



EL COLEGIO DE MÉXICO  
CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL  
GRADO DE MAESTRO EN ECONOMÍA

INNOVACIONES REDUCTORAS DE GASES  
DE EFECTO INVERNADERO: EL CASO DEL  
TELETRABAJO EN LA CIUDAD DE MÉXICO

DAVID MENDOZA TINOCO

PROMOCIÓN 2009-2011

ASESOR:

ALFONSO MERCADO GARCÍA

JUNIO 2011

A mi familia.

## Resumen

A partir del amplio desarrollo que se ha observado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es que el Teletrabajo (TT) se propone como una innovación de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Bajo esta primicia, los objetivos que se plantean en este trabajo son determinar la situación actual en la investigación del Teletrabajo a nivel mundial; las complicaciones y facilidades para su difusión en México, y determinar el balance energético y económico por teletrabajador. Esto último para determinar si la práctica de esta nueva modalidad constituye una innovación tecnológica para reducir el nivel de emisiones. Fueron varios los hallazgos en este trabajo. El primero es que existen en México una serie de cuestiones estructurales que mantienen rezagada la implementación y difusión del TT. En segundo lugar se encontró un cambio de conducta que no se había observado en la literatura, al trasladar los desplazamientos por otros motivos diferentes al trabajo, hacia los días en que se lleva a cabo el trabajo en la oficina. Esto indica que el efecto rebote puede ser menor que el que se espera por la sustitución de uso del vehículo; aunque cabe mencionar que los beneficios por reducción de traslado sólo se reflejan en una disminución de emisiones de GEI cuando el medio de transporte es el auto particular. También se observó que los individuos cambian sus patrones de consumo energético en relación al uso de equipo de trabajo, ya que al trasladarse estos costos, de la empresa al trabajador, este último los minimiza haciendo un uso más eficiente del equipo, lo cual no necesariamente significa que a nivel agregado se reduzcan las emisiones por este concepto. Finalmente, en el balance económico se encontró que el ahorro es siempre positivo, y contrario a lo que sucede con las emisiones de GEI, éste puede ser mucho mayor cuando el traslado es por transporte público. Esto representa un gran incentivo a la implementación de esta nueva modalidad de trabajo, ya que si bien el cuidado ambiental no se encuentra dentro de las principales causas por las que una persona adopta el TT, el ahorro económico seguramente si lo será bajo un enfoque de minimización de costos.

# Índice general

<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>1. Marco Analítico: El Cambio Climático y el Teletrabajo</b>	<b>8</b>
1.1. Antecedentes. Emisiones de GEI y el Cambio Climático . . . . .	8
1.2. Nivel de Emisiones de GEI y Cambio Tecnológico . . . . .	9
1.2.1. Las Externalidades . . . . .	10
1.2.2. Instrumentos de Política . . . . .	16
1.2.3. Modelación de la implementación del TT como innovación tecnológica . . . . .	18
1.2.4. Ventajas y Desventajas del Teletrabajo . . . . .	24
1.2.5. Facilidades y obstáculos al Teletrabajo . . . . .	25
1.3. La implementación del Teletrabajo en el Mundo . . . . .	28
1.3.1. Implicaciones Energéticas . . . . .	31
<b>2. Condiciones para la Difusión del Teletrabajo en México</b>	<b>33</b>
2.1. El Problema de las Emisiones de GEI en México . . . . .	33
2.1.1. Implicaciones geográficas de la ZMVM . . . . .	34
2.1.2. Consumo de Energía . . . . .	34

2.2. Condiciones para la Implementación del Teletrabajo . . . . .	36
2.2.1. Las TICs en México y el Mundo . . . . .	37
2.2.2. Difusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en México . . . . .	38
2.2.3. Oferta de Tecnologías de la Información y la Comunicación . . . . .	39
2.2.4. Aspectos Sociales . . . . .	40
2.3. Conclusiones . . . . .	43
<b>3. Metodología. Análisis para la implementación del Teletrabajo en la Ciudad de México</b>	<b>44</b>
3.1. Los Datos . . . . .	46
3.2. Metodología . . . . .	48
<b>4. Efectos energéticos del cambio al Teletrabajo en México: estudios de caso</b>	<b>53</b>
4.1. Estudios de Casos . . . . .	54
4.2. Resultados . . . . .	63
4.2.1. Balance Energético . . . . .	65
<b>Conclusiones</b>	<b>68</b>
Líneas de investigación . . . . .	70
<b>Bibliografía</b>	<b>78</b>

# Introducción

El cambio climático es un problema que afecta a los ecosistemas del planeta, así como a la producción económica y la salud humana. Dicho problema se debe en gran medida a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que son básicamente el resultado de la quema de combustibles fósiles. La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) representa una zona especialmente vulnerable ante los impactos ambientales del calentamiento global, debido básicamente a la gran cantidad de emisiones en un espacio territorial reducido (característico de las grandes ciudades) y a su poca capacidad de disipación de los mismos (debido a sus características geográficas). La emisión de GEI generadas en la ZMVM representan el 7.2% del total nacional, de las cuales el sector transporte contribuye con el 60%, mientras que el sector servicios aunado al residencial representan en conjunto el 16% (Rodríguez y Ruiz, 2010a). Como respuesta a los problemas del cambio climático se plantean dos enfoques: la adaptación y la mitigación. La primera no intenta reducir las emisiones directamente, en cambio, los procesos productivos se modifican o adaptan para poder seguir produciendo dentro del mismo contexto de emisiones. Para el segundo enfoque, es necesaria la modificación de los procesos productivos, sobre todo mediante la innovación, con lo cual se reducen directamente las emisiones. Es dentro de este último enfoque, y a partir del amplio desarrollo que se ha observado en las últimas décadas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que surge la motivación de este trabajo para proponer el Teletrabajo (TT) como una innovación de mitigación de las emisiones de GEI en la ZMVM. Sin embargo, a partir de la literatura se establece la posibilidad que, a pe-

sar de la reducción en las emisiones de GEI por la reducción del uso de transporte al trabajo (commuting) dada la implementación del Teletrabajo, pueden existir efectos adversos (efecto rebote) principalmente por la sustitución del uso del transporte hacia otras actividades y, por la ausencia de economías a escala en el consumo energético que se trasladaría de las oficinas hacia los hogares (F. Aguayo, 2010). En este punto es importante aclarar que la existencia de economías a escala en las oficinas es un supuesto que parte del hecho de que en las oficinas o centros de trabajo el equipo es de uso compartido, lo cual reduce el consumo en relación al uso individual. Es dentro de éste contexto en el que el presente trabajo tendrá como objetivo el estudio de los cambios en el consumo energético a partir del cambio al Teletrabajo. Adicionalmente se tratará de determinar, a partir de las investigaciones que se han realizado con anterioridad, las condiciones existentes en nuestro país para la implementación y difusión del TT.

En este trabajo se intenta contribuir en tres sentidos. El primero tiene que ver con el desarrollo de una metodología *ad hoc* para medir el balance energético del TT en México, con base en la disponibilidad de datos y a partir de una revisión de la principal literatura sobre el tema. En segundo lugar se pretende avanzar en el conocimiento empírico del tema en el caso mexicano. Por último se interpretarán los resultados en el marco de la teoría económica.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el primer capítulo se desarrolla la parte de la teoría económica que se tomará en cuenta para el análisis del TT como innovación tecnológica, así como una discusión del concepto del TT y lo que ha sido su implementación en el mundo. En seguida pasamos a analizar la problemática de las emisiones de GEI en la ZMVM, así como la situación del país en aspectos estructurales para determinar los factores que obstaculizan la profundización del TT. En el capítulo 3 se desarrolla la metodología con que se llevará a cabo el análisis del balance energético para los casos de estudio. Posteriormente, en el capítulo 4 se presentan los resultados del estudio de casos, y finalmente las conclusiones.

# Capítulo 1

## Marco Analítico: El Cambio Climático y el Teletrabajo

### 1.1. Antecedentes. Emisiones de GEI y el Cambio Climático

En los últimos años se ha registrado un incremento significativo en la emisión de contaminantes y de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Este comportamiento ocasiona un cambio climático a nivel mundial, situación que ha despertado gran preocupación en la comunidad internacional. Por ello, algunos países hacen esfuerzos para mitigar sus emisiones de GEI, basados en acuerdos como el Protocolo de Kyoto <sup>1</sup> o el acuerdo de Copenhague <sup>2</sup>.

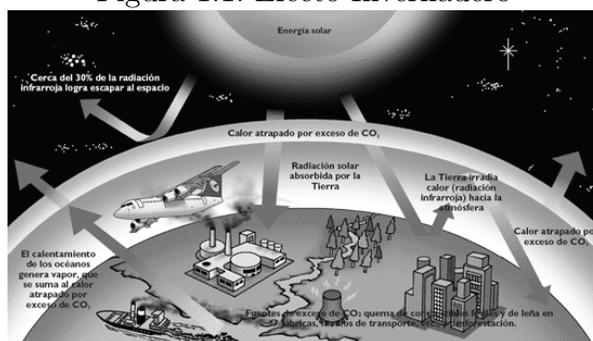
Los estudios sobre el cambio climático hacen especial referencia a tres gases cuyos efectos son similares a los de un invernadero. Estos gases son el dióxido de Carbono

---

<sup>1</sup>El Protocolo de Kyoto, que para 2009 había sido ratificado por 187 países, es un acuerdo que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases causantes del calentamiento global en un 5 %, respecto de las emisiones totales de 1995.

<sup>2</sup>El Acuerdo de Copenhague es un programa de adaptación global a los efectos del Cambio Climático, que incluye el apoyo internacional.

Figura 1.1: Efecto Invernadero



Fuente: [http://www.kalipedia.com/geografia-argentina/tema/efecto-invernadero-calentamiento-global.html?x1=20080606kpgeogar\\_9,Kes](http://www.kalipedia.com/geografia-argentina/tema/efecto-invernadero-calentamiento-global.html?x1=20080606kpgeogar_9,Kes)

( $CO_2$ ), el metano ( $CH_4$ ) y el óxido nitroso ( $N_2O$ ). Aunque también se consideran otros gases industriales como los Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ). Más recientemente, y debido a su gran capacidad de retención del calor radiado por el sol, también se ha considerado el carbón negro del material particulado (Rodríguez, et. al. 2010).

Estos gases tienen la capacidad de absorber el calor del Sol que es irradiada desde la superficie de la Tierra. De esta forma se provoca un *Efecto Invernadero*, que es el calentamiento de la superficie terrestre y de la misma atmósfera teniendo como consecuencia un cambio climático que puede tener efectos muy adversos para la vida sobre la Tierra (Baethgen y Di Martino, 2000).

## 1.2. Nivel de Emisiones de GEI y Cambio Tecnológico

Como externalidad el cambio climático inducido por el hombre impone costos sobre el mundo y sobre las futuras generaciones, pero los emisores de estos daños no enfrentan directamente ni vía mercados ni por otros medios, las consecuencias totales de los costos de sus acciones. Por lo mismo, no existe un incentivo económico para la reducción de

las emisiones. Es por ello que el cambio climático, como externalidad, no es corregido por ninguna institución o mercado, a menos que exista una política pública.

El clima es un bien público, por lo que no se puede excluir a aquellos que no pagan por dicho bien y que hacen uso de este; por lo tanto los mercados no proveen los tipos de derechos y cantidades a intercambiarse. De lo anterior se desprende que el cambio climático es un ejemplo de falla de mercado que abarca externalidades y bienes públicos. Esto tiene profundas implicaciones para el crecimiento económico y el desarrollo.

### 1.2.1. Las Externalidades <sup>3</sup>

Se dice que existen **externalidades en el consumo** cuando un consumidor es afectado directamente ante la producción o el consumo de otros individuos. Una característica fundamental en las externalidades es que los bienes que las originan interesan a los individuos, pero no existen mercados organizados en los que se comercien. Es justamente la inexistencia de mercados de externalidades lo que representa problemas en la asignación eficiente de los recursos y ya que ante la presencia de estas, el mercado no provee necesariamente asignaciones paretianas. Sin embargo dichas asignaciones pueden ser provistas por la intervención del Estado, que hasta cierto punto pueden emular el mecanismo del mercado para lograr asignaciones eficientes en el sentido de Pareto.

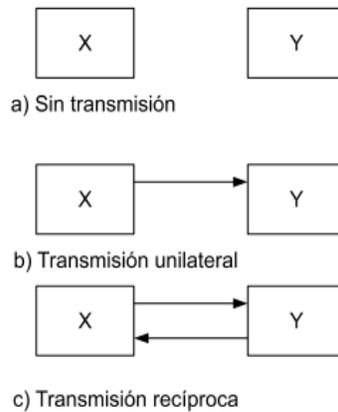
## Formas de transmisión de las externalidades

Supongamos un mundo con sólo dos individuos. Además, como se muestra en la figura 1.2, pueden existir varias relaciones en la transmisión de la contaminación. En el panel (a) estamos en una situación en la que la contaminación emitida por cada individuo sólo le afecta a él mismo. En el panel (b) se da el caso en el que la contaminación de un individuo afecta al otro, sin embargo la contaminación de éste último no afecta al primero. Finalmente hay una relación recíproca en la transmisión de la contaminación,

---

<sup>3</sup>Perman et. al.,1999. Capítulo 13.

Figura 1.2: Transmisión de las Externalidades



Fuente: Perman, et. al., 1999

en la que la generación de contaminación de cada individuo afecta al otro.

## Funciones de utilidad con externalidades

Supongamos que existe una función de utilidad para cada individuo, la cual quieren maximizar. En el caso que no hay transmisión de contaminación, la función de utilidad de cada individuo depende únicamente de su propio nivel de emisiones ( $M$ ). Entonces tenemos lo siguiente:

$$U_x = U_x(M_x)$$

$$U_y = U_y(M_y)$$

En el caso de la afectación unilateral de la contaminación, en donde la contaminación de X afecta al individuo Y, tenemos lo siguiente:

$$U_x = U_x(M_x)$$

$$U_y = U_y(M_x, M_y)$$

Finalmente, para el caso de la afectación recíproca, tenemos que:

$$U_x = U_x(M_x, M_y)$$

$$U_y = U_y(M_x, M_y)$$

Donde la emisiones de contaminantes del individuo X afectan al Y y viceversa.

