ramas por empresa se pueden apreciar en el Anexo 1, estos nos permiten afirmar que es posible alcanzar simultáneamente eficiencia y aumento en el empleo, si se consideran a las empresas más eficientes aquellas que están por arriba de la línea de regresión y por abajo del promedio de la variable *L\_required*, se tiene que 60% de las empresas cumplen con ambas condiciones. La reinversión tendría que estar dirigida hacia las empresas situadas en el cuadrante I. Claramente las empresa de los cuadrantes II y IV estarían descartadas por no cumplir con una de las condiciones.

**Gráfica 1**  
**Labor-Requirement y eficiencia técnica relativa de 2003 a 2007**  
**Rama 311: Industria alimentaria**

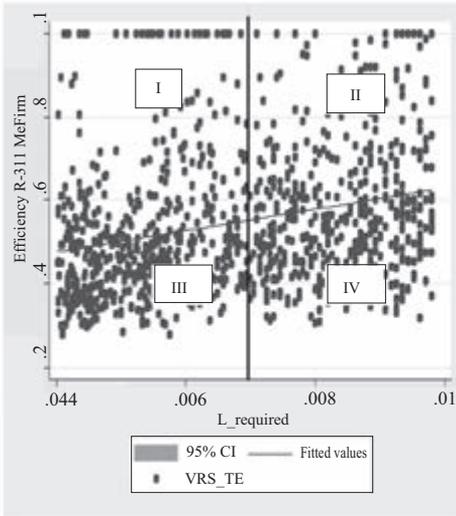
*Ia. Microempresa*



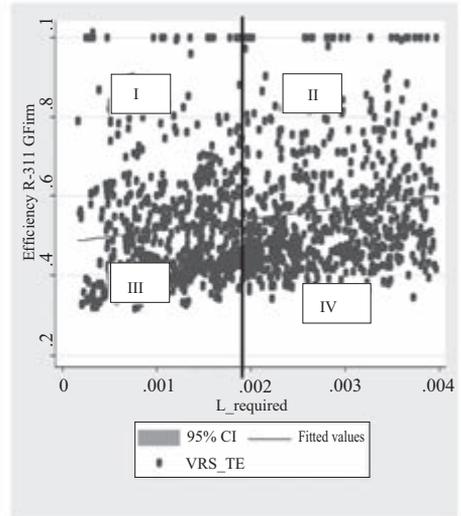
*Ib. Empresas Pequeñas*



*Ic. Empresas Medianas*



*Id. Empresas Grandes*



Fuente: Anexo 1, Gráfica IA.

## Conclusiones

En el presente estudio procuramos aportar elementos para la construcción de criterios de elección de progreso técnico (PT), que no sólo busquen fines de desarrollo sino igualmente de bienestar. Se ha subrayado la importancia de considerar la diversidad de los progresos técnicos, su impacto en la eficiencia técnica y en el empleo (E). La eficiencia técnica (ET) es importante no sólo en materia de desarrollo, sino también de bienestar y su importancia comprende tanto un nivel microeconómico como macroeconómico. La ET es una condición para asegurar que se están utilizando los recursos de manera óptima y que se cumple con una de las condiciones paretianas. Sin embargo, como fue señalado en la introducción al presente estudio, esta condición no siempre se alcanza debido a las fallas del mercado, además de que aislada no asegura mayor bienestar. Una segunda condición es necesaria, se ha propuesto considerar al empleo, ya que éste es un requerimiento esencial básico de bienestar.

¿Cuáles son los PT que cumplen con ambas condiciones? Para responder a esta pregunta se propuso clasificar a éstos, de acuerdo con su impacto en la mano de obra requerida. De esta manera se dividieron en dos: los del tipo *labor-saving-technical-change* y *labor-intensive-technical-change*.

Una vez propuesta esta clasificación, se pudo observar por un lado, que contrariamente a la reflexión tradicional, no todo impacto del PT en la producción es positivo, en el caso del sector de la manufactura en México, se puede observar mediante los bajos niveles de ET mostrados tanto por empresa como por rama, donde sólo 1.5 de las empresas de la muestra tienen un *score* igual a 1 y 28.3% alcanzan un *score* de VRS\_TE entre 0.8 y 1.

Por otro lado, no todo PT disminuye la cantidad de mano de obra empleada en la empresa, y no necesariamente ser ineficiente implica emplear mucha mano de obra, igualmente ser más eficiente no implica emplear menos mano de obra. De tal manera que ser eficiente no excluye la creación de empleo.

Así pues, se insiste en la necesidad de alcanzar simultáneamente ambas condiciones: la condición de eficiencia técnica y la condición de empleo. Estas dos condiciones deben ser consideradas en la construcción de cualquier criterio de elección de PT el cual, a su vez, puede servir de eje directriz en la asignación de recursos destinados al sector manufacturero.

Los resultados mostrados en el Cuadro 1; el Cuadro 1A y 2A del Anexo 2 como en las gráficas Ia.1–Ia.21, permiten evaluar qué ramas y empresas cumplen con estas dos condiciones, para ello hemos sugerido considerar como empresas más eficientes aquellas que están por arriba de la línea de regresión ajustada y que se

encuentran, a la vez, cercanas al origen sobre el eje horizontal (donde la razón  $I/L$  tiende a cero) es decir, las agrupadas en el cuadrante I.

Así, es posible alcanzar ambas condiciones, pero no se sabe qué hacer para lograrlo. Una posible respuesta se encuentra en los tipos de progreso técnico, adaptados por los diferentes sectores de producción y subrayamos que hacen falta trabajos de investigación serios en esta área.

Queda también por explicar cuáles son las variables que están determinando el mejoramiento de las empresas. Dentro de la literatura especializada en México, se ha subrayado la poca inversión de largo plazo principalmente en investigación y desarrollo, también se ha visto que las empresas exportadoras son, en general, empresas más eficientes.

Más aún, las dos condiciones descritas aquí no son exhaustivas, particularmente tenemos que buscar otras condiciones que nos permitan alcanzar bienestar generalizado. Nuestra propuesta final de criterio de elección de progreso técnico es el objetivo de nuestro siguiente artículo, donde agregaremos otras variables tales como: mejores condiciones de higiene, seguridad, salud, salario, educación y la responsabilidad individual. Esto con el fin de ampliar el criterio dirigiéndolo hacia una visión más humanista.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez, I. *et al.* (2008). “Aplicación del Data Envelopment Analysis a la delimitación de la frontera tecnológica en México (1970-2003)”, *Revista Enlaces*, núm. 8, CES Felipe Segundo, España.
- Allen, R. G. D. (1967). *Macro-Economic Theory*, Inglaterra: Macmillan St. Martin.
- Bhagwati, J. N. (1984). “Why Are Services Cheaper in the Poor Countries?”, *The Economic Journal*, Vol. 94, No. 374, junio, pp. 279-286.
- Blaug, M. (1963). “Survey of the theory on process-innovation”, *Economica*, pp. 13-32.
- Charnes, Cooper y Rhodes (1978). “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, No. 2, pp. 429-444.
- Coelli y Timothy (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, New York: Springer.
- Debreu, G. (1951). “The coefficient of resource utilization”, *Econometrica*, No. 19, pp. 273-292.
- Fagerberg, J.; D. Mowery y R. Nelson, (2006). *Handbook of Innovation*, Inglaterra: Oxford University Press.

- Farrel, M. J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, No. 3, Series A, pp. 253-290.
- Fuentes Castro, Hugo J. y Leticia Armenta F. (2006). "Las políticas públicas y la productividad: del diagnóstico a la solución efectiva. El caso de San Mateo Atenco", *Análisis Económico*, vol. XXI, núm. 47, UAM-Azcapotzalco, pp. 281-306.
- Herrera Rendon-Nebel, Ma. Teresa (2010). "El efecto del progreso técnico en el tipo de cambio real. Un análisis sectorial", *Paradigma Económico*, Revista de Economía Regional y Sectorial, UAEM, pp. 89-120.
- Hicks, J. R. (1957). *The Theory of Wages*, Gloucester Mass: P. Smith.
- INEGI (2003-2007). *Encuesta Industrial Anual*, México: INEGI.
- Kennedy, CH. (1972). "Surveys in Applied Economics: Technical Progress", *The Economic Journal*, pp.12-72.
- Koopmans T. (1951). "Análisis of production as an efficient combination of activities", en Koopmans, T., *Activity Analysis of production and allocation: proceedings of a conference*, New York: Wiley.
- Lovell, C. A. (1996). "Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement of Productivity Change", *Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3), pp. 329-340.
- Millan, J. y N. Aldaz (2004). "Efficiency and Technical Change in the temporal Intersectorial DEA", *Journal of Productivity Analysis*, No. 21 (1), pp. 7-23.
- Nérvaez *et al.* (2007). "Comparación de la eficiencia técnica de los sistemas de salud en países pertenecientes a la OMS", *Economía, Sociedad y Territorio*, vol. VI, núm. 24, pp. 1071-1090.
- Pareto, Vilfredo (1964). *Cours d'économie politique*, Paris: nueva edición por G.-H. Bousquet y G. Busino.
- Prebisch, R. (1971). *Change and Development- Latin-America's Great Task*, Washington, DC: Inter-American Bank, ed. Praeger.
- Rosenberg, N. (1976). *Perspectives on Technology*, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Salter, W. (1960). *Productivity and Technical Change*, Inglaterra:University of Cambridge.
- Sen, A. (1981). "Public Action and the Quality of Life in Developing Countries", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, No. 43, pp. 287-319.
- (1975). *Employment, Technology and Development: A Study prepared for the International Labour Office within the framework of the World Employment Programme*, Inglaterra: Oxford Clarendon Press.
- (1962). *Choice of Techniques*, Oxford: Basil Blackwell.