## Externalidad No Internalizada

También denominado como comportamiento individualista, se refiere a la situación en la que cada individuo hace lo mejor que puede para sí mismo, sin importar las consecuencias que existan para los demás. Al optimizar, la solución de cada una de las formas de transmisión de contaminación (sin transmisión, unilateral o recíproca), bajo el comportamiento no cooperativo es siempre el mismo, debido a que no se considera la afectación que se pueda tener sobre otros. Dicha solución está dada por las condiciones:

$$\frac{dU_x}{dM_x} = 0$$

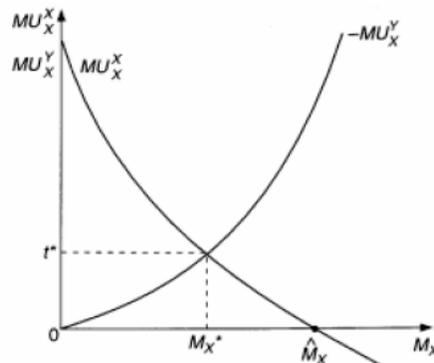
$$\frac{dU_y}{dM_y} = 0$$

Donde cada individuo consumo hasta el punto en que su utilidad marginal respecto a sus emisiones de contaminantes es cero.

## Externalidad Internalizada

Puede ser posible que los beneficios sean mayores si se adopta un comportamiento de cooperación con los otros individuos, adoptando niveles de emisiones de contaminación que maximicen el bienestar colectivo. Dicho comportamiento puede ser motivado por una intervención del Estado. Este caso se puede ver como si los dos individuos actuaran como uno solo en busca de la maximización de una función de utilidad conjunta. En el caso en el que no existen efectos de transmisión, el internalizar la externalidad no reporta ganancias adicionales a la acción individualista. La relevancia de internalizarla aparece

Figura 1.3: Externalidades



Fuente: Perman, et. al., 1999

cuando existe una transmisión de la contaminación, ya sea unilateral o recíproca. En estos casos la función de utilidad que se trata de maximizar es  $U = U_x + U_y$ , donde la solución a la maximización requiere que

$$\frac{dU_x}{dM_x} = -\frac{\delta U_y}{\delta M_x}$$

o con una notación alternativa:

$$MU_x^x = -MU_x^y$$

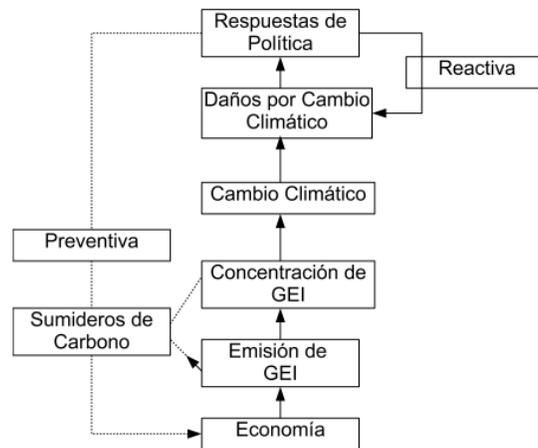
En la figura 1.3 se representa gráficamente la condición encontrada. El punto  $M\hat{x}$  representa el nivel de emisiones ante un comportamiento no cooperativo. El individuo X produce contaminación hasta el punto en que la utilidad marginal de las emisiones es igual a cero. Pero la producción de contaminación socialmente eficiente se encuentra en el punto en que la utilidad marginal de emitir una unidad de contaminante adicional es igual a la desutilidad que le causa al individuo Y.

Finalmente, cuando la transmisión de contaminación es recíproca, el resultado del comportamiento al internalizar la externalidad implica que cada individuo tome en cuenta el efecto que tiene sobre el otro, tal que las condiciones que deben satisfacerse son las siguientes:

$$\frac{dU_x}{dM_x} = -\frac{\delta U_y}{\delta M_x}$$
$$\frac{dU_y}{dM_y} = -\frac{\delta U_x}{\delta M_y}$$

Esta solución garantiza la maximización de los beneficios colectivamente, la cual sería la opción adoptada por una autoridad que tuviera la capacidad de usar algún instrumento de política para llegar a dicha solución. Bajo este contexto, es evidente que la emisión de GEI por el uso del transporte y por el uso de equipo de trabajo genera una externalidad donde los efectos se transmiten de manera recíproca, como en el panel c) de la figura 1.2.

Figura 1.4: Modelación del Efecto Invernadero



Fuente: Perman, et. al., 1999

## El efecto invernadero

En la figura 1.4 se esquematiza lo que se le ha dado el nombre de efecto invernadero. La actividad económica da lugar a la emisión de GEI. Estas emisiones se van acumulando en la atmósfera a nivel global, lo cual provoca que el calor que recibe la tierra por parte de la radiación solar no sea la misma que sale al espacio, originándose un efecto similar al observado en un invernadero. Esto altera la temperatura de la tierra dando origen al cambio climático que, dado el estrecho margen que existe para mantener el equilibrio de la vida en la tierra, tiene consecuencias muy dañinas. Por otro lado hemos visto que el clima es un bien público, por lo que es necesaria la intervención pública. Ya sea mediante políticas de prevención o que reaccionen directamente ante los daños ya ocasionados. Dado que la emisión de GEI induce el cambio climático global. Este es un buen ejemplo de externalidades cuyos efectos se distribuyen uniformemente a través de los individuos, independientemente de la localización de la fuente de emisiones. Se puede ver como un caso de externalidades de transmisión recíproca .

### 1.2.2. Instrumentos de Política <sup>4</sup>

Ante las externalidades negativas ocasionadas por las emisiones de GEI de los individuos al trasladarse a su trabajo y al hacer uso del equipo de oficina, surge la necesidad de una política ambiental que hagan que el nivel real y el nivel deseado de calidad ambiental coincidan. Estas políticas modificarán el comportamiento de los agentes económicos, para alcanzar el nivel deseado de emisiones o acercarse a éste. Las políticas públicas a las que se puede recurrir para estos propósitos son las siguientes:

Políticas descentralizadas

Leyes de responsabilidad civil

Cambios en los derechos de propiedad

Acción voluntaria

Políticas de mandato y control

Normas

Políticas de incentivos

Impuestos y subsidios Permisos de emisión negociables

Bajo la teoría de las políticas públicas antes mencionadas, una de carácter descentralizado podría encajar con las características de la implementación del TT, ya que son los individuos implicados en el problema de la contaminación quienes tratan de mitigarlo mediante esta práctica. Esto debido en parte a que son los mismos involucrados los que sufren las externalidades ambientales de la emisión de GEI, por lo que tienen poderosos incentivos para buscar soluciones a este problema.

Por ejemplo, una **ley de responsabilidad civil podría** implicar la rendición de cuentas de las emisiones causadas por los empleados que se trasladan en automóviles particulares y el perjuicio que resulta de ello. La compensación supondría que los causantes del daño deberían indemnizar a los afectados, en una magnitud proporcional al

---

<sup>4</sup>Field y Field, 2003. Capítulos 9 a 11.

daño. En este sentido, una legislación sobre responsabilidad civil podría declarar a los contaminadores responsables de los daños que ocasionan. Cabe señalar que el objetivo real de este tipo de políticas es, más que indemnizar a los afectados una vez ocurrido el daño, lograr que los responsables internalicen los efectos externos a los cuales no hubieran prestado atención en ausencia de esta política.

Otro tipo de política descentralizada para promover la implementación del TT es la **acción voluntaria**, donde son los agentes económicos responsables de la contaminación los que deciden adoptar medidas para su control, sin la necesidad de tener una obligación formal o legal para llevarlo a cabo. Para ello se pueden distinguir dos tipos de motivaciones que lleven a los individuos (o empresas) a tomar acciones para corregir el deterioro ambiental ocasionado por sus acciones. A saber, la **persuasión moral**, la cual se apoya a las convicciones morales y el sentido del deber cívico. La otra es la **presión informal de la comunidad**. Cabe señalar que la relevancia de este tipo de políticas públicas radica en el hecho de que los infractores se encuentran de manera muy diseminada en la población que vigilarlos y detectar sus infracciones sería prácticamente imposible.

Es relevante mencionar que un incentivo relevante ante la implementación de una política descentralizada es la buena imagen pública que pueden lograr las empresas que sean socialmente responsables con el ambiente.

Por otro lado, y dado el enfoque de innovación tecnológica que para la práctica del TT se adopta en este trabajo, la implementación de una política de mandato y control se presentaría como la más relevante. En una política de este tipo, el Estado ordena por medio de una ley el comportamiento socialmente deseable a seguir por los agentes económicos, y luego utiliza los mecanismos de fiscalización con que cuenta para hacerla cumplir (multas, tribunales, etc.). Para el caso de la política ambiental se aplican diversos tipos de normas. La más acorde al caso del TT sería un **norma técnica**, la cual a diferencia de las normas sobre emisiones o sobre calidad ambiental, no fijan un objetivo final; sino que se obliga a los contaminadores a adoptar ciertas tecnologías,

técnicas o prácticas. Por ejemplo, una norma que obligara a las empresas con puestos teletrabajables a adoptar esta forma de trabajo para reducir las emisiones de GEI por los traslados de los trabajadores, sería una norma técnica, ya que se estaría ordenando el uso de una forma de producción (o tecnología) específica .

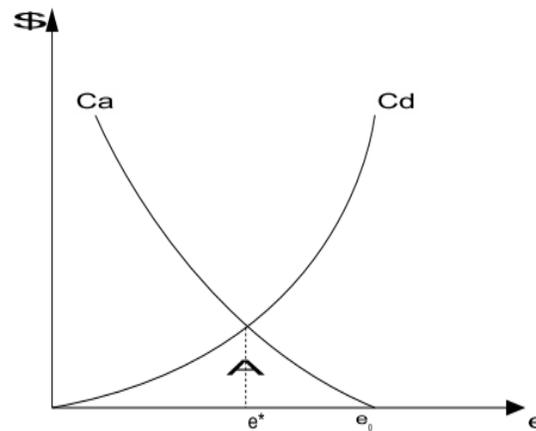
### **1.2.3. Modelación de la implementación del TT como innovación tecnológica**

Una forma común de presentar la política para el cambio climático es mediante el costo de daño ambiental (Cd) de los GEI, y el costo de abatimiento (Ca); ambos en términos marginales. Se tiene que dado un nivel de acumulación de gases en la atmósfera, el flujo de emisiones de GEI incrementará este acervo a través del tiempo; mientras que el abatimiento lo reducirá. Si representamos dichas curvas en un gráfico donde tengamos el nivel de emisiones en un periodo dado en el eje de las abscisas, y el costo en el eje de las ordenadas, tendremos que la curva Cd tiene una pendiente positiva. Esto debido a que se asume que un mayor abatimiento hoy implica una disminución en el acervo futuro, y por tanto un menor daño a la sociedad. También suele suponerse que la curva Cd es convexa debido a que es acumulativa la cantidad de GEI en la atmósfera y por tanto un mayor nivel de emisiones tendrá un efecto dañino más que proporcional.

Por otro lado, la curva Ca se dibuja con pendiente negativa, ya que se asume que un mayor abatimiento en cada periodo representa un costo marginal adicional. El nivel óptimo de abatimiento para cada periodo debe satisfacer la condición de que el Cd debe igualar al Ca, ambos en términos marginales y que en la figura 1.5 se representa por el punto  $e^*$  (Stern, 2006).

Analíticamente tenemos lo siguiente. La función de Costo por Daño ambiental (CD) es creciente en las emisiones de GEI ( $e$ ) y convexa, ya que como en el caso del uso del transporte, si hubiera muy pocos autos emitiendo GEI, los efectos serían casi nulos ya que los gases se esparcirían por toda la atmósfera teniendo poco impacto en el calen-

Figura 1.5: Punto óptimo de emisiones.



Fuente: Field y Field, 2003

tamiento global. Sin embargo y como se ha venido experimentando, una gran cantidad de emisiones alrededor de todo el mundo genera una gran acumulación de GEI que están cambiando el clima del planeta, lo cual puede llegar a tener consecuencias catastróficas para todos los ecosistemas; entonces el daño sería mucho más que proporcional al incremento de las emisiones.

Por otro lado, la función de Costo por Abatimiento (CA) es decreciente en las emisiones ( $e$ ) y convexa, ya que se supone que el costo para llegar a grandes niveles de mitigación sería muy elevado e incluso podría llegar al cese de la producción en caso de pretender un nivel de emisiones igual a cero. Por ejemplo, en el uso de transporte automotor que opera con combustibles fósiles, la única forma de evitar emisiones de GEI implicaría no utilizarlo en absoluto.

Definamos el abatimiento ( $r$ ) como la cantidad de emisiones sin control ( $e_0$ ) menos lo que se emite ( $e$ ), es decir  $r = e_0 - e$ . De lo anterior podemos definir la Función de Costo Social Total de la siguiente forma:

$$CT(e) = CD(e) + CA(r)$$

El nivel eficiente de emisiones será aquel que minimice los costos totales, entonces:

$$\min CT(e) = CD + CR$$

Donde las Condiciones de Primer Orden (CPO) son:

$$\begin{aligned} \frac{dCT}{de} &= \frac{dCD}{de} + \frac{dCR}{de} = 0 \\ &= \frac{dCD}{de} + \frac{dCR}{dr} \frac{dr}{de} = 0 \\ &= \frac{dCD}{de} + \frac{dCR}{dr} (-1) = 0 \end{aligned}$$

Finalmente

$$\frac{dCD}{de} = \frac{dCR}{dr}$$

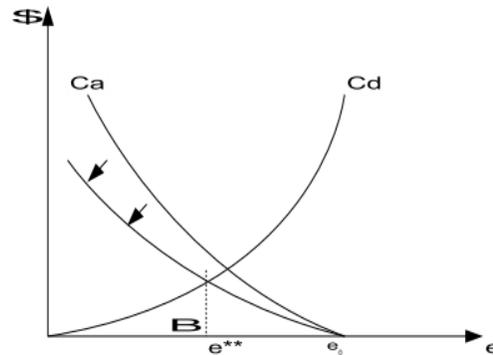
Donde  $\frac{dCD}{de}$  es la curva de daño marginal (Cd) y  $\frac{dCR}{dr}$  es la curva de costo marginal por abatimiento (Ca), lo cual nos da la condición encontrada gráficamente, en que  $Cd = Ca$ .

Visto de una forma más intuitiva, esta condición se da debido a la relación de intercambio inherente al fenómeno del calentamiento global, es decir; una mayor emisión de GEI representarán un mayor daño al ambiente que se traducirán en mayores costos económicos para la sociedad, mientras que para poder reducir cada vez mas las emisiones se necesitarán desviar recursos (costos) productivos hacia este propósito. De esta forma, el nivel eficiente de contaminación será aquel en el que emitir una unidad adicional de GEI implique el mismo costo que tiene para la sociedad en forma de daño ambiental.

Notemos que el costo total es el área que se encuentra por debajo de ambas curvas (A), y el nivel de emisiones dependen de la forma de las curvas marginales tanto de abatimiento (Ca) como de daño ambiental (Cd).

Dentro de este marco teórico, una forma de reducir el nivel de emisiones y los costos sociales es mediante el desarrollo de tecnología que permita una menor emisión de GEI al mismo costo, lo cual se reflejaría en una rotación de la curva Ca hacia abajo, como se muestra en la figura 1.6 (Field y Field, 2003).

Figura 1.6: Efecto de una Innovación Tecnológica



Fuente: Field y Field, 2003

Como resultado de esta innovación, el nivel eficiente de emisiones ( $e_0$ ) se reduciría provocando una disminución en los costos totales (CT) representados por el área B de la figura 1.6, que es menor que el área A antes de dicha innovación. Con este marco como referencia, y ante el gran desarrollo que han tenido las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)<sup>5</sup> es que el Teletrabajo se presenta como una innovación tecnológica para la mitigación, ante el gran potencial que representa en la disminución de emisiones de GEI por reducción del uso del transporte para trasladarse al trabajo o *commuting*, en el corto plazo. Adicionalmente, algunos estudios sugieren que en el largo plazo podrían llegar a eliminarse los espacios físicos de oficinas que están considerados dentro de los espacios comerciales que tienen un mayor consumo de energía eléctrica (Matthews y Williams, 2005 ).

Una complicación en el estudio del TT surge desde el problema mismo de su definición, ya que hasta la fecha no se ha unificado un sólo concepto aunque existen algunas convergencias. En palabras de Di Martino y Wirth, el Teletrabajo (TT) puede definirse como el trabajo llevado a cabo en un lugar donde, lejos de las oficinas centrales o instalaciones de producción, el trabajador no tiene contacto personal con compañeros de

<sup>5</sup>Se denomina TICs a aquellos elementos y técnicas que se ocupan del tratamiento y transmisión de la información, dentro de los que destacan la Internet, las telecomunicaciones y la informática.

trabajo, pero es capaz de comunicarse con ellos usando nuevas tecnologías (DI MARTINO,1990). Podemos ver que hace dos décadas en que fue elaborada esta definición, no existía el uso de telecentros, en donde existe la posibilidad de relacionarse personalmente con compañeros de trabajo. En términos más generales, el TT se define como una forma flexible de organizar el trabajo en el que el desempeño de la actividad laboral puede prescindir de la presencia física del trabajador de la empresa durante una parte o la totalidad del horario laboral; es decir, se realiza fuera del lugar donde el resultado de ese trabajo es esperado. Otra característica que envuelve esta modalidad de trabajo es que no existe la posibilidad física de que sea supervisado en el momento de su realización. Además existe una estrecha relación entre el TT y el uso de las TICs, que es el medio por el cual se lleva a cabo la labor y se está en contacto con la empresa (AFETT/ETUC, 2000).

Históricamente, el TT surge en la década de los años setenta como respuesta a la crisis petrolera , las congestiones vehiculares en las grandes urbes de Estados Unidos y la contaminación ambiental. Este término fue acuñado en 1973 por el físico estadounidense de la NASA, Jack Nilles, para dar la idea del beneficio del uso de las innovaciones tecnológicas ante las problemáticas antes citadas. Nilles lo define como cualquier forma de sustitución de los desplazamientos que tienen que ver con la actividad laboral, por medio de las TICs (Nielles, 1998). El término *Telecommuting* fue utilizado en este contexto para dar la idea de las ventajas del TT en la disminución del uso de transporte por traslado del hogar al centro de trabajo, el cual tiene un impacto directo en la congestión vehicular, en el consumo energético y en la contaminación ambiental.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), el Acuerdo del Marco Europeo sobre el Teletrabajo e investigadores como la de Di Martino, señalan tres características básicas del TT:

1. Existe una relación contractual entre el empleador y el teletrabajador
2. El trabajo se desempeña en un lugar distinto a la oficina central o primaria del

empleador.

**3.** Las TICs son el medio indispensable para su ejecución.

Además, el TT puede llevarse a cabo no sólo desde el domicilio del trabajador, sino en diferentes lugares como Telecentros, Oficinas Satélite , o de manera *nómada*; y puede ser por tiempo parcial o completo (GARECA, et. al., 2007).

Se pueden clasificar los lugares en donde se realiza TT de la siguiente manera:

**Telehomeworking.** Es el TT realizado desde el hogar del trabajador

**Telecentro.** Es una oficina equipada con las TICs necesarias para llevar a cabo el TT.

Puede verse como un punto medio entre el trabajo en el domicilio y en la oficina.

Algunas de sus ventajas es la pronta adaptación de los empleados al TT; facilita la supervisión al empleado, que en el hogar sería más difícil.

**Nómadas.** Cuando un Teletrabajador suele viajar frecuentemente, lleva a cabo sus actividades en el lugar en que se encuentre, como hoteles, casa, oficina de un cliente, etc.

**Oficina Satélite .** También conocidas como sucursales, suelen estar ubicadas a gran distancia, a veces en otro país, y mantienen contacto con las oficinas centrales por medio de la telecomunicación.

**Oficina Virtual.** Es la forma más radical de descentralización del trabajo, donde no existe una oficina física y todo el personal trabaja a distancia, manteniéndose comunicados por medio de las TICs (Di Martino, 2004)

En cuanto a la temporalidad del trabajo, los teletrabajadores marginales son aquellos a que pesar de llevar a cabo TT algunos días, siguen manteniendo la oficina como principal centro de trabajo. Los teletrabajadores sustanciales son aquellos que la mayor parte del trabajo lo hacen en su domicilio (LIMA, 2006).

En lo que respecta al tipo de ocupaciones *Teletrabajables*, éstas dependerán de las necesidades particulares de cada empresa, pero en términos generales se puede establecer que las ocupaciones en donde en mayor medida se puede dar el TT son en las que se utilizan de manera intensiva la información y la tecnología. Por un lado se tiene al personal administrativo como oficinistas contables, secretarias, telefonistas, etc. En un segundo grupo se encuentran los profesionistas o personal de alta calificación como programadores, analistas, ingenieros, arquitectos. Otro grupo lo constituyen los trabajadores que pertenecen a redes comerciales como agentes de viajes, inmobiliarios o de seguros. Y finalmente los trabajadores y profesionistas autónomos como periodistas, abogados, traductores, etc.

#### **1.2.4. Ventajas y Desventajas del Teletrabajo**

A partir de su aparición, el TT ha impactado de diferentes formas tanto a empresas como trabajadores. Algunas de las consecuencias son benéficas, mientras que otras representan una desventaja. Dentro de las ventajas que se han observado para la empresa están la disminución en costos por el ahorro de espacios físicos, la consecuente eliminación de los costos fijos relacionados a estos espacios y también los flujos para gastos de servicios en electricidad, agua, teléfonos e insumos de oficina como la papelería y repuestos para las el equipo. Otra ventaja se aprecia en la disminución del ausentismo a pesar incluso de algunos eventos que en otras condiciones podrían impedir la asistencia al trabajo, como por ejemplo los desastres naturales, el frío intenso, etc. Además la contribución en la calidad ambiental al sacar de circulación los autos de los empleados que se trasladaban en vehículos particulares, da una buena imagen institucional de compromiso social. A pesar de todas estas ventajas existen, sin embargo, algunas desventajas ya que al tener al trabajador a distancia no se puede disponer de su pronta presencia para la realización de una tarea urgente, aunado a que no se puede tener un adecuado control de las actividades que lleva a cabo.

En cuanto a los beneficios que el TT ofrece al trabajador podemos contar una mayor

flexibilidad en el horario que le permite tener mayor control sobre el mismo. Esto le permite trabajar sin descuidar otras obligaciones como el cuidado de familiares que requieran de atención, lo cual ha representado en la mayoría de los casos una disminución en los niveles de estrés. Otra cuestión que ayuda a esto es evitar los traslados y evitar el tráfico, además que se ahorra tiempo y dinero, ya sea por el pasaje del transporte público o en gasolina en caso de que el traslado sea mediante auto particular. Existen, al igual que en la empresa, algunas desventajas que tienen que ver con cuestiones como el aislamiento, las interrupciones a que puede ser sujeto en el hogar y la falta de una legislación laboral que le garantice las mismas condiciones de trabajo que cuando lo realizaba en la oficina (Madero, et. al., 2009).

### **1.2.5. Facilidades y obstáculos al Teletrabajo**

Como se ha mencionado antes, el TT se desarrolló a partir del gran avance tecnológico en materia de telecomunicaciones y tecnologías de la información. Entonces, del grado de desarrollo que tengan las TICs en cada región o país dependerá en gran medida el impacto que tenga esta nueva modalidad de empleo. Es por ello que niveles bajos de inversión, que mantengan un nivel bajo de desarrollo a este sector, constituye un freno al cambio tecnológico en forma de adopción del uso de TICs, y por ende, no se facilita la práctica del TT. Por otro lado, un mayor conocimiento y uso de estas tecnologías por parte de la población facilitaría la adopción del TT. Es por ello que, hasta antes de la crisis de 2009, el crecimiento de las economías emergentes había impulsado esta nueva forma de organización laboral. Sin embargo, siguen siendo los países desarrollados los que cuentan con mejor infraestructura para su implementación, lo cual se debe no sólo a la disponibilidad de la tecnología sino a otras cuestiones de carácter político y del ámbito regulatorio; que parece guardar una correlación positiva con el nivel de desarrollo de cada país (Dutta, et. al, 2004).

Algunos problemas de implementación pueden venir por parte de la empresa, ya que como menciona Lenguita, et. al. (2007), la dificultad para la supervisión del personal

frenó la rápida penetración que en sus primeras décadas de existencia estaba teniendo el TT. En su artículo también menciona que de los proyectos piloto que se articularon en la década de los ochenta, algunos no se desarrollaron con éxito debido a la gran resistencia de los empresarios ante un cambio radical en la organización del trabajo.

A nivel organizativo se identifican varios factores que influyen en la adopción del TT: los factores tecnológicos, ya que si en una empresa se emplean TICs antes del TT los empleados tendrán mayor conocimiento y experiencia en su uso, además de una mayor propensión a optar por esta modalidad de trabajo. Otros factores son relacionados con los recursos humanos, donde se encontró que es en los mandos medios donde se da la mayor disponibilidad hacia la flexibilización del trabajo, y es el cambio de cultura de la empresa lo que podría representar el mayor obstáculo al respecto. Además se encontró que es indispensable contar con puestos que sean *teletrabajables*. Esto último tiene una gran correlación con la calificación de los empleados. Por último están los factores organizativos, donde se observa una mejor adaptación al TT por parte de aquellas empresas que presentan un mayor grado de deslocalización; es decir, aquellas empresas cuyo ámbito de acción es nacional o internacional tendrán mayor necesidad de *telecomunicación*, lo cual favorece la implementación de un sistema más flexible. Algunos estudios también señalan que una estructura organizativa de subcontratación puede favorecer la implementación del TT, pasando de una corporación a una red de teletrabajadores eventuales. Por otro lado, una empresa cuyos objetivos puedan medirse fácilmente se vería favorecida con la gestión a distancia, reduciendo costos de supervisión. Algunas limitaciones en lo que a factores organizativos se refiere pueden surgir al eliminar el trabajo en equipo y así tener impactos negativos en los niveles de comunicación y circulación de la información (Pérez, et. al.,2004-2005).

Otro ámbito que puede afectar las preferencias por el TT, es el social. En particular, diversos estudios señalan que el género es un factor importante a la hora de tomar la decisión de teletrabajar. En un estudio se encontró que las mujeres con hijos menores de 6 años son más propensas a esta nueva forma de trabajo, además de que la presencia

de otro tipo de dependientes económicos incrementa la probabilidad de teletrabajar. Una de las razones principales de esta situación es cuando el nuevo teletrabajador gana tiempo al no tener que trasladarse al centro de trabajo y poder dedicar mas tiempo a sus dependientes por la cercanía a ellos. Dentro del aspecto personal, el trabajador tiene que hacer un análisis costo-beneficio de la modalidad del TT, en el que se evalúen las ventajas y desventajas de esta práctica. En los aspectos productivos pueden existir sentimientos de soledad o distractores en el hogar que impidan un correcto desempeño. En el aspecto económico se tienen que definir los gastos por adquisición de equipo y consumo de energía.

En cuestión de la carga de trabajo, puede darse el caso de subexplotación bajo este nuevo esquema, ya que por la dificultad en definir qué exactamente es Teletrabajo, la legislación ha encontrado problemas para adaptarse y proveer del marco legal adecuado a los teletrabajadores, en el cual se definan derechos y obligaciones (Huws, 1996).