- (1959). “Choice of Capital-Intensity Further Considered”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 73, No. 3, agosto, pp. 466-484.
- (1957). “Some Notes on the Choice of Capital-Intensity in Development Planning”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 71, No. 4, noviembre, pp. 561-584.
- Sigler, L. (2004). *Aplicación del Data Envelopment Analysis a la producción de investigación económica en la Ciudad de México: la eficiencia relativa del CIDE, COLMEX, IPN, UAM Y UAM (1990-2002)*, Ponencia presentada en Birgmingham, Inglaterra.
- Schumpeter, J. (2002). *The Theory of Economic Development*, Cambridge: Harvard University Press, 1ª ed., 1934.
- Solo, R. (1966). “The Capacity to Assimilate an Advanced Technology”, *American Economic Review*, Vol. 56, pp. 91-97.
- Stiglitz (2002). “Employment, social justice and societal well-being”, *International Labor Review*, Vol. 141, No. 1-2.
- Todaro, M. (1994). *Economic Development*, Londres: Logman.
- Yong-bae J. y Choonjoo L. (2010). “Data Envelopment Analysis”, *The Stata Journal*, Vol. 10, No. 2, pp. 267-280.

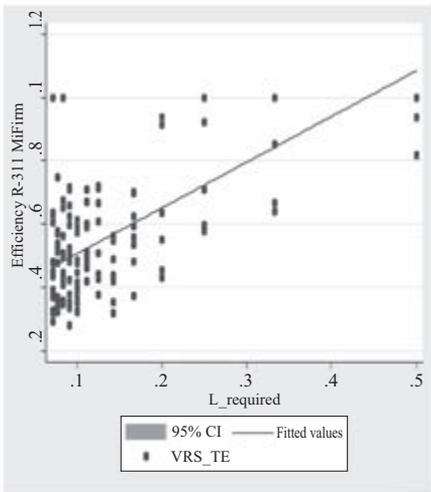
## Anexo 1

### Labor-requirement y eficiencia técnica de 2003 a 2007 Datos del sector manufacturero mexicano por rama

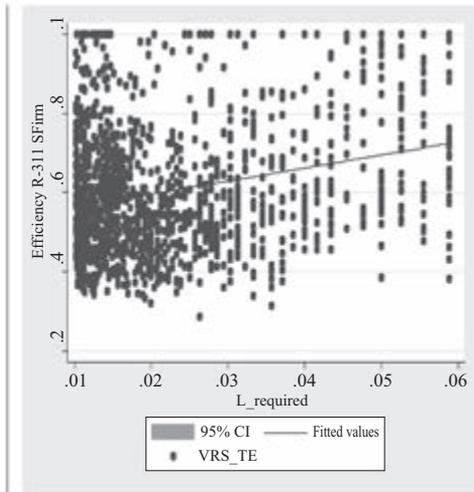
#### Gráfica 1A

#### Rama 311: Industria alimentaria

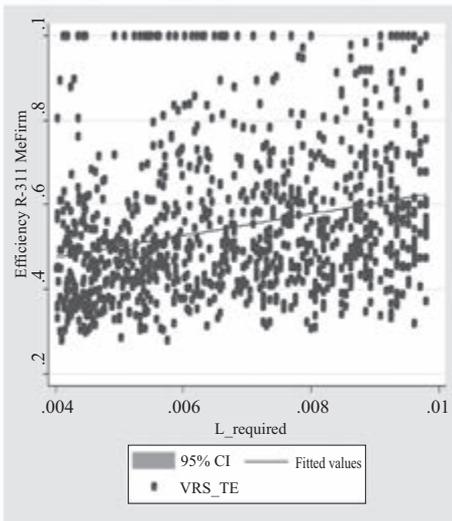
A. Microempresa



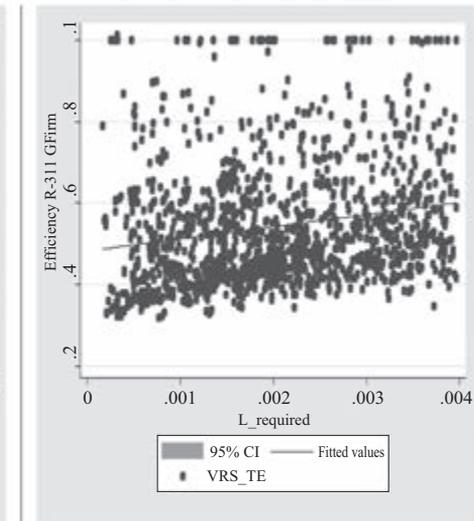
B. Empresas Pequeñas



C. Empresas Medianas

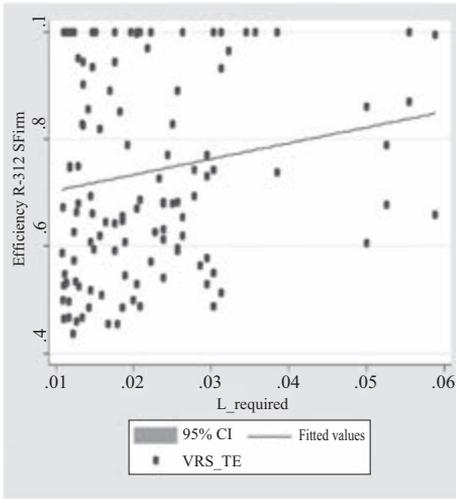


D. Empresas Grandes

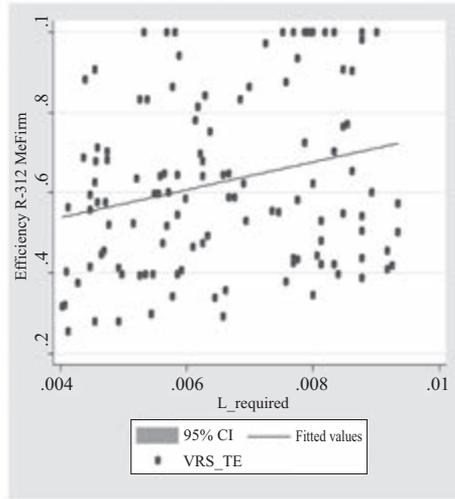


## Gráfica 2A Rama 312: Industria de las bebidas y el tabaco

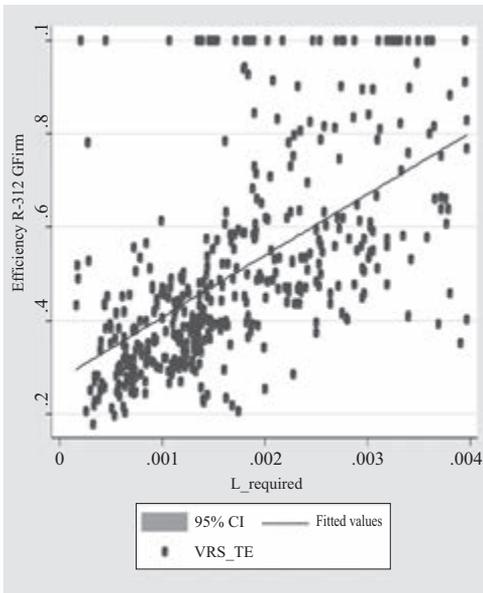
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas

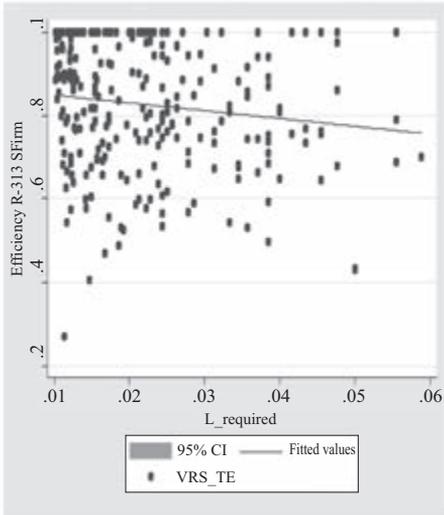


C. Empresas Grandes

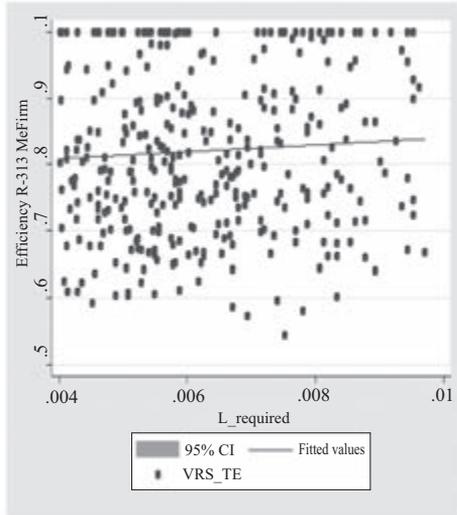


### Gráfica 3A Rama 313: Fabricación de insumos textiles

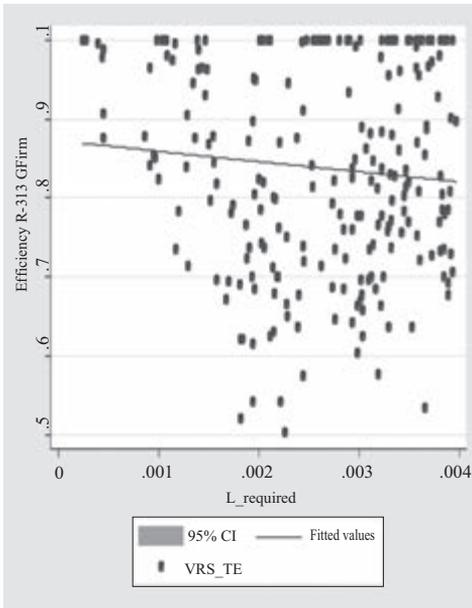
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas



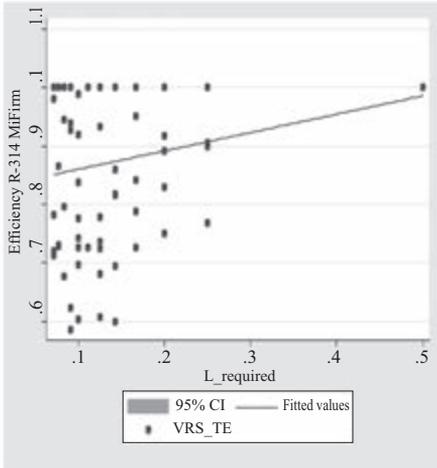
C. Empresas Grandes



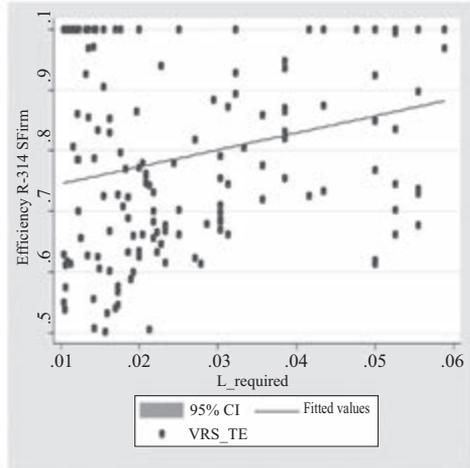
**Gráfica 4A**

**Rama 314: Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir**

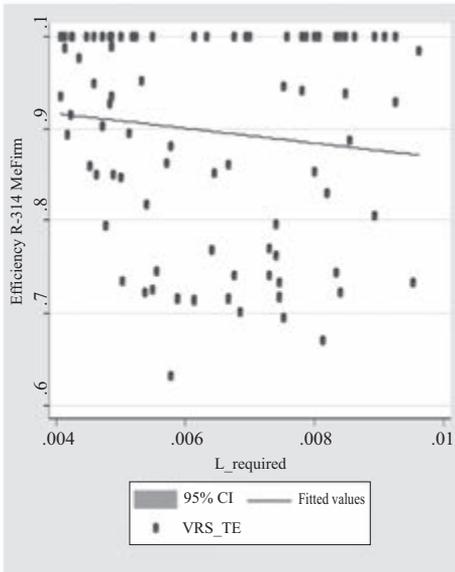
*A. Microempresas*



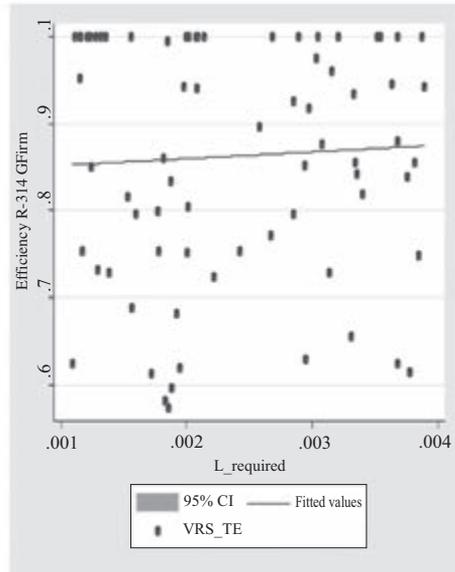
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*

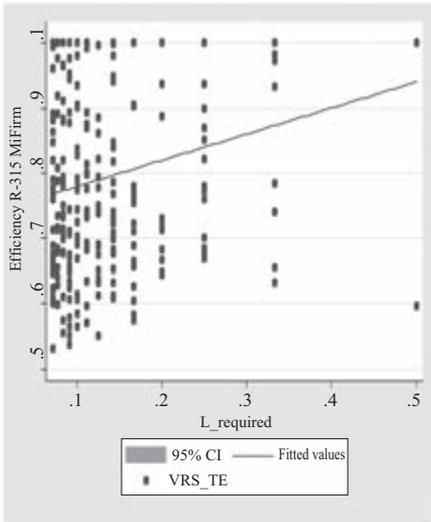


*D. Empresas Grandes*

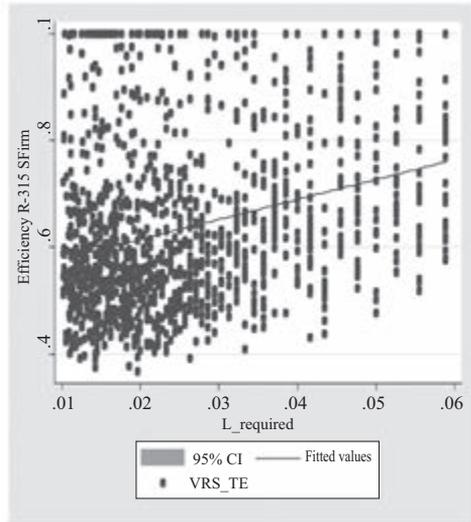


### Gráfica 5A Rama 315: Fabricación de prendas de vestir

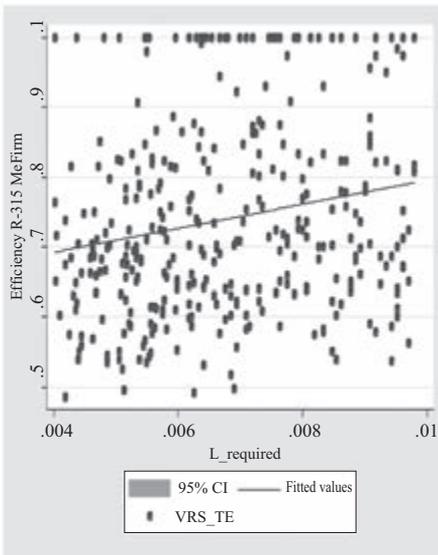
A. Microempresas



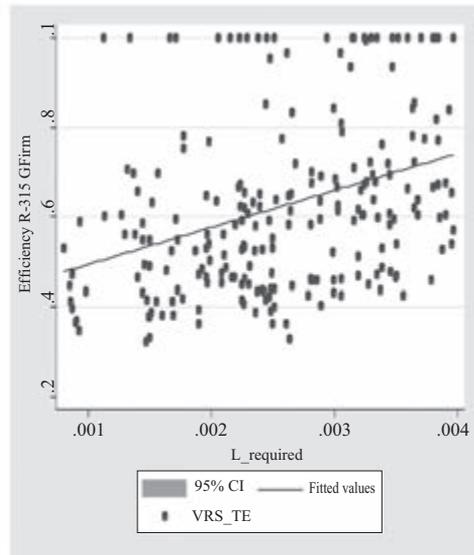
B. Empresas Pequeñas



C. Empresas Medianas

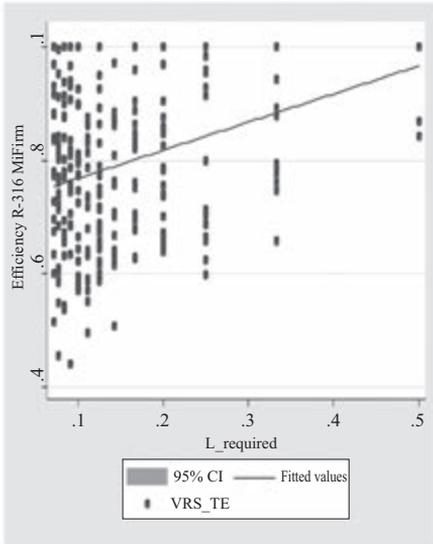


D. Empresas Grandes

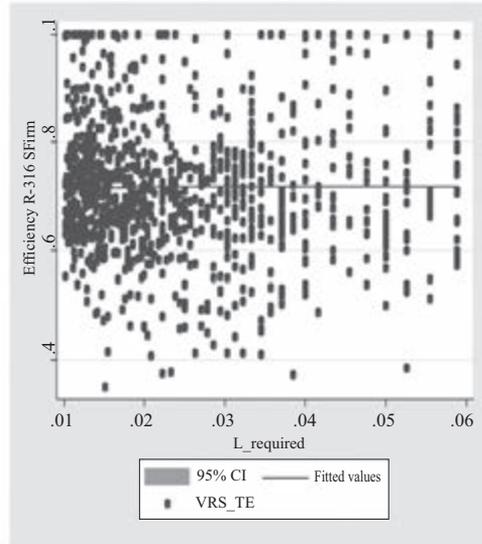


**Gráfica 6A**  
**Rama 316: Fabricación de productos de cuero, piel**  
**y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir**

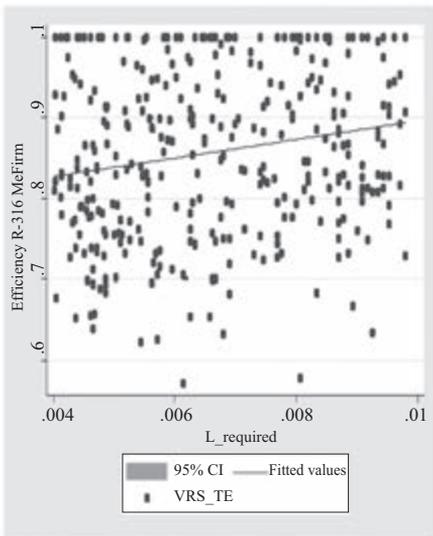
*A. Microempresas*



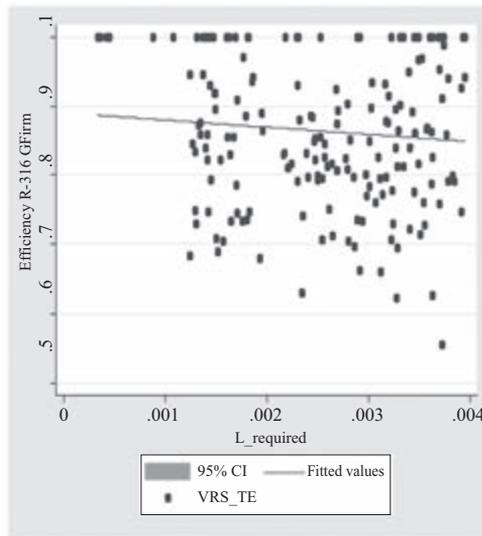
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*

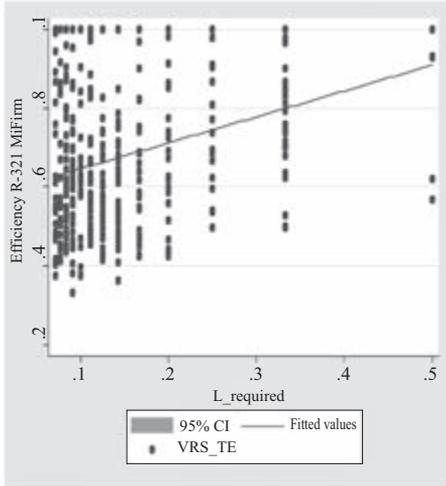


*D. Empresas Grandes*

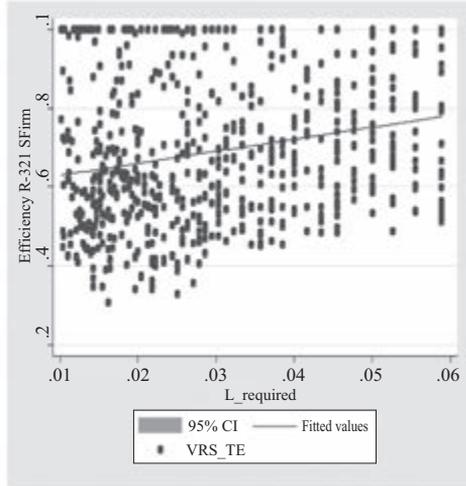


### Gráfica 7A Rama 321: Industria de la madera

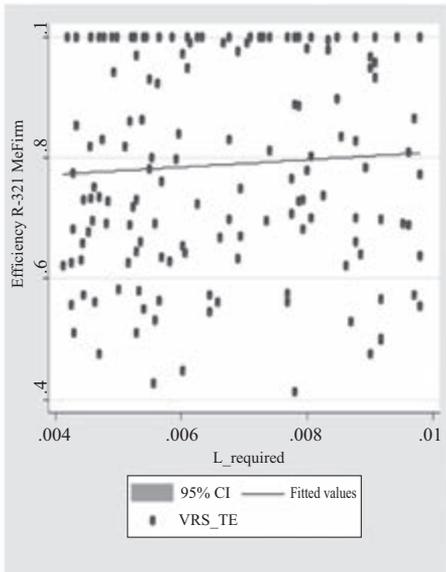
A. Microempresas



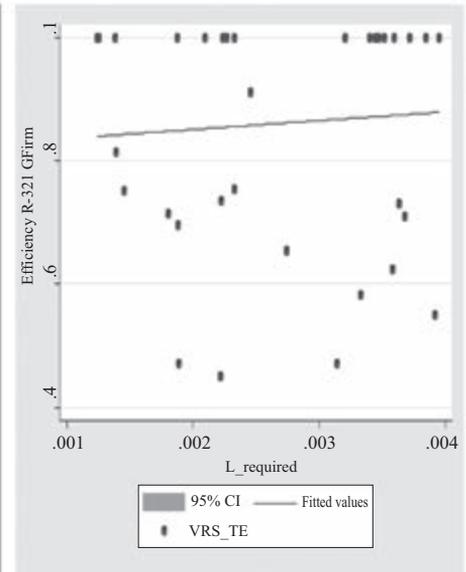
B. Empresas Pequeñas



C. Empresas Medianas

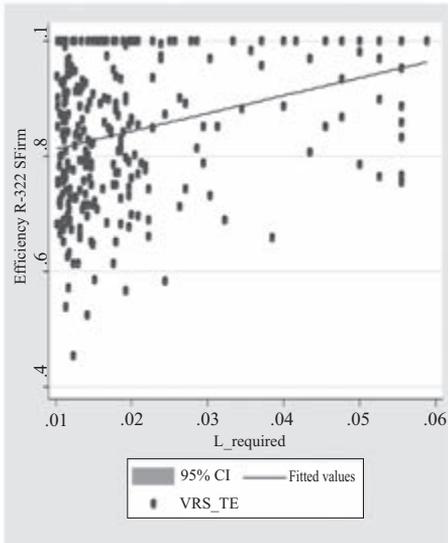


D. Empresas Grandes

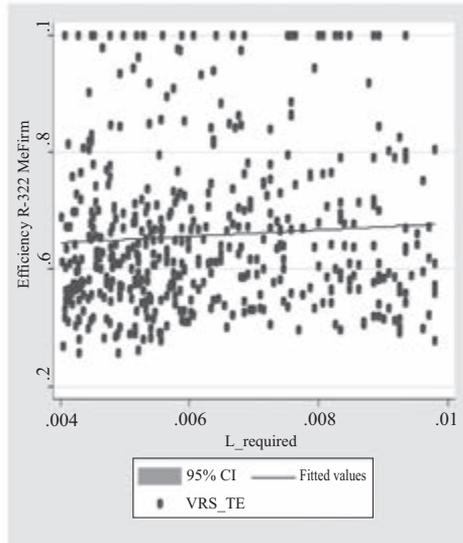


### Gráfica 8A Rama 322: Industria del papel

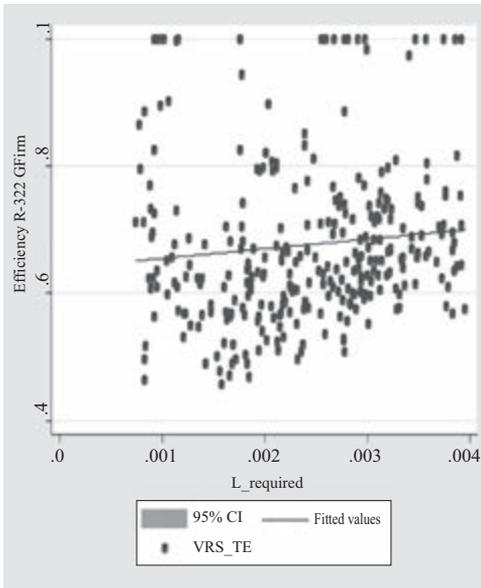
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas

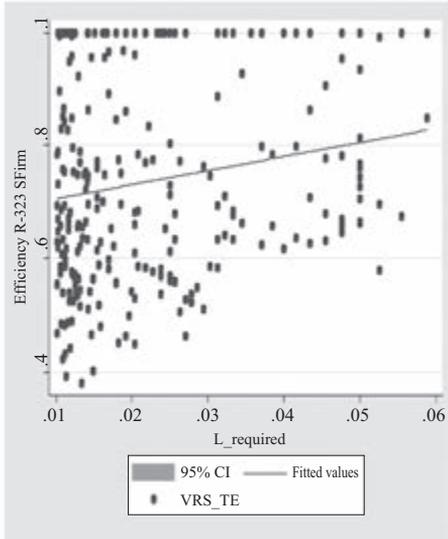


C. Empresas Grandes

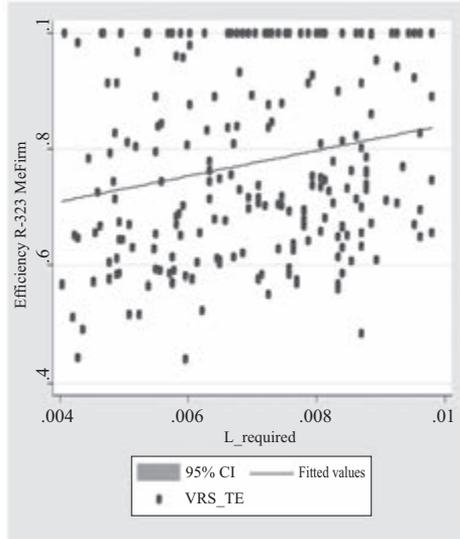


### Gráfica 9A Rama 323: Impresión e industrias conexas

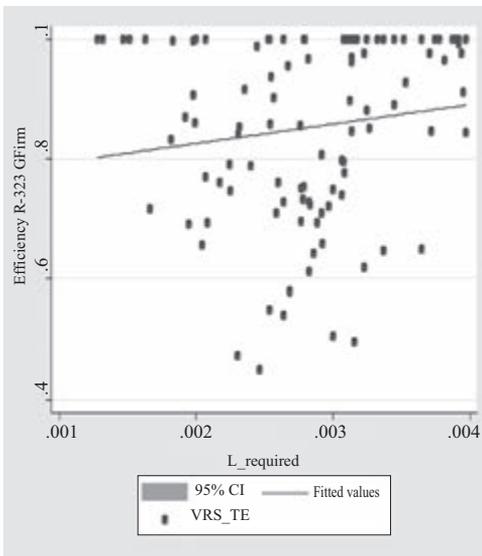
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas



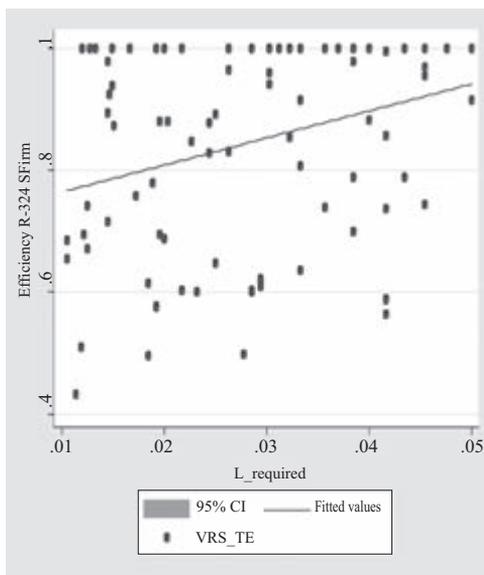
C. Empresas Grandes



## Gráfica 10A

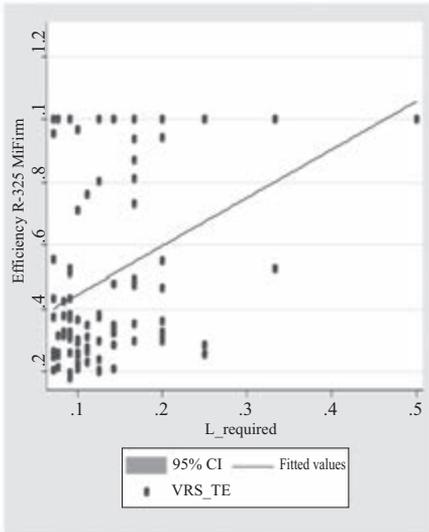
### Rama 324: Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón

#### A. Empresas Pequeñas

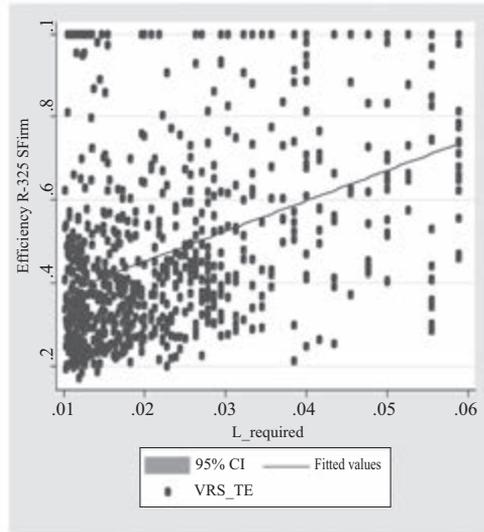


### Gráfica 11A Rama 325: Industria química

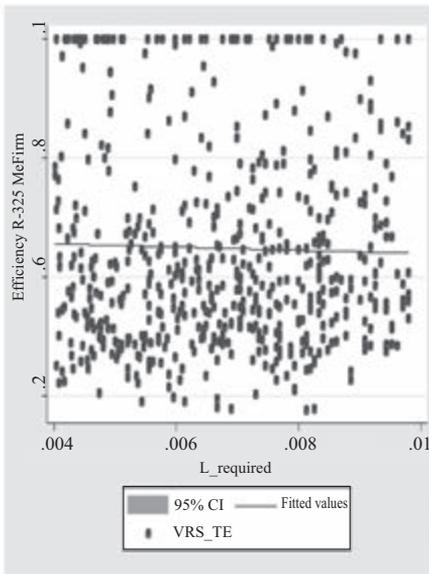
A. Microempresas



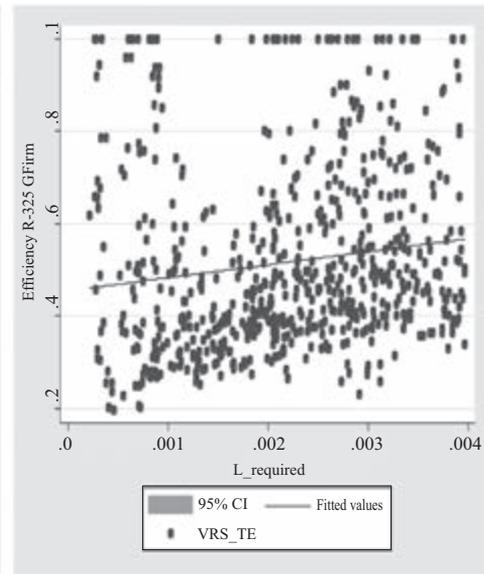
B. Empresas Pequeñas



C. Empresas Medianas

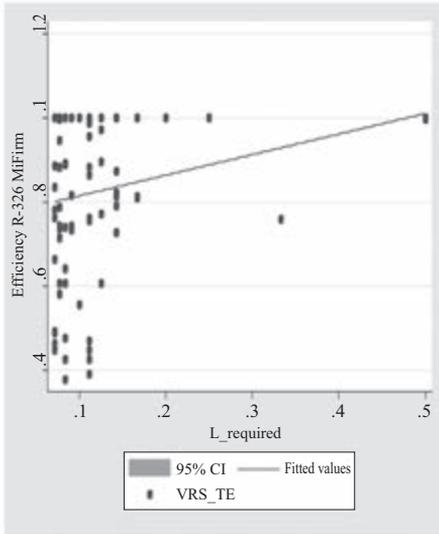


D. Empresas Grandes

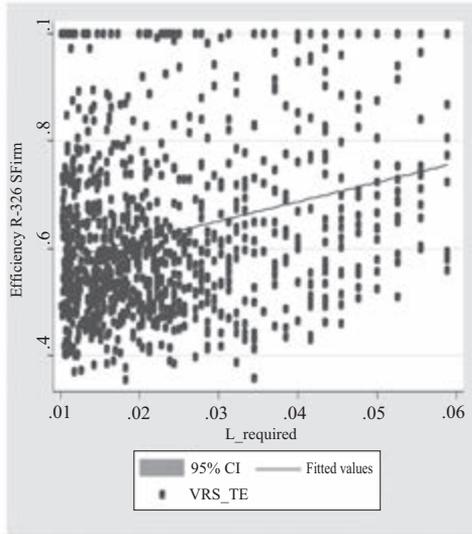


**Gráfica 12A**  
**Rama 326: Industria del plástico y del hule**

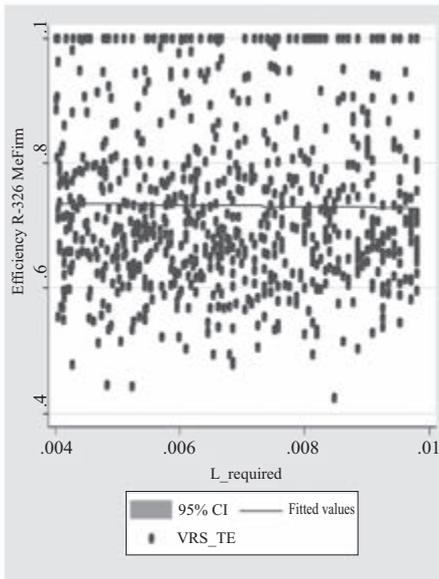
*A. Microempresas*



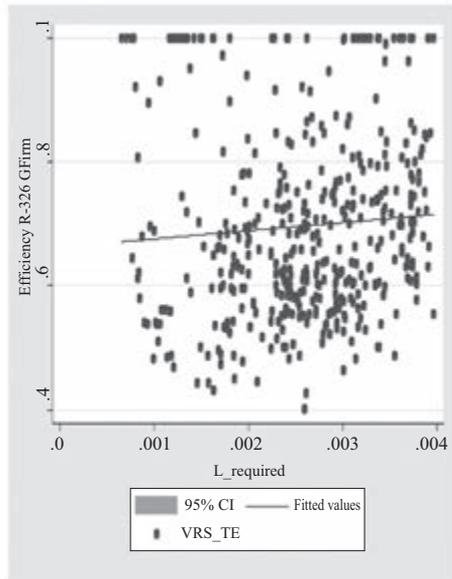
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*



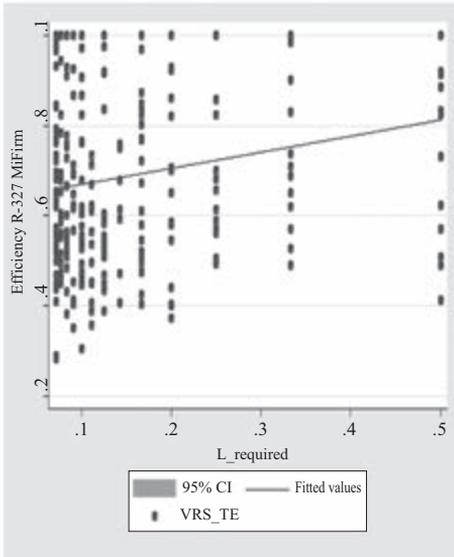
*D. Empresas Grandes*



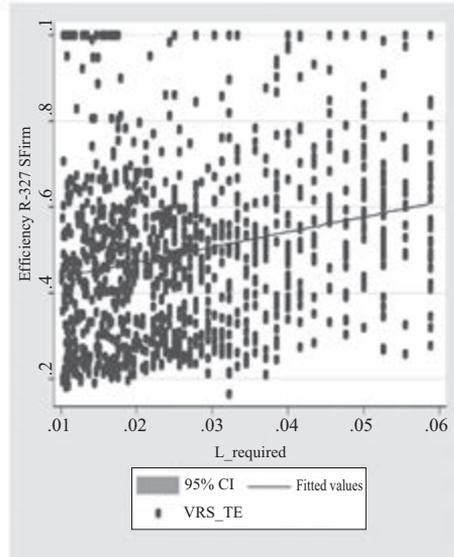
### Gráfica 13A

## Rama 327: Fabricación de productos a base de minerales no metálicos

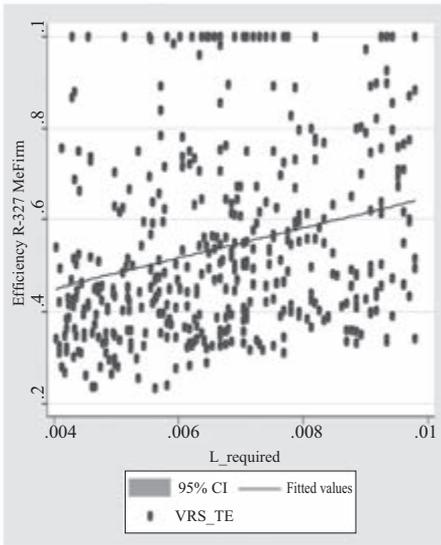
*A. Microempresas*



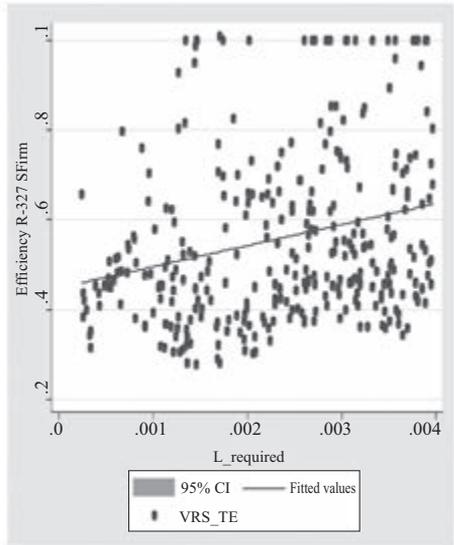
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*