Finalmente, también las decisiones de política pública influyen en la promoción del TT. Como se ha mencionado, fue justamente para mitigar un problema de escasez, a partir de una crisis económica y energética, que el gobierno de Estados Unidos impulsó esta nueva modalidad de trabajo. En la actualidad se ha observado que en algunas grandes urbes los gobiernos locales impulsan esta innovación a fin de reducir los congestionamientos viales. En la década de los noventa el TT tuvo un gran impulso en Europa, donde se llevaron a cabo diversos programas que tenían que ver con la implementación de las TICs. Además de los propósitos arriba mencionados, estos proyectos tenían el objetivo de lograr una mayor adaptabilidad de los recursos humanos potenciales a las tecnologías de la información, como mujeres con hijos pequeños, discapacitados, etc. (Lenguita, et. al. 2007)

### 1.3. La implementación del Teletrabajo en el Mundo

A partir de la década de los noventa los estudios sobre el TT han tenido un gran desarrollo, sobre todo en Estados Unidos, de donde podemos obtener la mayor experiencia en investigación. Desafortunadamente no se cuenta con muchas investigaciones en el sentido de este trabajo, es decir, son pocas las investigaciones que analizan el balance energético de la implementación del TT, sobre todo en el sentido del consumo energético por el equipo de oficina. A continuación haremos una revisión de estudios que se han hecho para determinar los efectos de la implementación del TT en algunas ciudades del mundo.

Pérez, et. al. (2004-2005) llevan a cabo un análisis de la relación que existe entre el uso del TT y las TIC. Los datos que utilizaron fueron obtenidos a partir de encuestas realizadas a directivos de las áreas de informática de 479 PyMES de Galicia, España. De éstas, 53 estaban utilizando el TT mientras que las restantes no lo habían implementado, esto con el propósito de tener un grupo de control. Los cuestionarios indagaron principalmente sobre la infraestructura de las TICs y la disponibilidad para el trabajo remoto en la empresa. En las conclusiones de su análisis indican que las empresas que han adoptado el TT invierten más en TICs, utilizan más equipos y aplicaciones tanto por empresa como por empleado, tienen un mayor nivel de comunicación electrónica, mayor acceso externo a los sistemas informáticos por parte de los empleados y cuentan con una mayor capacitación en el uso de estas tecnologías. Cabe señalar que los autores enfatizan la falta de capacitación en las TICs como uno de los principales factores que obstaculizan la práctica de esta nueva forma de trabajo.

Mokhtarian, et. al. (1995), analizan el impacto que tiene el TT en el uso del transporte para trasladarse al trabajo, basado en los resultados de ocho programas piloto.

El objetivo principal es determinar si es una estrategia viable para la reducción de la demanda por transporte. Otros factores que se analizan son los relacionados al uso de energía y las emisiones de contaminantes del aire. Los datos en que se basa este análisis proviene de encuestas realizadas a un total de 382 teletrabajadores, dentro de los ocho programas piloto. Estos programas se implementaron en tres ciudades de Estados Unidos y una ciudad de los Países Bajos. La metodología varía desde cuestionarios simples hasta encuestas exhaustivas de viajes diarios. En algunos de estos proyectos fue posible llevar a cabo encuestas antes y después de la implementación del programa. También, dos de ellos contaron con entrevistas a grupos de control, lo cual permitió una evaluación más precisa de los impactos del TT. Entre los resultados concernientes al transporte se tiene que la disminución en la distancia recorrida por un teletrabajador es casi la misma que la que lleva a cabo para trasladarse al trabajo, sin embargo, la reducción en distancia por automóvil sólo es efectiva cuando el teletrabajador se traslada solo y en automóvil propio. En caso de viajar en un *carpool*, el número de kilómetros por vehículo podría aumentar al desarticularse éste. En cuanto a los efectos energéticos por el mayor uso de equipo por parte de los teletrabajadores, los datos muestran que existe un mayor consumo de electricidad y gas, que sin embargo es ampliamente compensado por los ahorros energéticos en el transporte. Por lo anterior, los autores llegan a la conclusión de que la implementación del TT, al menos en los casos de estudio, tiene un efecto positivo en la calidad del aire.

Por su parte, Vu, et. al. (2007) implementan un modelo para medir el impacto del teletrabajo en el número de kilómetros de viaje al trabajo, en la ciudad Australiana de Nueva Gales del Sur. Se lleva a cabo la simulación de escenarios basada en un modelo implementado para medir la distancia al trabajo ahorrada por la implementación del TT, usando variables como empleo, proporción de teletrabajadores, frecuencia del teletrabajo, modo de transporte y una serie de medidas del rendimiento de la red de transporte. Los impactos adversos que los autores encontraron en la implementación del

TT fueron: el cambio del modo de transporte de otros miembros del hogar, la sustitución de trayectos al trabajo por viajes con otro propósito, el cambio en el modo de traslado de los teletrabajadores, incremento en las distancias de los viajes por la relocalización de la vivienda y, la estímulo a la demanda de transporte privado por el espacio liberado por los teletrabajadores en el tráfico. Los resultado muestran que existe un ahorro neto en los kilómetros viajados por vehículo. Además se hace énfasis en el potencial que tiene el TT en este aspecto, en la medida en que se estimule su proporción y frecuencia de uso.

Una importante investigación en el sentido de este trabajo, es la que hacen Matthews y Williams (2005 ). Ante la escasez de trabajos que consideren el cambio energético no sólo a partir del cambio en el uso del transporte, estos autores llevan a cabo un balance macroeconómico del ahorro neto de energía ante la adopción del TT, considerando en particular el cambio en el consumo energético en los edificios comerciales y residenciales. Este estudio lo llevan a cabo para Estados Unidos y Japón. El método fue estimar a nivel macroeconómico el número de trabajadores que por sus características son susceptibles de teletrabajar. Posteriormente se estima el cambio energético en los sectores de transporte, residencial y comercial. Algunos de los resultados principales es que el uso energético en el sector residencial se incrementa por la mayor presencia de los teletrabajadores. Las principales fuentes de consumo en este rubro son la iluminación, el control del clima y el uso de TICs. En cuanto al cambio energético por transporte, los resultados fueron en el mismo sentido que las demás investigaciones, es decir, existe un ahorro neto de energía por la reducción del traslado al trabajo. Finalmente, los autores mencionan una dificultad en la implementación de políticas públicas que incentiven el TT, debido a que en cuestión de ahorro energético es muy poco lo que se ahorraría por la implementación de esta modalidad de trabajo, en comparación con otras políticas de ahorro energético como el desarrollo de tecnología para la eficiencia de los vehículos.

Otros artículos, cuyos resultados refuerzan las tendencias encontrada en los trabajos

antes citados, son los de Nilles (1996) para Estados Unidos, donde además se incluyen resultados del impacto del TT en la calidad de vida de los teletrabajadores, ya que suele presentarse una gran reticencia por parte de organizaciones laborales, las cuales argumentan el deterioro en la calidad de vida del trabajador ante esta modalidad de trabajo. Sin embargo, los datos obtenidos de las encuestas llevadas a cabo dentro de esta investigación conducen al autor a la conclusión de que no existen efectos sociopsicológicos negativos severos en los teletrabajadores. Por su parte, Choo, et. al. (2004) encuentran que las millas viajadas por vehículo se reducen con la implementación del TT.

### **1.3.1. Implicaciones Energéticas**

De la situación actual de la investigación sobre el TT en el mundo, podemos concluir que existe una reducción potencial en el consumo energético, principalmente por la reducción en el uso del transporte. Además este potencial es mayor en la medida que sean los trabajadores con auto propio los que lo adopten. Por el lado del consumo energético en el sector residencial y comercial se estima un incremento en el consumo energético en el corto plazo, sin embargo las proyecciones de Matthews y Williams estiman una reducción en el largo plazo en la medida en que se vayan sustituyendo los espacios físicos por oficinas virtuales.

Existen por otro lado diversos obstáculos al TT. A nivel social, toma tiempo la difusión de la innovación, su aceptación y adopción. No todos los trabajos son susceptibles de ser teletrabajados, y depende de la proporción que estos puestos ocupen en el mercado laboral, el potencial de profundidad del TT y el nivel de ahorro energético correspondiente. En otro orden de ideas, la situación de las instituciones encargadas de la regulación laboral llega a ser un obstáculo, ya que bajo esta forma flexible de trabajo se presentan nuevas situaciones que pueden llevar a la violación de los derechos de los trabajadores, como falta de seguridad social, o la falta de retribución a horas extras de trabajo, etc. (Di Martino, 1990). En cuestión energética, se desprende de lo anterior que un incre-

mento en las horas trabajadas llevará a un mayor consumo energético por uso de equipo de trabajo.

En el plano empresarial los obstáculos pueden deberse a la deficiencia en equipo técnico y de telecomunicación: poca disponibilidad de información en formato electrónico, reticencia por parte de algunos trabajadores *rutinarios* para el cambio a formas más flexibles de trabajo, etc. Si bien la falta de reconocimiento del TT como una innovación para el ahorro energético y la mitigación de las emisiones de GEI no es una limitante, existe una subestimación por parte de las empresas de los beneficios de su implementación. Lo mismo sucede con el problema de la congestión vehicular.

A nivel individual, no todas las personas tienen aptitudes para el TT, como la autodisciplina, la situación familiar, inclinación hacia el estrés, etc. El espacio físico en el hogar puede no ser el adecuado para el trabajo (Arnfolk, 1999). Esto puede conducir a un uso ineficiente del equipo de trabajo, es decir; si el nivel de distracción es muy alto, se puede canalizar el uso del equipo hacia otras actividades de distracción o un incremento en los tiempos muertos de equipo encendido.

Hasta aquí, un panorama general de la situación actual del estudio del Teletrabajo, así como de sus principales ventajas y desventajas, y las correspondientes implicaciones energéticas derivadas de una serie de dificultades que presenta el contexto actual de su implementación. En el capítulo siguiente haremos una revisión de la situación actual del TT en México, así como de las condiciones existentes para su implementación y difusión. También se dará un panorama general de problema de las emisiones de GEI en la ZMVM.

# Capítulo 2

## Condiciones para la Difusión del Teletrabajo en México

### 2.1. El Problema de las Emisiones de GEI en México

Las emisiones de GEI son en su mayoría causadas por efectos antropogénicos, principalmente por la actividad vehicular. Por otro lado, se estima que dentro de pocos años más del 50 % de la población mundial vivirá en los grandes centros urbanos, que abarcan menos del 1 % del territorio mundial. Estas grandes ciudades consumirán aproximadamente el 75 % de la energía demandada en todo el planeta (Rodríguez y Ruiz, 2010b). Esta gran concentración en la demanda por energía hace de estos conglomerados los principales emisores de GEI, y los que más contribuyen al cambio climático. En 2006, en México se generaron 711.6 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$ <sup>1</sup>, lo cual representa el 1.5 % del total de emisiones generadas por la quema de combustibles

---

<sup>1</sup>Por su capacidad para retener la radiación infraroja y contribuir al efecto invernadero, una tonelada de Metano ( $CH_4$ ) equivale a 25 toneladas de  $CO_2$ ; mientras que una tonelada de Óxido Nitroso ( $N_2O$ ) equivale a 289 toneladas de  $CO_2$ .

fósiles a nivel mundial. De estas emisiones, la Zona Metropolitana del Valle de México contribuyó con 54.1 toneladas equivalentes de  $CO_2$ .

### **2.1.1. Implicaciones geográficas de la ZMVM**

Enfocándonos a la zona de análisis de este trabajo, vemos que el caso de la ZMVM presenta características geográficas muy particulares que la hacen propensa a la acumulación de GEI. En primer lugar, al estar rodeada por una cadena montañosa se dificulta la dispersión de los gases por la acción del aire. En segunda instancia, al encontrarse a una gran altitud (2,240 m.s.m.) el oxígeno en el ambiente es menor que al nivel del mar, lo que ocasiona una combustión deficiente que conlleva una mayor emisión de gases contaminantes. Otra situación que contribuye en la acumulación de gases es su posición continental, que al localizarse entre dos océanos se generan sistemas anticiclónicos que ocasionan la inmovilidad de grandes masas de aire, que incluso pueden abarcar zonas mayores a la ZMVM. Finalmente, son frecuentes las inversiones térmicas en la zona lo que provoca el estancamiento temporal de las masas de aire en la atmósfera, dificultando la autodepuración de ésta.

### **2.1.2. Consumo de Energía**

El censo de población 2010 indica que son poco más de 20 millones de personas las que viven en la ZMVM, las cuales demandaron para 2008 energía por 576 Petajoules (PJ) para el sector transporte (60%), la industria (24%), el sector residencial (13%) y el de servicios (3%). La mayoría de esta energía proviene de la quema de combustibles fósiles que para el mismo año fueron, en promedio, 50 millones de litros de gasolina equivalentes diarios. Esta generación de energía lanzó a la atmósfera aproximadamente 51 millones y medio de toneladas equivalentes de  $CO_2$ , donde el transporte carretero tuvo una participación del 44%, seguido por el sector industrial que contribuyón con el 29%. El sector residencial emitió el 9% de estos gases, mientras que en los servicios

hubo una generación de GEI por el 2% del total (Rodríguez y Ruiz, 2010b).

Consumo energético y emisiones equivalentes de  $CO_2$  por sector, ZMVM – 2008

Sector	Consumo energético		Emisiones equivalentes de $CO_2$	
	[PJ año]	%	[ton año]	%
Transporte	344.4	59.8	22,787,983	44.3
Industrial	137.6	23.9	14,830,333	28.8
Habitacional	76.5	13.3	4,692,591	9.1
Servicios	17.5	3	1,097,754	2.1
Otras fuentes*	N/S	N/S	8,084,808	15.7
Total	576	100	51,493,469	100

Fuente: Rodríguez y Ruiz, 2010a.

(\*) Aeronaves, locomotoras, terminales de autobuses, distribución y almacenamiento de gas LP, fugas en instalaciones de GLP, incendios forestales y rellenos sanitarios.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, **el sector industrial** es el segundo sector que mayor demanda de energía representa, con un total de 137.6 PJ para el año 2008. La generación de ésta energía significaron 14.8 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$  liberadas en la atmósfera. Cabe mencionar que de las emisiones que genera el sector industrial en la ZMVM, el 24% corresponden a la generación de electricidad; aunque la demanda total de la zona fue cuatro veces mayor. Esto supone que para generar ese excedente de demanda se generaron alrededor de 14.8 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$  en otras regiones del país. Si ésto se contabilizara dentro de las emisiones de la ZMVM, tendríamos un aumento del 29% en los GEI producto del consumo energético de la zona.