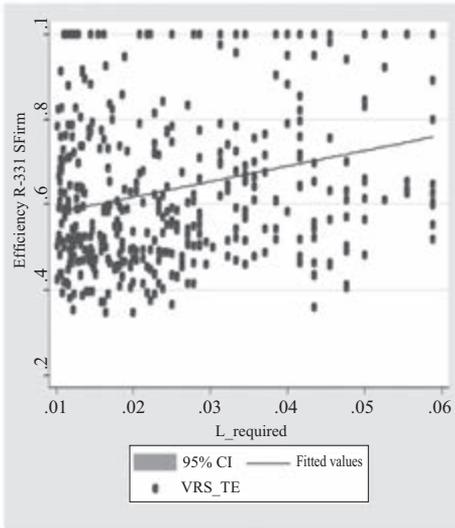
*D. Empresas Grandes*



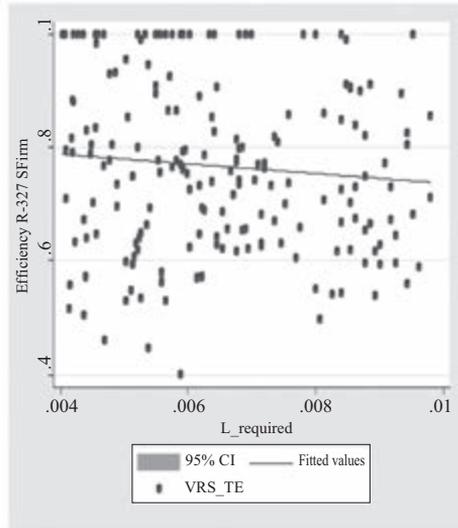
### Gráfica 14A

#### Rama 331: Industrias metálicas básicas

A. Empresas Pequeñas

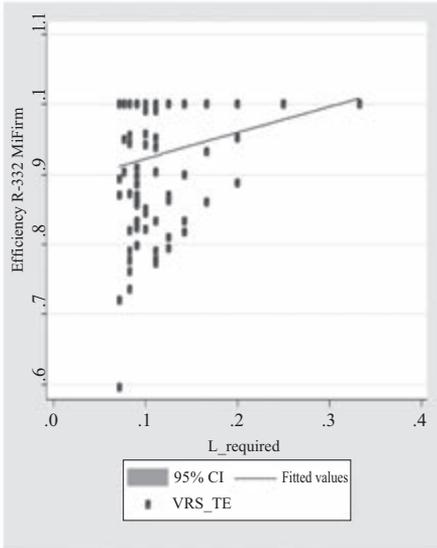


B. Empresas Medianas

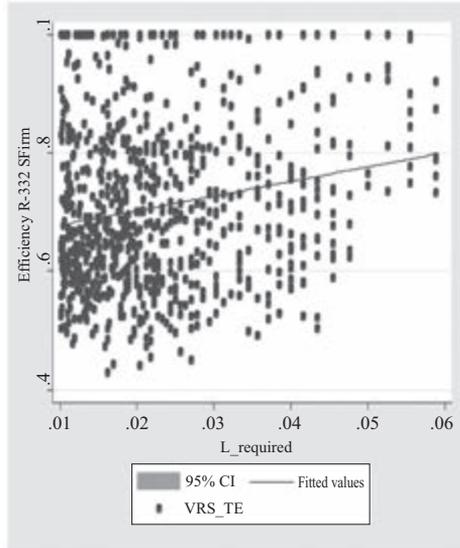


### Gráfica 15A Rama 332: Fabricación de productos metálicos

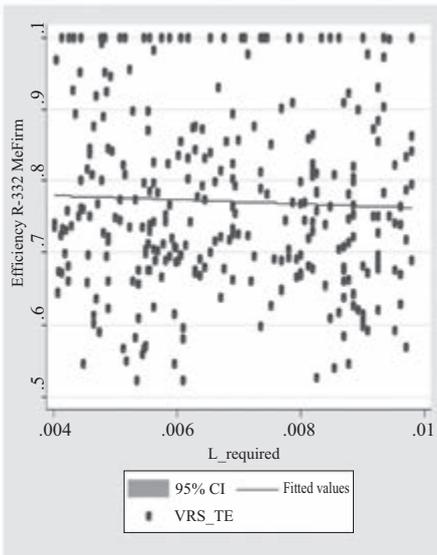
*A. Microempresas*



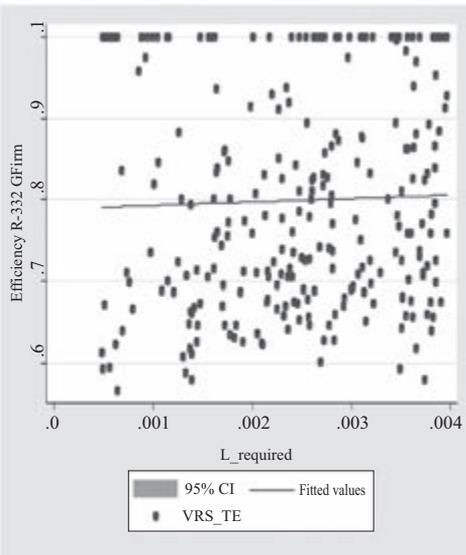
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*

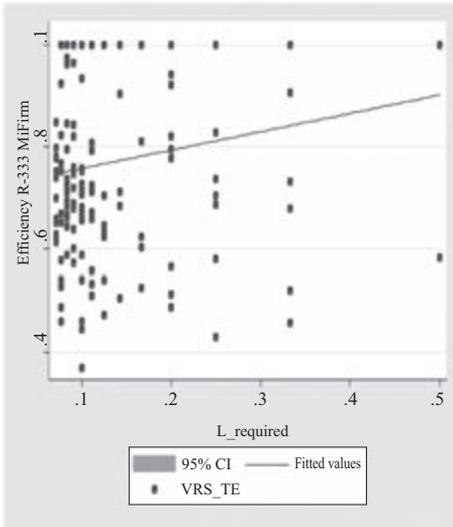


*D. Empresas Grandes*

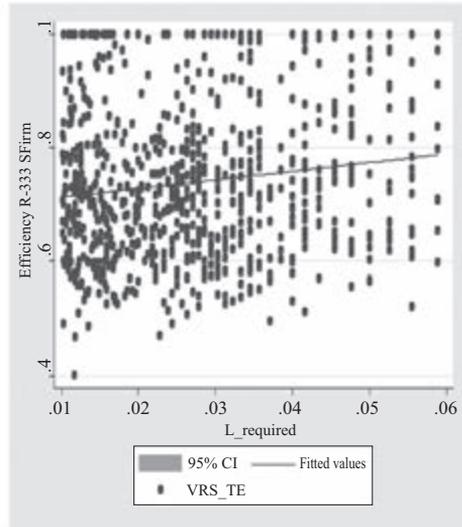


## Gráfica 16A Rama 333: Fabricación de maquinaria y equipo

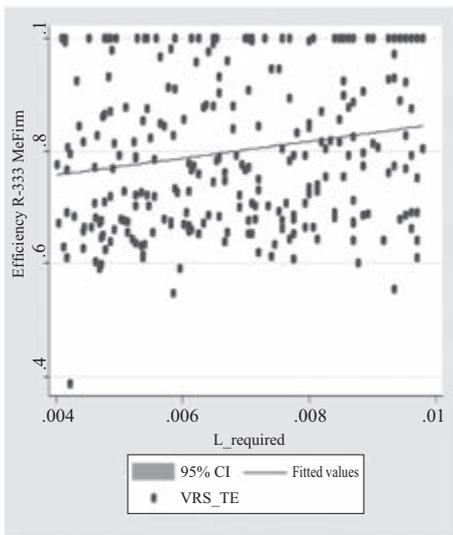
A. Microempresas



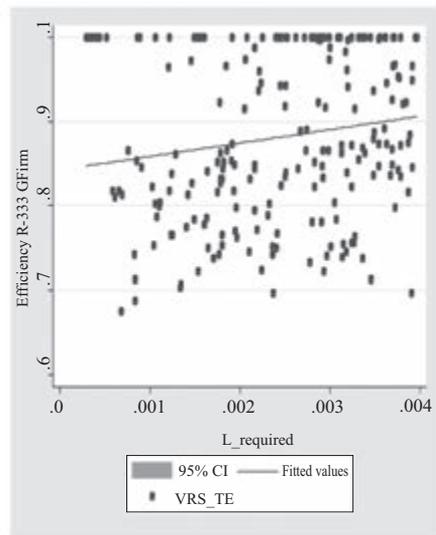
B. Empresas Pequeñas



C. Empresas Medianas



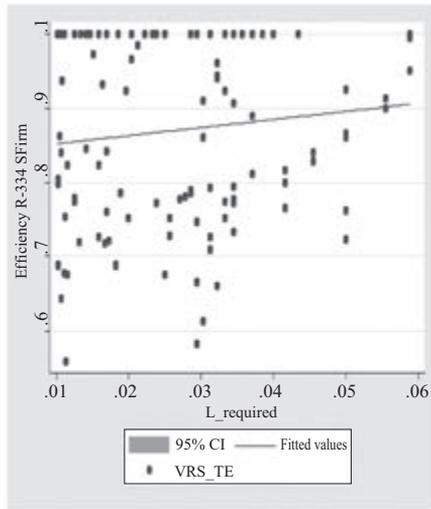
D. Empresas Grandes



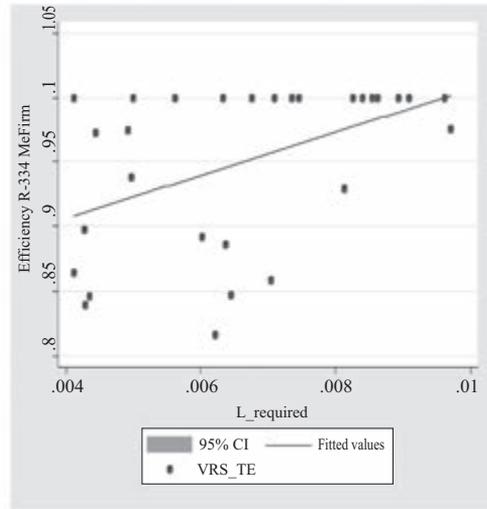
### Gráfica 17A

## Rama 334: Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y otros equipos componentes y accesorios electrónicos

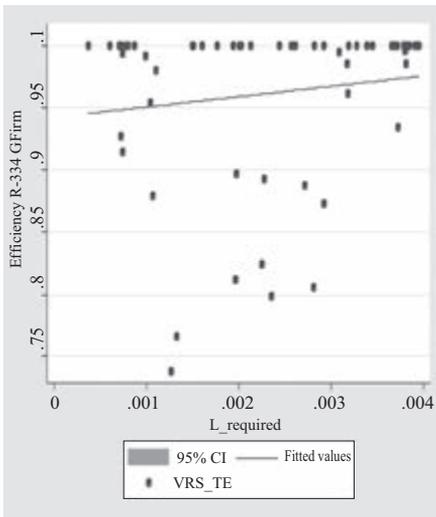
*A. Empresas Pequeñas*



*B. Empresas Medianas*



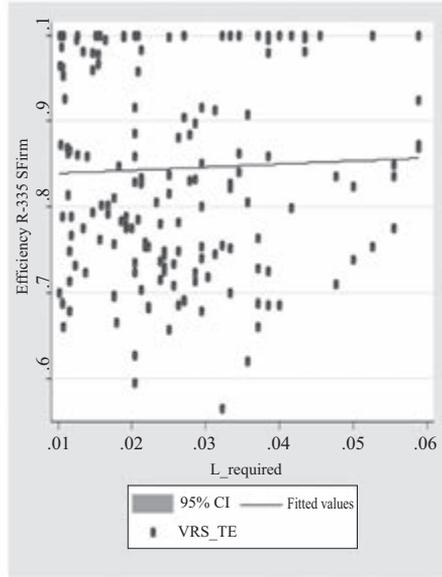
*C. Empresas Grandes*



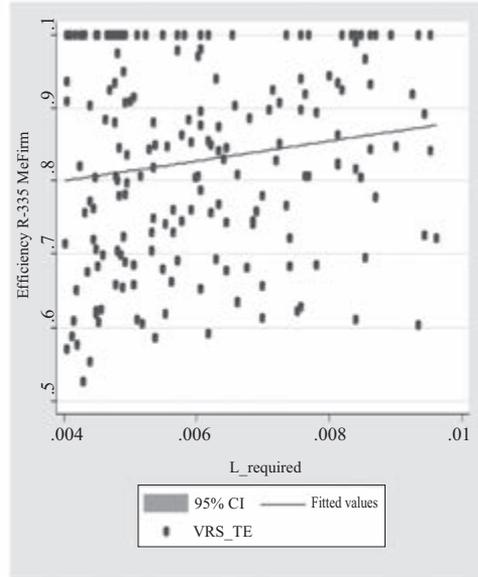
## Gráfica 18A

### Rama 335: Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos

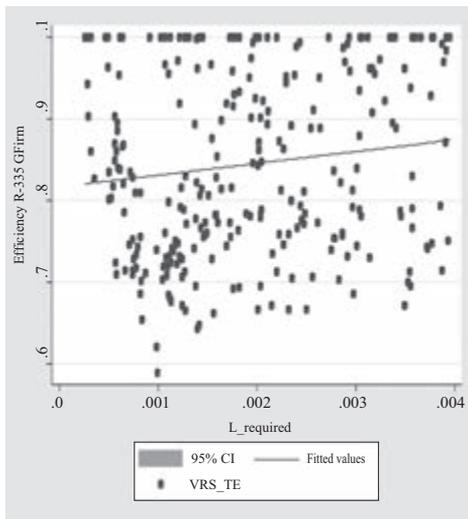
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas

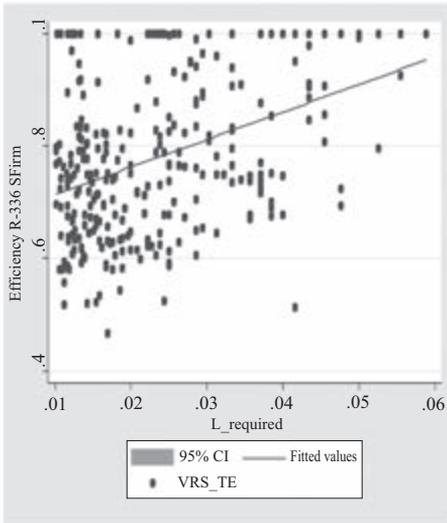


C. Empresas Grandes

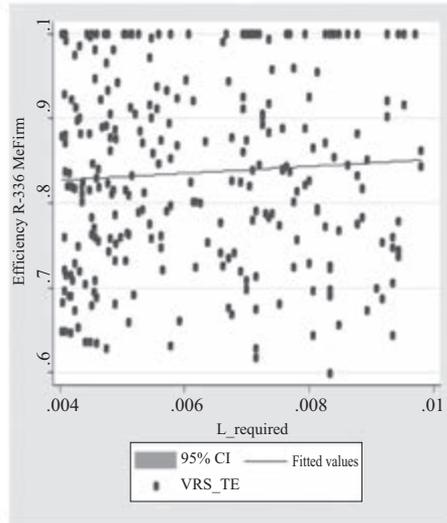


### Gráfica 19A Rama 336: Fabricación de equipo de transporte

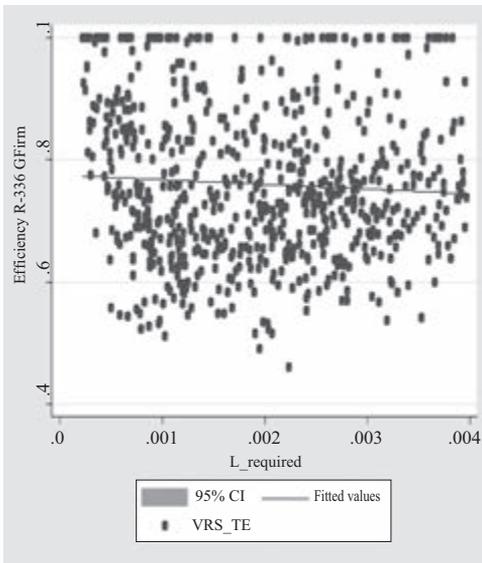
A. Empresas Pequeñas



B. Empresas Medianas

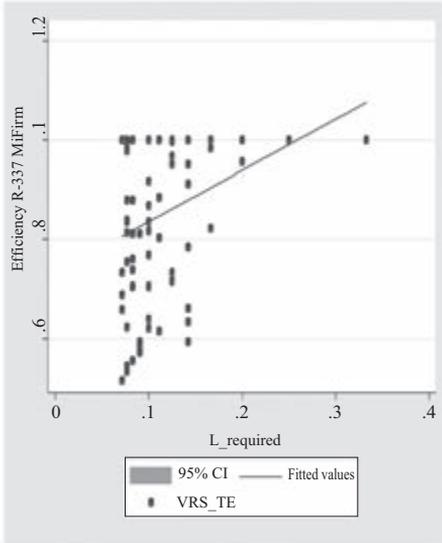


C. Empresas Grandes

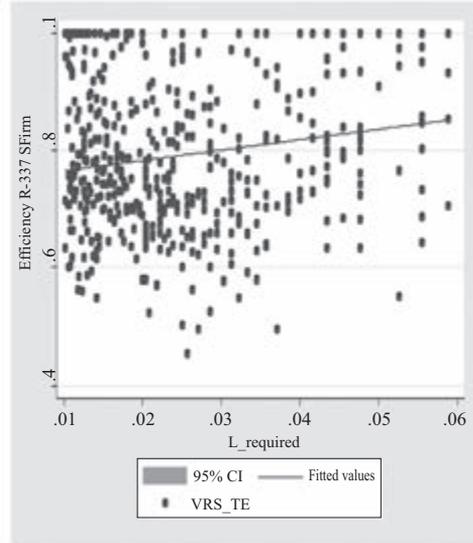


**Gráfica 20A**  
**Rama 337: Fabricación de muebles y productos relacionados**

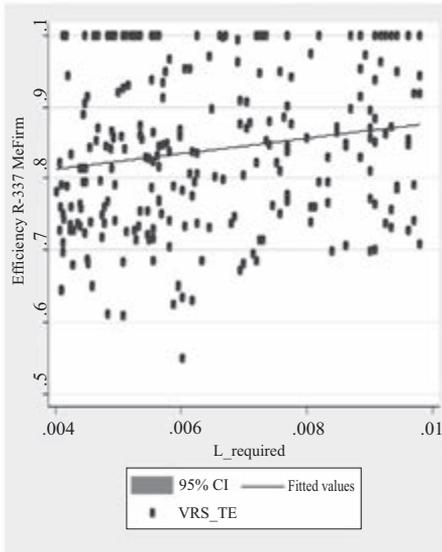
*A. Microempresas*



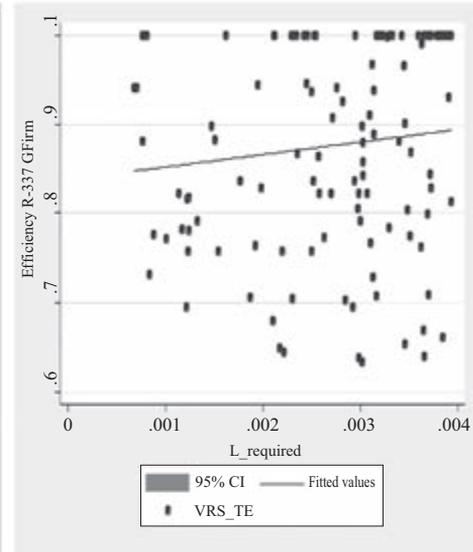
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*