**El sector del comercio y los servicios** demandó 17.5 PJ por quema de combustibles, equivalentes a 1,097, 754 toneladas equivalentes de  $CO_2$ . Por el lado del consumo de energía eléctrica, este sector demandó 1.9 millones de mega watts por hora

(MWh) para el uso comercial y 943 mil MWh para los servicios; lo cual generó 1,878, 582 toneladas equivalentes de  $CO_2$ .

**El sector residencial** demandó 75 PJ/año para calentar agua y preparar alimentos, usando principalmente gas licuado de petróleo, y en menor medida gas natural. Esto contribuyó con 4.7 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$ . Un rubro importante de consumo energético por parte de los hogares es la demanda por electricidad para la iluminación y el uso de aparatos electrónicos, dentro de los que se incluyen los asociados a las TICs. En 2008 se demandaron poco más de 5.4 millones de MWh y para su generación se usaron 1,438 millones de  $m^3$  de gas natural, que tuvo como consecuencia la emisión de 3.5 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$ .

**El sector transporte** con sus 4.5 millones de vehículos circulando en la ZMVM, es el que más emisiones de GEI arroja a la atmósfera. Del combustible necesario para generar los 344.5 PJ de energía demandados por este sector el 74 % provino de gasolinas y el 23 % del diesel que son los combustibles más utilizados para el transporte. Esto produjo un total de 22.8 millones de toneladas equivalentes de  $CO_2$ , donde el 54 % se debe a los autos particulares, el 30 % al transporte público y el 16 % al transporte de carga.

Dado que la implementación del TT se proyecta como una innovación tecnológica, en relación al cambio en el uso energético y las emisiones de GEI provenientes de este uso, su potencial está caracterizado por el estado actual del uso del transporte y las TICs.

## 2.2. Condiciones para la Implementación del Teletrabajo

En el capítulo anterior vimos que para que el Teletrabajo tenga una amplia implementación es necesaria la existencia de una serie de características en la sociedad y en los individuos. Dado que el TT se basa en el uso intensivo de TICs, son amplias las

exigencias de conocimientos especializados en esta materia, dando lugar a un perfil de teletrabajador muy específico. En general se espera que sean individuos con altos niveles de formación académica, con conocimiento y facilidades para conectarse a redes internacionales, dentro de un contexto social con niveles eficientes de desarrollo económico. En una economía como la mexicana, esta clase trabajadora se presenta como una élite, ya que el desarrollo de las condiciones necesarias para teletrabajar se muestran inaccesibles para una gran proporción de la población (Chávez y Guadalajara, 2006).

### **2.2.1. Las TICs en México y el Mundo**

A partir de su aparición en la década de los años setenta, el Teletrabajo se ha implementado en su mayoría en los países desarrollados. Esto se debe principalmente a la infraestructura en TICs que existían en estas economías a la llegada del TT. En su estudio sobre las tendencias de la tecnología en el mundo, Martínez (2003) señala que para el año 2001 ya existían en Estados Unidos alrededor de nueve millones de teletrabajadores, mientras que en Europa eran más de un millón de personas las que habían adoptado esta forma de empleo, de las cuales más del 50 % residían en España. En el caso de México no existen siquiera estadísticas relacionadas al número de teletrabajadores, por lo que la información se obtiene a partir de estudios de casos de empresas que han implementado esta modalidad, como los analizados en el proyecto 'Teletrabajo, Cambio Climático y Políticas Públicas'.

Como una de las principales causas de esta brecha se señala la falta de infraestructura en telecomunicaciones en México, ya que para el mismo año sólo el diez por ciento de los mexicanos contaban con una computadora, y sólo la mitad de ellos tenían acceso a Internet. En términos globales, la distribución del acceso a Internet contaba el 40 % para Estados Unidos y Canadá; 27 % para Europa, Medio Oriente y África; 22 % para los países del sudeste asiático, y sólo el 4 % para América Latina. Cabe mencionar que México contribuye con la cuarta parte del total latinoamericano.

### **2.2.2. Difusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en México**

En lo que respecta al papel de las TICs en el uso energético el INEGI brinda información por tamaño de establecimiento, por sector económico y por entidad federativa. Se encontró que son los establecimientos micros y pequeños (de 3 a 5 personas ocupadas) los que cuentan con el mayor número de establecimientos con uso de TICs. Aunque en términos relativos son los establecimientos grandes los que ocupan más las TICs. Si nos fijamos en el sector económico, son aquellos dedicados al comercio al por menor los que cuentan con un mayor número de establecimientos usuarios de TICs, seguido por el de la industria manufacturera. Aunque en intensidad de uso de TICs, es el sector de la construcción el que cuenta con la mayor, seguido de los servicios profesionales, científicos y técnicos. En cuanto a la distribución espacial, es el DF la entidad que cuenta con un mayor número de establecimientos que emplean las TICs, seguido de Jalisco y el Estado de México.

Por el lado de los hogares se obtuvo evidencia de que el equipamiento de TICs en los hogares mexicanos se incrementó entre 2001 y 2009; principalmente en conexiones a Internet, celulares, computadoras y televisión de paga. Sin embargo el uso de estos dos últimos sigue siendo relativamente bajo. Hubo un cambio en la composición de las líneas telefónicas, pasando de una predominancia de la telefonía fija a las líneas móviles. También se encontró que las TICs con mayor presencia en los hogares mexicanos son la radio y la televisión; aunque es cada vez mayor el uso relativo de las demás TICs. Otra situación que se encontró fue la relacionada a la baja demanda por Internet, en relación a la disponibilidad de computadoras en los hogares. La principal causa argumentada fue la falta de recursos económicos (50 % de las causas). Mientras que quienes pensaban que no la necesitaban han pasado del 28 % en 2005 al 20 % en 2009. En canto al uso de Internet, la línea telefónica dedicada es el principal medio de conexión (del 9.4 % al 47 % entre 2004 y 2009), seguida por la línea telefónica tradicional (del 95 % en 2001

bajó hasta el 24 % en 2009) y por último la televisión por cable (del 5 % a poco más del 20 % entre 2001 y 2009). En lo que se refiere al uso de computadoras, los datos proporcionados por el INEGI muestran que los hogares que cuentan con una o más se duplicó, pasando de 9.3 % a 19.6 %. Hablando de los miembros del hogar que cuentan con una computadora siguen la misma tendencia: pasaron del 8.9 % al 19.4 % entre 2000 y 2005. La distribución espacial del uso de computadoras por vivienda se concentra, por orden de mayor a menor, en el DF, donde en el 2005 el 38.2 % de los ocupantes de viviendas particulares disponían de una computadora; Baja California, con el 29 % y Nuevo León, con el 26.8 % para todo el periodo. La entidad que ocupaba el cuarto lugar en 2000 fue Querétaro, que pasó del 11.7 % al 23.2 % para 2005, y que cedió su lugar a Baja California sur, que pasó del 11.1 % en 2000 al 26 % para 2005. Es de destacar que en términos absolutos y a pesar de que el Distrito Federal es la segunda entidad más poblada del país (después del Estado de México) representa la entidad con mayor número de computadoras. Esto es característico de las grandes ciudades, como el caso de Jalisco y Nuevo León que también tienen una gran demanda de equipos de cómputo en términos absolutos (estos datos pueden ser consultados en la dirección electrónica: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=tinf032&st=est&c=19362>).

### **2.2.3. Oferta de Tecnologías de la Información y la Comunicación**

Los datos revelaron que en la manufactura de TICs, existen 29 establecimientos que fabrican aparatos telefónicos, 38 de equipos de radio, televisión y cable, y 95 que producen computadoras y equipo periférico. La situación de los servicios que incluyen comercio de información, software y telecomunicación es más favorable, ya que se destacan los 1,660 establecimientos dedicados a la consultoría en computación, y 268 establecimientos en cuanto a telefonía celular y otras telecomunicaciones inalámbricas.

La distribución espacial de la manufactura de las TICs tiene su mayor concentración en entidades medianas: Chihuahua, Jalisco (esta es una urbe que representa una excepción), Baja California y Sonora. Mientras que los servicios se concentran en las grandes urbes: Distrito Federal, Estado de México, Jalisco y Nuevo León ( Graizbord, 2010).

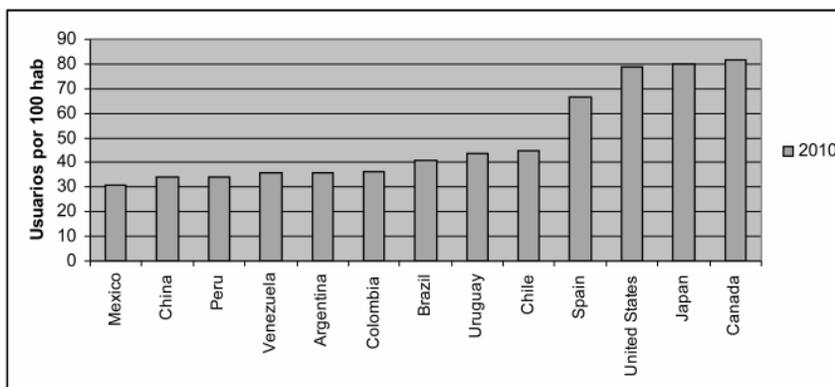
## 2.2.4. Aspectos Sociales

### *Marco Legal*

Además del desarrollo de las comunicaciones, se hace necesaria una legislación que cree las condiciones necesarias para el proceso del teletrabajo en una economía en desarrollo. Un ejemplo de ello es la Ley Federal de Telecomunicaciones (Lefete), la cual no ha podido cumplir con sus objetivos de desarrollar eficientemente la industria de las telecomunicaciones, en la que se de la sana competencia para ofrecer servicios de calidad a bajo costo. Otro caso son las bajas tasas de crecimiento de líneas telefónicas fijas, que si bien es cierto que se presenta una sustitución por las líneas móviles, también pueden estar afectando los costos, que en relación a los demás países de la OCDE se consideran elevados. La incertidumbre en el mercado de las telecomunicaciones es otro factor que afecta el desarrollo de este sector en México, ya que inhibe la inversión en el mismo. Datos de la COFETEL muestran que la inversión en la industria de las telecomunicaciones ha caído a partir de 2002, con sólo una pequeña recuperación para 2004 (Datos de la COFETEL. [http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel2008/Cofe\\_inversiones\\_en\\_la\\_industria\\_de\\_telecomunicaci](http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel2008/Cofe_inversiones_en_la_industria_de_telecomunicaci)).

### *Desigualdad*

Otro rasgo importante en el pobre desarrollo de las telecomunicaciones en el país se da incluso a nivel regional, ya que además de que México presenta un rezago importante respecto a países desarrollados, este problema, como se puede ver en el gráfico 2.2.4, se presenta también en relación a otros países latinoamericanos como Chile, Perú, Argentina y Brasil; ya que la penetración de las nuevas tecnologías sólo se ha dado sectorialmente. Esto ofrece muy poco estímulo de inversión y desarrollo de servicios que puedan competir en áreas donde el uso de las TICs es intensivo , como la televidencia,

Figura 2.1: Usuarios de Internet <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la International Telecommunications Union (ITU).

*virtual banking, e-commerce*, y por supuesto el teletrabajo (Aguilar, 2003).

#### *Propensión al Teletrabajo*

Otro factor importante para la implementación y difusión del TT tiene que ver con las preferencias de la sociedad y sus relaciones de trabajo. Al respecto se lleva a cabo una investigación por parte de la Universidad de Aguascalientes, en el que se explora la disposición a adoptar el TT a partir de variables como la calidad de vida, el compromiso organizacional y el desarrollo profesional. Esta investigación se realizó en Mexicali, Baja California; donde se encuestaron a 107 personas, de las cuales el 53.7% hacían TT. Los resultados señalaron que el estrés, el nivel jerárquico que ocupa la persona, los cambios de puesto que se han tenido a lo largo de la trayectoria profesional y el compromiso afectivo tienen una influencia positiva en el deseo de las personas por teletrabajar. Se encontró que las personas más estresadas ven en el TT la posibilidad de mejorar algún aspecto como el manejo del tiempo que les permita mayor flexibilidad o libertad para otras actividades que disminuyan su nivel de estrés. También se halló evidencia de que un mayor nivel jerárquico ayuda en la aceptación del TT, tal vez por el hecho

<sup>2</sup>Los datos pueden ser consultados en la página [http : //www.itu.int/ITU - D/ict/statistics/index.html](http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/index.html) .

de que este tipo de empleados tienen mayor preparación en el uso de las tecnologías. Este resultado se interpreta como muy positivo ya que puede ayudar a la promoción de esta nueva modalidad de trabajo en las empresas. Aunado a lo anterior, una mayor experiencia en diferentes puestos hace que los empleados estén más dispuestos al cambio y se adapten más fácilmente a éste, por lo que es una variable que también afecta de manera positiva. La última variable que afecta de manera positiva la predisposición a teletrabajar es el nivel de compromiso afectivo con la organización, ya que cuando un individuo se siente emocionalmente ligado a la empresa estará dispuesto a confiar en esquemas innovadores que se adopten. Por otro lado, las variables que se encontraron que afectaban negativamente la disposición a teletrabajar fueron la experiencia o uso del teletrabajo, el género y la antigüedad en la empresa. Cabe mencionar que el hecho de que la variable de uso del TT tenga signo negativo indica que las personas que ya usan esta modalidad no la rechazan. En cuanto al género, y de manera contraria a lo que se esperaba con base en la literatura, encontraron que es el género masculino el que está más dispuesto a teletrabajar; lo que tal vez esté correlacionado con los hallazgos de que en las ciudades fronterizas los roles personales, familiares y matrimoniales no son los que se encuentran típicamente en el resto de las ciudades del país. Finalmente, se encontró que era el personal que menos antigüedad tenía en el trabajo quien estaba más dispuesto a la flexibilización del trabajo (Madero y Flores, 2009).

Lo anterior nos lleva a la conclusión de que si bien el TT se está implementando y difundiendo cada vez más en nuestro país, aun existen problemas estructurales que impiden que se reduzca la brecha en relación a otras economías desarrolladas. El desarrollo del sector de las telecomunicaciones y tecnologías de la información facilitará la implementación y difusión del TT a una mayor escala. Debe hacerse también un esfuerzo en ampliar la cobertura de capacitación en uso de las TICs para que la brecha entre los trabajos potencialmente teletrabajables y los realmente teletrabajados disminuya. Otro aspecto que se debe mejorar es el marco legal, aunque está documentado que las particularidades del TT dificultan mucho esta labor. Por último, vemos que existen as-

pectos de carácter idiosincrático que determinan en cierta medida el grado de adopción del TT por parte de una determinada región o sociedad.

## 2.3. Conclusiones

Con base en este análisis podemos concluir, que si bien el sector y la accesibilidad a las TICs a venido creciendo en los últimos 10 años en nuestro país, aun existe un rezago importante en relación a otras economías no sólo desarrolladas, sino también de algunas en desarrollo, como es el caso de Chile y Brazil. Dentro de este mismo contexto, se encontró que existe una gran desigualdad en el acceso a las TICs y a la instrucción para su uso, ya que como se pudo comprobar con los casos de estudio, son aquellos con una educación universitaria los que tienen mayor probabilidad de ingresar al mundo del TT, situación que está reservada a una pequeña parte de la población. Aunado a estas complicaciones, existen otras que van desde la falta de una legislación que garantice igualdad de condiciones para este naciente sector, hasta otras de carácter idiosincrático y cultural. Esto nos lleva a la conclusión de que la mitigación de emisiones de GEI mediante el Teletrabajo se encuentra en una fase inicial rezagada en la ZMVM, determinada por factores estructurales del subdesarrollo. También se puede concluir que si bien existen las condiciones iniciales para la implementación del TT en México, bajo las condiciones actuales su difusión se dificulta ya que por sus características, su implementación está reservada en la actualidad a un pequeño sector de la economía. Sin embargo, ante las tendencias de crecimiento en el sector de las TICs, su uso cada vez mayor por una proporción creciente de la población y las necesidades de eliminar los problemas de congestión vehicular en la ciudad, se vislumbra una amplia profundidad de la práctica del TT en los años venideros. Cabe señalar que a partir de la revisión de lo que ha sucedido en otros países, es necesaria la existencia de una fuerte plataforma en el sector de las comunicaciones y la información, como un factor fundamental para la implementación y la difusión del TT.

## Capítulo 3

# Metodología. Análisis para la implementación del Teletrabajo en la Ciudad de México

El Teletrabajo impacta de diversas formas el consumo energético. En este trabajo consideraremos, como principales factores de ajuste al consumo energético, los que se originan a partir del cambio en los patrones de traslado al trabajo, y en el uso de equipo de trabajo. Además, dado que el Teletrabajo puede tomar las formas de trabajo en el hogar o en un Telecentro, el balance energético dependerá de la forma que se haya adoptado.

En relación al transporte tenemos, en primer lugar, que si un empleado ahora trabaja desde su hogar, existirá una reducción por concepto de traslado al trabajo. Por otro lado, si ahora las actividades del trabajo se llevaran a cabo en un Telecentro, el efecto dependería de su localización; esto debido principalmente a que los motivos por los que una empresa adopta la práctica del Teletrabajo no son exclusivamente para la mejora ambiental. La ubicación del Telecentro podría significar un incremento en el tiempo y/o la distancia en el traslado al trabajo si se localiza más lejos del hogar que el centro de trabajo anterior, lo cual incrementaría el consumo energético por este concepto; aunque

en general la literatura al respecto muestra que es más frecuente la ubicación de los Telecentros a una distancia menor al hogar que el centro de trabajo tradicional.

En el caso que exista una reducción del uso de transporte para trasladarse al trabajo, puede producirse otro efecto conocido como *efecto rebote*, que actúa en contra del ahorro energético, y es la sustitución del uso del transporte hacia otras actividades, como de consumo, recreativas, escolares, etc. (Aguayo, 2010). Algunos estudios al respecto analizan el cambio en los patrones de uso del automóvil, no sólo por el empleado que se ha optado por el Teletrabajo, sino que también prevén el incremento en el uso del automóvil por parte de los miembros del hogar que antes no lo usaban, dada la nueva disponibilidad del mismo (Kitamura et. al., 1991).

En lo que concierne al consumo de energía mediante el uso de equipo de trabajo, se espera que el cambio al Teletrabajo represente un incremento en este rubro, cuando las actividades se trasladan al hogar. Esto debido al abandono en el uso de economías de escala, ya que existen diversos aparatos como la iluminación o las impresoras que pueden ser de uso compartido en una oficina. Cabe señalar que la existencia de economías a escala es un supuesto que se deduce de la lógica con la que operan las empresas, en donde existe equipo de oficina que es utilizado por varios trabajadores, como la impresora, el aire acondicionado, el teléfono en algunos casos, etc. Otro supuesto que se hace respecto al consumo energético del equipo de trabajo es que el coeficiente técnico de consumo para el equipo usado en la oficina y el usado en el hogar es el mismo. En el caso en que el Teletrabajo se lleva a cabo desde un Telecentro, se espera que el cambio en el consumo energético, por uso de equipo de trabajo, sea menor o casi nulo, debido a que en estos centros también se pueden mantener las economías a escala.

### 3.1. Los Datos

En esta sección se describirán los datos obtenidos a partir del estudio de casos. Para el análisis de los efectos del Teletrabajo, el proyecto 'Teletrabajo, Cambio Climático y Políticas Públicas' se basa en casos de estudio, a partir de los cuestionarios exhaustivos que se aplicaron a los trabajadores de las empresas seleccionadas (Ver Anexo 1). El personal seleccionado para responder a dichos cuestionarios fueron empleados que se encontraban en situación de Teletrabajo. En la primera parte del cuestionario se proporcionan algunos datos personales del trabajador, lo que nos puede ayudar a inferir sobre la distribución del Teletrabajo por edad y género. También, la ubicación exacta del domicilio del empleado y el de la empresa nos dará, con ayuda de métodos de localización geoespacial, la distancia exacta y el tiempo estimado del trayecto al trabajo. Con estos datos y con ayuda de la información de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA) se puede establecer el ahorro energético por este concepto en los días que no tiene que desplazarse al trabajo.

En la sección I, Perfil del trabajador; las preguntas relevantes para el propósito de este trabajo son las relacionadas al puesto del empleado (preguntas 4 y 5), dado que a partir de estas se pueden establecer aquellas áreas en donde es más factible la aplicación del Teletrabajo. Además, con las preguntas relacionadas al estado civil y la existencia de dependientes económicos (preguntas 2 y 3) se podrán determinar los sectores de la población mas susceptibles a la adopción de esta modalidad de trabajo.

Las primeras preguntas de la sección II, Implementación del Teletrabajo; nos permite determinar si el trabajador ha experimentado el cambio de una forma tradicional de trabajo a la del Teletrabajo, o si desde que empezó a laborar lo hizo en esta modalidad, con lo que se descartaría esta observación debido a que no existirían datos sobre el cambio. Estas preguntas también nos permiten establecer su nueva ubicación de trabajo, ya sea desde el hogar o desde un Telecentro, con lo cual se determina si existe un ahorro, o por el contrario, un incremento en el gasto energético por concepto de traslado.

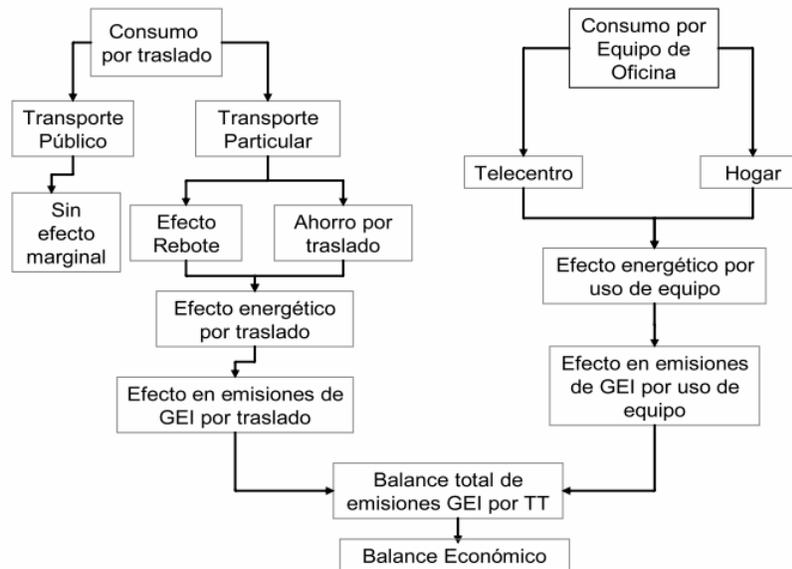
De la sección III, Situación del teletrabajador; obtenemos la frecuencia con la que se realiza el Teletrabajo, con lo que se puede establecer el ahorro energético por uso de transporte, normalizada a una unidad de tiempo, ya sea semana, quincena o mes.

La parte medular para el análisis del balance energético se obtiene a partir de la sección V, apartado b); donde se determina el impacto del Teletrabajo para el medio ambiente. Las preguntas relacionadas al uso del transporte (preguntas 41 y 42) tienen como objetivo cuantificar el cambio energético en el uso del automóvil al adoptar la modalidad de Teletrabajo, y dar respuesta a la hipótesis que sostiene la existencia de un efecto sustitución del uso de transporte, al llevarse a cabo un traslado hacia otras actividades (de consumo, recreativas, etc.). Cabe mencionar que la pregunta que hace referencia al uso del automóvil en otras actividades (pregunta 42), cuando se está teletrabajando, nos permite eliminar un posible sesgo en la estimación del efecto en la reducción de las emisiones de GEI por concepto de traslado, ya que es justamente esta pregunta la que mide el efecto rebote que se podría dar con la mayor disponibilidad del automóvil para otras actividades, una vez adoptada la modalidad del TT.

Las preguntas relacionadas al equipo de trabajo (preguntas 45 y 44) y la información de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) nos permitirán determinar el tamaño del efecto rebote en el abatimiento de las emisiones de GEI, debido al cambio en el consumo de energía en el cambio de centro de trabajo, y a la desaparición de las economías de escala.

Finalmente, una vez determinado el cambio en que contribuye cada uno de los factores que afectan el consumo energético al cambiar al Teletrabajo, se hará un balance para determinar el efecto neto que tiene esta práctica en el uso de energía. Con estos datos y con la información de la SMA podremos determinar la equivalencia entre el consumo energético y la cantidad de emisiones de GEI generadas por la producción de dicha energía. Adicionalmente se llevará a cabo una estimación del cambio en los gastos relacionados al trabajo, bajo esta nueva modalidad.

Figura 3.1: Balance Energético



Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de la metodología desarrollada.

## 3.2. Metodología

Cabe señalar que el análisis cuantitativo es para los casos de estudio que se llevaron a cabo en el presente trabajo. Para el transporte, la metodología utilizada para determinar el cambio en el consumo energético por combustible se basa en las estimaciones de la SMA para la ZMVM. El cálculo del cambio de energía consumida se hace a partir de la información obtenida en los cuestionarios, que puede resumirse en forma esquemática en la figura 3.1.

Cuyos niveles se van obteniendo en la forma siguiente:

$$\Delta CE_T = \left( \frac{\Delta t_T * \tau}{R} \right) * EE + \sum_i \left( \frac{\Delta t_i * \tau}{R} \right) * EE$$

Donde:

$\Delta CE_T$  es el cambio en el consumo energético por uso de transporte

$\Delta t_T$  es la diferencia del tiempo de uso del transporte por traslado al trabajo, en el tiempo actual con teletrabajo ( $t_1$ ), menos el tiempo de uso antes del Teletrabajo ( $t_0$ ); entonces  $\Delta t_T = t_1 - t_0$ .

$\Delta t_i$  es la diferencia del tiempo de uso del transporte en la actividad  $i$

**R** es el rendimiento del automóvil, es decir, el número de kilómetros que recorre por cada litro de gasolina

**EE** es la eficiencia energética del combustible

El primer término de la derecha corresponde a la contribución del cambio en el uso del transporte por concepto de traslado al trabajo, el cual se espera que sea de signo negativo aunque podría llegar a ser positivo en el caso de que un teletrabajador ahora labore en un Telecentro que esté mas lejos que la ubicación original del trabajo. Mientras que el segundo término de la derecha corresponde al *efecto rebote*, al sustituir el uso del transporte para trasladarse al trabajo por otras actividades.

Cabe señalar que el tiempo de recorrido se pondera por la velocidad promedio de manejo en la ZMVM ( $\tau$ ), la cual varía de 20 Km/h y 10 Km/h para zonas habitacionales, mientras que en las vías rápidas va de los 52 Km/h hasta los 3.4 Km/h en horas pico (Aguayo, 2010). Cabe mencionar que cuando es posible se hace la estimación de la distancia recorrida a partir de la dirección del trabajador y la oficina, aunque estos datos no siempre son proporcionados por cuestiones de confidencialidad. Del INE provienen los datos del rendimiento (R) por marca y modelo de automóvil, los cuales se pueden ser consultados en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.ecovehiculos.gob.mx/buscacostoanual2.php>. Sin embargo en esta página no se cuenta con información de modelos anteriores a 2008, por lo que dado el caso, se utilizarían los datos del INE

(<http://www.calculatusemisiones.com/main.html>) en el que se hace un estimado por tamaño de auto y se obtienen los siguientes coeficientes de rendimiento:

**Auto chico:** 11.0526 Km/lt, para marcas como Ford Focus, Mazda 3, Sedan, Chevy, Toyota Corolla, Honda Civic, Mini Cooper y similares.

**Auto mediano:** 9.3522 Km/lt, para marcas como Pontiac G5, Betle, Mitsubishi Eclipse, Honda Accord, Nissan Altima, Toyota Rav4, Passat y similares.

**Auto grande:** 7.6518 Km/lt, para marcas como Town & Country, Suburban, Dodge Durango, Ford Explorer, Honda Piloto, Jeep Liberty y similares.

La eficiencia energética (EE) para la ZMVM es tomada a partir de los datos de la SMA, y se calcula en 0.0316 Gjoules por litro de gasolina consumido, para la ZMVM.