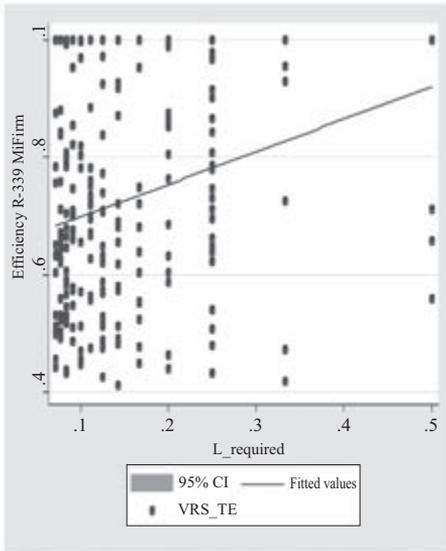


*D. Empresas Grandes*

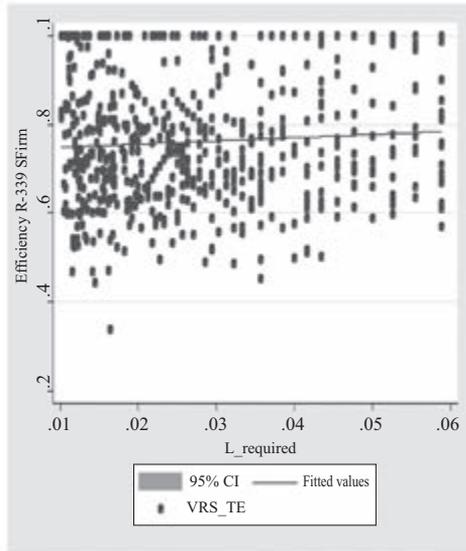


### Gráfica 21A Rama 339: Otras industrias manufactureras

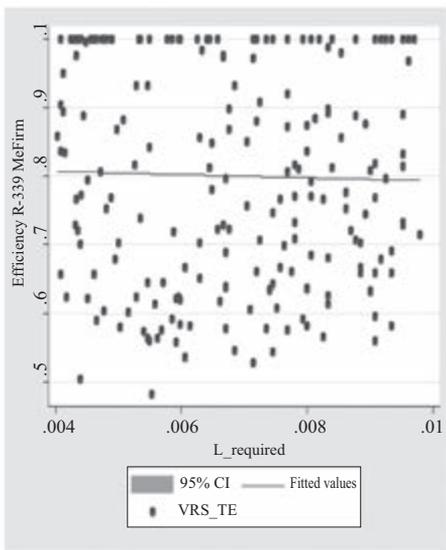
*A. Microempresas*



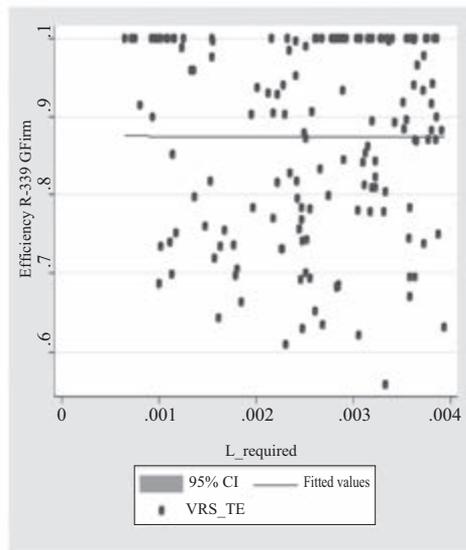
*B. Empresas Pequeñas*



*C. Empresas Medianas*



*D. Empresas Grandes*



## Anexo 2

**Cuadro 1A**  
**Labor\_Requirement (Labor\_R) del sector manufacturero**  
**en México por rama y tipo de empresa, 2003-2007**

<i>Labor_R_MIE*</i>			<i>Labor_R_PE*</i>		
<i>Rama</i>	<i>Media</i>	$\sigma$ .	<i>Rama</i>	<i>Media</i>	$\sigma$ .
332	0.11630	0.05284	322	0.02022	0.01208
337	0.11778	0.05363	312	0.02195	0.01115
326	0.12685	0.10078	313	0.02249	0.01123
315	0.14133	0.08519	311	0.02301	0.01309
333	0.14141	0.08605	332	0.02319	0.01136
321	0.14601	0.08602	325	0.02336	0.01263
325	0.14992	0.09427	326	0.02389	0.01224
314	0.15144	0.10504	336	0.02400	0.01199
339	0.15404	0.09637	316	0.02510	0.01320
316	0.15712	0.09461	337	0.02562	0.01279
311	0.15785	0.11563	331	0.02564	0.01353
327	0.15997	0.11810	315	0.02621	0.01279
			335	0.02635	0.01288
			327	0.02677	0.01307
			314	0.02694	0.01418
			333	0.02729	0.01293
			334	0.02741	0.01362
			339	0.02766	0.01378
			324	0.02899	0.01158
			321	0.03031	0.01407
			323	0.73728	0.17866

\* MIE micro-empresas, PE pequeñas empresas, EM empresas medianas y EG empresas grandes.

\*\* $\sigma$ Desviación estandar.

Fuente: Elaboración propia basada en datos del INEGI (2003-2007).

**Cuadro 2A**  
**Labor\_Requirement (Labor\_R) del sector manufacturero**  
**en México por rama y tipo de empresa, 2003-2007**

<i>Labor_R_MIE*</i>			<i>Labor_R_PE*</i>		
<i>Rama</i>	<i>Media</i>	$\sigma$ .	<i>Rama</i>	<i>Media</i>	$\sigma$ .
335	0.00610	0.00156	312	0.00172	0.00095
336	0.00626	0.00171	335	0.00189	0.00101
313	0.00631	0.00149	336	0.00192	0.00100
314	0.00638	0.00168	311	0.00201	0.00099
331	0.00654	0.00163	331	0.00209	0.00105
312	0.00661	0.00157	325	0.00216	0.00101
321	0.00667	0.00170	334	0.00223	0.00114
316	0.00670	0.00174	327	0.00235	0.00103
334	0.00670	0.00180	322	0.00238	0.00086
325	0.00675	0.00162	314	0.00243	0.00088
315	0.00676	0.00160	333	0.00245	0.00100
327	0.00677	0.00162	332	0.00248	0.00101
311	0.00678	0.00176	315	0.00256	0.00083
339	0.00681	0.00171	316	0.00257	0.00091
326	0.00682	0.00170	339	0.00257	0.00094
333	0.00686	0.00172	313	0.00260	0.00097
323	0.00706	0.00156	337	0.00268	0.00096
322	0.65784	0.13372	321	0.00277	0.00091
332	0.77112	0.12544	323	0.00283	0.00065
337	0.83942	0.10909	324		
324			326		

\* MIE micro-empresas, PE pequeñas empresas, EM empresas medianas y EG empresas grandes.

\*\* $\sigma$ Desviación estandar.

Fuente: Elaboración propia basada en datos del INEGI (2003-2007).

**Cuadro 3A**  
**VRS-TE**  
**promedio por rama**

---

	<i>VRS_TE</i> <i>promedio</i>
334	0.93
314	0.86
337	0.86
335	0.84
313	0.83
316	0.81
332	0.80
333	0.80
336	0.80
339	0.79
323	0.79
321	0.75
322	0.73
331	0.73
326	0.72
315	0.70
312	0.62
311	0.59
327	0.57
325	0.54
324	

---

Fuente: Cálculo del autor, Cuadro 1.

**Anexo 3**

**Cuadro 1A**  
**Ramas que conforman el sector de la manufactura en México**

<i>Rama de actividad</i>	<i>Tipo de industria</i>
311	Industria alimentaria.
312	Industria de las bebidas y el tabaco.
313	Fabricación de insumos textiles.
314	Confección de productos textiles, excepto prendas de vestir.
315	Fabricación de prendas de vestir.
316	Fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, excepto prendas de vestir.
321	Industria de la madera.
322	Industria del papel.
323	Impresión e industrias conexas.
324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.
325	Industria química.
326	Industria del plástico y del hule.
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos.
331	Industrias metálicas básicas.
332	Fabricación de productos metálicos.
333	Fabricación de maquinaria y equipo.
334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y otros equipos componentes y accesos electrónicos.
335	Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos.
336	Fabricación de equipo de transporte.
337	Fabricación de muebles y productos relacionados.
339	Otras industrias manufactureras.

Dentro de las 21 ramas en las que se divide el sector manufacturero están comprendidas empresas micro, pequeñas, medianas y grandes, la clasificación de empresas está elaborada de acuerdo a la metodología del INEGI, considerando el número de trabajadores con los que cuenta la empresa.

Fuente: Elaboración propia basada en datos del INEGI (2003-2007).

**Cuadro 2A**  
**Clasificación de empresas por número de trabajadores**

<i>Tipo de empresas</i>	<i>Número de trabajadores</i>
Micro empresas	de 1 a 15
Pequeña empresa	de 16 a 100
Mediana empresa	de 101 a 250
Gran empresa	de 251 a 13617

Fuente: Elaboración propia basada en datos del INEGI (2003-2007).