Para el análisis en el cambio de consumo energético por el uso de aparatos de oficina se hace una comparación en el tiempo de consumo antes del Teletrabajo ( $t_0$ ) y con la práctica de éste ( $t_1$ ), ajustando por el coeficiente de consumo energético. Dado que los aparatos de oficina utilizan energía eléctrica, su consumo está medido en watts, que al multiplicarlo por el tiempo nos dará una medida de energía (joule) <sup>1</sup>. Finalmente se hace la comparación en joules para que podamos hacer el balance energético total. Entonces tendremos lo siguiente para cada trabajador:

$$\Delta CE_E = \sum_j (\Delta t_j) G_j$$

Donde:

$\Delta CE_E$  es el cambio en el consumo energético por consumo de energía eléctrica, medido en joules

$\Delta t_j$  es la diferencia en el tiempo de uso antes y después del Teletrabajo, del aparato j que se utiliza como equipo de trabajo.

$G_j$  es el gasto energético del aparato j, medido en watts

---

<sup>1</sup>Un watt equivale a un joule/seg.

Los datos sobre el gasto energético se obtuvieron de la Secretaría de Energía (SENER) y se pueden consultar en la siguiente página electrónica:

[http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)

Dado el supuesto de que en las oficinas existen economías a escala, esperamos que este componente del cambio en el consumo energético sea positivo, el cual constituye una parte del *efecto rebote* del Teletrabajo. Como se mencionó con anterioridad, el hecho de que se considere que en las oficinas existen economías de escala en el uso de equipo de trabajo parte de la lógica con la que operan las empresas y al no tener información del número de empleados por empresa, no se pudo llevar a cabo un cálculo de dicho efecto. Una vez obtenido el cambio en el consumo energético por uso de transporte y por uso de equipo de oficina, se combinan estos dos elementos para obtener el balance energético total.

$$\Delta CE = \Delta CE_T + \Delta CE_E$$

Para obtener el cambio neto en las emisiones de GEI tenemos que hacer la equivalencia por separado, para el transporte y para el uso de equipo de trabajo. En el caso del transporte, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) estima que cada litro de gasolina consumida en la ZMVM equivale a 2.4 Kgs. de CO2 equivalente, por lo que el cambio en emisiones de CO2 por concepto de traslado sería el siguiente:

$$\Delta CO2_T = \left( \frac{\Delta t_T * \tau}{R} \right) * 2,4 + \sum_i \left( \frac{\Delta t_i * \tau}{R} \right) * 2,4$$

Donde  $\Delta CO2_T$  es el cambio en las emisiones de CO2 por cambio en el uso de transporte, al adoptar el Teletrabajo; y está medido en Kgs. de CO2 equivalente. Para el caso del cambio en las emisiones de GEI debido a la variación en el consumo de energía eléctrica por aparatos de oficina, la SMA estima que para generar un KW/h se emiten en promedio 0.652 Kgs. de CO2 equivalente (Rodríguez, et. al, 2010), y lo obtenemos de la siguiente manera:

$$\Delta CO2_E = (\sum_j (\Delta t_j) G_j) * 0,652$$

Donde  $\Delta CO2_E$  es la variación en las emisiones de GEI por concepto de cambio en el uso de equipo de trabajo, donde el cambio en el tiempo ( $\Delta t_j$ ) se normaliza a horas, para tener congruencia con el coeficiente de emisión que está dado en Kgs. de CO2 equivalente por KW/h. Cabe mencionar que la determinación de los coeficientes de emisiones se basa en los métodos del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). El resultado final es el cambio neto en las emisiones de GEI debido a la implementación del Teletrabajo:

$$\Delta CO2 = \Delta CO2_T + \Delta CO2_E$$

Adicionalmente se lleva a cabo un balance monetario, para determinar si existen incentivos económicos para el cambio al TT por parte de los trabajadores.

Para el balance monetario por concepto de transporte, se multiplica la variación en litros de gasolina consumidos por el precio de ésta (que en la actualidad es de \$ 8.84 por litro), cuando el trabajador se desplaza en auto propio. Mientras que el cálculo cuando el empleado se traslada en transporte público se hace directamente preguntándole el cambio en el gasto por este rubro, y que depende del medio en el que se traslada y las tarifas de los mismos. Para el caso del consumo de energía eléctrica, la equivalencia en pesos se hace mediante la variación en consumo de KW/h multiplicada por su precio. Se utilizó el precio de una tarifa intermedia en el que a la fecha el KW/h vale \$ 0.855.

Los resultados para los casos analizados, a partir de esta metodología, se presentan en la sección de Balance Energético del siguiente capítulo.

## Capítulo 4

# Efectos energéticos del cambio al Teletrabajo en México: estudios de caso

De la revisión de la literatura y las investigaciones en torno al TT y sus efectos en las conductas de consumo energético, podríamos esperar un efecto neto positivo de la implementación de esta modalidad de trabajo, en la reducción de emisiones de GEI.

A partir del método de estudio de caso se llevará a cabo un análisis para tratar contrastar esta hipótesis y asimismo dar respuesta a algunas de las interrogantes que motivaron este trabajo:

- a) ¿ La introducción del Teletrabajo tiene un efecto rebote en el abatimiento de las emisiones de GEI?
- b) ¿ Existe un efecto sustitución del uso de transporte, del traslado al trabajo hacia otras actividades (de consumo, recreativas, etc.)?

El estudio se realizará a partir de los cuestionarios exhaustivos aplicados a personas que han experimentado tanto el trabajo presencial como el TT, haciendo un balance

del cambio energético y sus implicaciones en emisiones de GEI. Algo implícito en el análisis por estudio de casos es la exploración de las posibles implicaciones en cambios de comportamiento de los individuos.

## 4.1. Estudios de Casos

### Caso A

**Perfil del trabajador:** Hombre de 31 años, con licenciatura y sin dependientes económicos. Su posición en la empresa es de un puesto medio en el área de ventas especializadas. Lleva menos de un año en el puesto.

**Implementación del TT:** El trabajador ha experimentado el trabajo presencial y realiza TT desde 2008. Cabe mencionar que no existe una política de difusión del TT en la empresa en que labora, por lo que el cambio a esta modalidad de empleo se da a partir de las características propias del puesto de trabajo.

**Situación del teletrabajador:** La frecuencia con la que se realiza el TT es de dos días a la semana y no existe un sistema de evaluación exclusivo de las actividades realizadas bajo la modalidad del TT. En cuanto a la infraestructura para llevar a cabo esta modalidad de trabajo fue cubierta por la empresa, tanto en equipo como en servicios (básicamente de telefonía).

**Evaluación del Teletrabajador:** No existe una evaluación propia del TT, sino del desempeño del trabajador en general.

**Impactos del TT (para los trabajadores):** El empleado expresó haber registrado un incremento en la productividad, al igual que en responsabilidades. Un aspecto negativo que se presentó fue que empeoró el grado de concentración para realizar el trabajo. Aunque por otro lado mejoraron las relaciones familiares, la satisfacción personal y la superación profesional. En cuanto a los costos en que incurre el

trabajador, se presentó un incremento en los relacionados al consumo eléctrico, de agua y gas. Las reducciones en gastos vinieron por el lado del transporte (gasolina), pasajes y alimentos. En lo personal, el empleado indicó que mejoró su salud física, debido a la disponibilidad de tiempo.

**Impactos del TT (para el medio ambiente):** Con la práctica del TT se reduce el uso del automóvil en aproximadamente una hora y media, los días en que se lleva a cabo. Es destacable el hecho de que no se presenta un efecto sustitución ante la disponibilidad del transporte los días en que se teletrabaja, ya que los viajes por otros motivos diferentes al trabajo se postergan para los días en que acude a la oficina. En cuanto al uso del equipo de trabajo, se presenta una reducción en el consumo energético dado que hay aparatos que no se utilizan, como el aire acondicionado y la impresora.

Notamos que el empleado es joven con un nivel educativo que le confiere ventajas comparativas en el uso de las TICs, y que lleva a cabo sus actividades en el sector servicios, lo cual concuerda con la literatura respecto a las características de los empleados que son más susceptibles a teletrabajar. Vemos que no existen motivos de necesidad para adoptar esta nueva modalidad, como la dependencia de algún familiar, y se trata más bien de las características inherentes al puesto de empleo lo que favorece en mayor medida que se haya adoptado por esta forma de trabajo. Se presenta de manera persistente el hecho de que es el empleado quien corre con los gastos por los servicios energéticos del hogar, lo que hace referencia a la falta de un marco legal que regularice este tipo de situaciones, de tal manera que el teletrabajador cuente con las mismas facilidades de trabajo que los que hacen trabajo presencial. Dentro de las bondades que se mencionan en la literatura del TT, vemos que concuerda con la experiencia de este trabajador, especialmente en lo referente al incremento de la productividad y la mejora en las relaciones familiares. En lo que respecta a los costos del empleado, se experimentó una reducción en lo concerniente al transporte y la alimentación; mientras

que por el uso de energía se incrementaron. Algo relevante en este caso es que, dado que usa automóvil particular para trasladarse a la oficina, la práctica del TT representa una disminución efectiva de emisiones de GEI por la reducción en distancia recorrida por automóvil. De manera adicional, vemos que el uso energético individual se reduce, sin embargo el efecto marginal tiende a ser nulo debido a que en la oficina se siguen ocupando los mismos aparatos que el teletrabajador deja de utilizar.

## Caso B

**Perfil del trabajador:** Mujer de 31 años, sin dependientes económicos y con estudios de maestría. El trabajo que desempeña es en el área de ventas por teléfono y tiene menos de un año en este puesto.

**Implementación del TT:** Antes de la práctica del TT había experimentado el trabajo presencial. Este caso se distingue de los demás por razones de implementación. En primer lugar el TT se lleva a cabo en un telecentro, además de que existe capacitación en el uso de TICs para desempeñar las labores propias del puesto de trabajo.

**Situación del teletrabajador:** El tiempo en que estuvo teletrabajando lo hizo diariamente. Estaba sujeta a supervisión y recibía apoyo técnico. En este caso la empresa cubría todos los gastos en servicios y equipo.

**Evaluación del Teletrabajador:** La evaluación del desempeño en el telecentro se hacía a través de la realización de tareas definidas.

**Impactos del TT (para los trabajadores):** Bajo la modalidad del TT, se observó en la trabajadora un incremento en la productividad y resultados. Además las cargas de trabajo disminuyeron al igual que las responsabilidades. En cuanto a los gastos personales en que incurría, se observó una disminución en pasaje, alimentos,

vestido; aunque se incrementó el gasto por uso de teléfono móvil. De manera personal, expresó que había experimentado una mejora en sus relaciones personales y de trabajo, al igual que su salud física y mental. Esto gracias al mejor uso del tiempo, lo que llevó a una mejor concentración.

**Impactos del TT (para el medio ambiente):** Dado que el telecentro se encontraba más cerca que las oficinas centrales, experimentó una reducción en el uso de transporte público. En cuanto al consumo energético, hubo un incremento en el uso de equipo.

**Autoevaluación del TT:** La teletrabajadora encontró como ventaja principal de la adopción de esta modalidad de trabajo la reducción del estrés a que se está sujeto en el transporte público cuando se trasladaba por más tiempo, ya que este traslado se llevaba a cabo en horas pico. Sin embargo esta situación se vio ligeramente contrarrestada por el incremento del estrés en el trabajo para lograr una alta productividad.

Nuevamente estamos en presencia de una persona joven y con un grado de educación que le permiten un mejor uso de las TICs, lo que era de esperarse a partir de la literatura del tema. Podríamos pensar que a este nivel de análisis el género no tiene mayor relevancia en la adopción del TT, ya que la principal razón a que se hace referencia en la literatura es que son las mujeres las más propensas a esta modalidad. Esto se basa en el hecho de que socialmente son las mujeres las que en su mayoría cuidan de los niños pequeños del hogar o de algún otro familiar que lo necesite. Sin embargo, las mujeres en los casos de estudio no tienen dependientes económicos. Una situación diferente a los otros casos de estudio se presenta con esta trabajadora, ya que es la única que teletrabajaba desde un telecentro. En este sentido las condiciones laborales se mantuvieron en los mismos términos que antes del teletrabajo, lo cual podría indicarnos que es más eficiente en este sentido el TT realizado en telecentros que desde el hogar. También, el hecho de que se trabajara desde un telecentro conllevaba la presencia de un super-

visor, lo que según la teoría representaría un incremento en la productividad, lo cual efectivamente fue asentado por esta persona. También se han estudiado los posibles efectos psicológicos y en la salud del TT, los cuales efectivamente son experimentados en este caso, principalmente en las relaciones personales y de trabajo, así como una mejor salud mental y física, debidos en parte al mejor uso del tiempo. Es posible que este mejor uso de tiempo esté asociado a la presencia de un supervisor en el telecentro. En lo que respecta al balance energético, se observa un incremento en el uso de equipo, aunque cabe la aclaración de que en el telecentro se mantienen las economías a escala e incluso pueden llegar a ser más eficientes que las oficinas centrales, al destinar espacios exclusivos para los teletrabajadores; es decir, el efecto rebote no es significativo, ya que marginalmente no se emiten más emisiones, a pesar de tener mayor disponibilidad de equipo. Cabe destacar que dentro de los motivos principales que toman en cuenta las empresas para la implementación del TT, no se encuentran los ambientales, y podemos ver en este caso un claro ejemplo de ello, al ver que es el incremento de la productividad la razón principal de que la empresa implementara esta modalidad de empleo. Por parte del traslado al trabajo, se ahorra en tiempo y dinero, pero no en distancia recorrida, ya que el trayecto se llevaba a cabo en transporte público.

## Caso C

**Perfil del trabajador:** Hombre de 30 años con licenciatura y un dependiente económico. Labora en una empresa del sector servicios y ocupa un puesto de mando medio, donde desempeña actividades de planeación y asesoría técnica. Cabe mencionar que lleva menos de un año laborando en esta empresa.

**Implementación del TT:** El empleado ha realizado TT en empresas anteriores y en la actual. Alterna esta modalidad con la del trabajo en la oficina, y cuando teletrabaja lo hace desde su hogar. La practica del TT se implementó por las características propias del puesto, ya que no existe un plan de difusión de esta

modalidad.

**Situación del teletrabajador:** Desde febrero de 2011 y hasta la fecha, el trabajador hace TT dos veces por semana, y por las características propias del empleo no existe un periodo definido para la práctica de esta modalidad. En cuanto a los apoyos que la empresa otorga al trabajador para adoptar esta forma de empleo, sólo le facilitaron el equipo de cómputo y el gasto por telefonía móvil, mientras que el gasto por los servicios de Internet y consumo eléctrico son por cuenta del trabajador.

**Evaluación del Teletrabajador:** En cuanto a la evaluación de la productividad del trabajador, la empresa no tiene definido un esquema exclusivo para el TT, por lo cual se hace mediante la realización de trabajos definidos al igual que cuando las labores se llevan a cabo en la oficina.

**Impactos del TT (para los trabajadores):** Con la implementación del TT, el empleado expresó haber experimentado una mayor carga de trabajo, un incremento en las responsabilidades y tener mayor compromiso con la empresa. En cuestiones personales, las más afectadas de forma negativa fueron las relaciones familiares, sociales y el uso del tiempo, mientras que manifestó una mejoría en la satisfacción personal. En el trabajo mejoraron las relaciones con sus superiores ya que la comunicación se mantuvo muy activa y de manera directa, mientras que al no estar en la oficina alternando con sus compañeros, las relaciones con estos empeoraron. Al preguntarle sobre cambios en su salud, arguyó que empeoró su salud y condición física y salud mental (estrés). Referente a los gastos en el hogar los que han aumentado son por concepto de telefonía celular y electricidad, mientras que los gastos en transporte (gasolina) han disminuido. Por lo demás, no hubo variación o esta fue no significativa como en el caso del agua.

**Impactos del TT (para el medio ambiente):** En cuestión del uso del automóvil por motivo de traslado al trabajo, el hacer TT en este caso representa un ahorro

de aproximadamente 4 horas por cada día teletrabajado, ya que los viajes por otros motivos que podrían representar un efecto rebote se programan para los días que de por sí se tiene que trasladar a la oficina. Dado que el empleado usa auto particular, la reducción en el traslado representa un ahorro en las distancia recorrida por auto en la misma magnitud, y aunado a ello un ahorro proporcional por concepto de combustible. En cuestión de consumo energético se presenta una completa ausencia de uso personal en impresora, cafetera y aire acondicionado. Sin embargo, el uso de la computadora tiene un incremento de aproximadamente el 80 %. Esto representa un incremento en los gastos por consumo de electricidad.

**Autoevaluación del TT:** Al preguntarle al trabajador por la mayor ventaja de la implementación del TT mencionó que esta era la reducción en el tiempo de traslado.

Se puede observar en este caso, al igual que en los demás, que el trabajador que adopta esta modalidad es joven y con poco tiempo en el puesto, y aunque tiene un dependiente económico, este no vive con él y no representa un factor de decisión para la adopción del TT. Aunado a lo anterior y en concordancia con la literatura del TT, el trabajo se lleva a cabo en una empresa del sector terciario y las actividades del empleado están directamente asociadas con el servicio al cliente. En lo que concierne a la difusión del TT en nuestro país, podemos constatar en este y los demás casos de estudio que no existe un mecanismo de información o implementación diseñado exclusivamente para esta modalidad de trabajo, y que la alternativa se presenta más bien de forma natural y por las características propias del puesto. Otro problema relacionado a la implementación del trabajo es la falta de una legislación que provea de los teletrabajadores de las mismas condiciones de trabajo que sus contrapartes que laboran desde la oficina; ya que como hemos visto en estos casos de estudio, la empresa no se hace cargo de todos los gastos relacionados al pago de servicios de TICs o del consumo eléctrico de estas tecnologías, que el empleado necesita para llevar a cabo su labor. En cuestiones personales, esta forma de trabajo ha tenido al parecer más efectos neg-

ativos que positivos para el trabajador; principalmente relacionado con el deterioro de relaciones interpersonales y cuestiones de salud. Este tipo de problemas se presenta en la literatura como una de las principales desventajas y constituye un obstáculo a la difusión del TT. En el balance energético se presentó una reducción neta de consumo energético por parte de este trabajador, principalmente por el ahorro en el uso de su vehículo, ya que esto representó un ahorro proporcional en el consumo de gasolina. Este efecto no se ve opacado por la sustitución del uso del automóvil para otros motivos, ya que como el TT se realiza sólo 2 días a la semana, este tipo de viajes se programan para aquellos días en que se acude a la oficina. Vemos también que a pesar de tener un hijo en edad escolar, al no vivir con él no se presenta la necesidad de un traslado obligatorio los días en que teletrabaja, como sería el viaje a la escuela que se realiza diariamente. Finalmente y de forma personal, se encontró que la mayor ventaja a nivel empleo, de la implementación del TT, es el ahorro por el tiempo de traslado, lo que es congruente con la literatura respecto al hecho de que los agentes económicos buscan maximizar su beneficio sin internalizar las externalidades que puede conllevar la práctica del TT, que en este caso es una disminución neta en el consumo energético y por tanto en las emisiones de GEI.

## **Caso D**

**Perfil del trabajador:** Mujer de 26 años con estudios de licenciatura y sin dependientes económicos. Su puesto dentro de la empresa es un mando medio y desempeña actividades relacionadas con la gestión cultural. Cabe mencionar que tiene menos de un año en este trabajo.

**Implementación del TT:** Ha realizado trabajo presencial (no TT) con anterioridad y en la actualidad realiza TT desde su hogar. No hay difusión del TT y el cambio al TT se da por las características propias del puesto.

**Situación del teletrabajador:** Hace 5 meses que lleva a cabo el TT con una frecuen-

cia de 3 días a la semana. La empresa no provee equipo de trabajo ni el pago de servicios como la conexión a Internet o de telefonía.

**Evaluación del Teletrabajador:** No existe un esquema de evaluación exclusivo para el desempeño del trabajador bajo esta modalidad, sino que es evaluado de la forma habitual en que se hacía. En este caso, mediante la entrega de informes en fechas acordadas previamente.

**Impactos del TT (para los trabajadores):** El trabajador no notó un cambio en la eficiencia o en la productividad. Sin embargo argumenta el aumento en la carga de trabajo y responsabilidades. En cuestión de gastos, el que se refiere al consumo energético en el hogar aumentó, aunque el gasto por concepto de transporte disminuyó en aproximadamente 90 %. Un cambio positivo de la adopción del TT fue el mejor uso del tiempo, y relacionado con esto expresa una mejoría en la salud física y mental.

**Impactos del TT (para el medio ambiente):** El desplazamiento cuando no teletrabaja es nulo, salvo algunas excepciones, lo que le ahorra 4 horas de traslado y reduce sus niveles de estrés por tal motivo. En cuanto al uso de equipo de trabajo se da un incremento en el uso de la computadora y una reducción en otros equipos.

**Autoevaluación del TT:** El teletrabajador reportó que a partir de la flexibilización del trabajo ha mejorado su uso del tiempo, mientras que argumenta que la mayor desventaja de esta nueva forma de empleo es el gasto por el uso de los recursos propios.

En este caso podemos ver que se cumplen muchas de las situaciones previstas por la teoría. En primer lugar es una mujer joven que tiene poco tiempo en el empleo, por lo que según la teoría, ofrece menor resistencia al cambio. Además su puesto es un mando medio, por lo que se presupone que está más dispuesta a nuevos retos como el TT.

También se presenta una situación en favor de la implementación de esta modalidad de trabajo, y es el hecho de que mejora el uso del tiempo, lo cual es una de las principales ventajas que se destacan en la literatura del TT. En cuanto al cambio en el consumo energético, algunos comportamientos son acordes a lo que predice la teoría, como el hecho de que se reduce el tiempo de traslado y se incrementa el consumo de equipo en el hogar. Cabe mencionar que dado que se traslada en transporte público, la reducción en tiempo de traslado no representa una reducción de kilómetros recorridos de vehículo. En cuanto al efecto rebote por el traslado debido a otros motivos (principalmente de consumo) se encontró que, dado que la práctica del TT es sólo 3 días a la semana, la teletrabajadora programa dichos viajes para los días que hace trabajo presencial.

## 4.2. Resultados

De los estudio de caso analizados podemos obtener varias conclusiones. En primer lugar y en relación al perfil de trabajadores y tipos de trabajo que en la literatura se manejan como los teletrabajables, vemos que hay un gran concordancia, ya que en todos los casos los trabajos eran del sector servicios, además que todos los empleados contaban con un nivel educativo que les facilita el uso de las TICs. Otro rasgo que salta a la vista es el hecho de que todos son jóvenes y además tienen poco tiempo en el puesto de trabajo, situación que facilita su preferencia por el TT, a decir de la literatura revisada. Una obvia limitación es la falta de una mayor cantidad de casos para poder indagar en el comportamiento de otro tipo de trabajadores, y dado que en estos casos no hubo quienes tuvieran dependientes económicos que tuvieran que atender directamente, no podemos concluir que éste sea un factor relevante para la decisión de adoptar esta modalidad de trabajo. Lo mismo ocurre con las cuestiones de género, ya que los casos de estudio incluyen igual número de hombres y mujeres. En cuanto a las decisiones de implementación del TT por parte de la empresa no se determinó la causa principal a partir de los cuestionarios, sin embargo de los casos

analizados se aprecia un incremento en las cargas de trabajo y responsabilidades para los teletrabajadores, lo cual tendría sentido en relación a lo que se ha documentado, en donde se indica que el TT abre la posibilidad de cambiar los esquemas de tiempo trabajado por el de tareas realizadas, en donde algunos estudios en economía laboral manifiestan que de esta manera se incrementa la productividad por trabajador aunque a costa de los trabajadores. Además, con excepción del telecentro, se observa un problema de organización, información y difusión en el que el haber adoptado este esquema fue sólo a partir de las características propias del puesto; lo cual nos llevaría a un problema por el lado de la oferta que sin embargo podría ser salvado con programas públicos que promuevan esta forma de trabajo, así como las técnicas y procedimientos para ponerlo en marcha, ya que no parece tratarse de un problema de infraestructura. Otra situación en relación a la implementación del TT es la frecuencia con que esta se hace, ya que en los casos que es sólo unos días a la semana, los espacios físicos y el equipo siguen siendo los mismos en la oficina, con lo cual evitaría los beneficios que en los trabajos revisados se plantean a largo plazo, en que dichos espacios son eliminados en una fase más avanzada de la profundización del TT. En los aspectos legales, lo que maneja la literatura es una ausencia de garantías que dejen a los teletrabajadores en las mismas condiciones que a los trabajadores de oficina, y vemos en estos casos que cuando el empleado hace el trabajo desde su hogar, tiene que correr con algunos gastos, principalmente de energía eléctrica y conexión a Internet. Esto sin duda sería una ventaja para la empresa, sin embargo podría representar un obstáculo para que los trabajadores, si está en sus manos elegir, adopten el TT. Hay otras cuestiones que afectan a los trabajadores, pero al parecer esto puede depender más de factores personales, ya que para algunos la nueva forma de trabajo representó un deterioro en la salud física y mental, mientras que otros vieron reducidos sus niveles de estrés y mejoraron el uso del tiempo, con lo que mejora la salud física por el simple hecho de estar menos horas sentado frente a la computadora.

### 4.2.1. Balance Energético

En el cuadro siguiente se puede ver el balance energético, de emisiones de GEI y del cambio en el gasto relacionado en la adopción al TT.

Balance Energético, Económico y Ambiental						
Caso	$\Delta$ energético por Transporte ( Gjoules)	$\Delta$ energetico uso de equipo Marginal ( Gjoules)	Balance Energético (G joules)	Balance Energético (marginal) $\Delta$ .	Balance emisiones GEI ( Kg. CO2 eq.) $\Delta$ .	Balance Económico $\Delta pesos$ (mensual)
A	-0.0152	0	-0.0201	-77.93 %	-1.158	-36.69
B	0	0.001	0.001	66.67 %	0.195	-80.48
C	-0.069	-0.002	-0.071	-96.35 %	-5.64	-170.86
D	0	0.001	0.001	25.00 %	0.195	-113.89

En este cuadro están expresados los resultados principales que motivaron este trabajo. Cabe la aclaración que los resultados que se desprenden de este análisis son para estudios de caso, pero sin embargo nos dan luz a cerca de algunas tendencias que concuerdan con la teoría y más valioso aun, nuevas ideas respecto a cambios en los comportamientos de los individuos que puedan surgir a partir de su inserción en el TT. El análisis se hace a un nivel muy desagregado y gracias a ello podemos medir con mayor grado de exactitud el proceso del cambio en los hábitos de consumo energético, el ahorro por *commuting* y el efecto rebote por uso de equipo de trabajo, este último muy escaso en la literatura de este tema, y que se presenta como el único para el caso mexicano. Son obvias las limitaciones, sobre todo la incapacidad para la generalización de los hallazgos, por la falta de datos inherente al carácter pionero que sobre esta línea presenta el proyecto 'Teletrabajo, Cambio Climático y Políticas Públicas', sin embargo varias son las conclusiones a las que podemos llegar a partir de estudios de caso. Rela-

cionado al cambio energético por concepto de traslado y siguiendo a otros estudios, se encontró que si bien la práctica del TT representa en todos los casos analizados una reducción en los trayectos diarios, sólo existe una disminución en la distancia recorrida por vehículo cuando el trabajador se desplaza en auto particular. Cuando ésta es la situación, podemos apreciar del caso A y C que es en este concepto donde se concentra la mayor disminución en el consumo energético y consecuentemente en emisiones de GEI. Para los casos en que el traslado se hace en transporte público el efecto marginal es cero, ya que el que una persona deje de tomar el autobús u otro medio de transporte público, no hará que una unidad salga de circulación. Sin embargo, como podemos ver del balance económico, existen un ahorro considerable por gasto de pasajes, que en algunos casos llega a ser mayor al ahorro por consumo de gasolina. El efecto rebote por uso de equipo de trabajo es más ambiguo. En el caso del telecentro, el cambio es casi nulo, debido a que las condiciones que se presentan en él son muy parecidas a las que existen en una oficina, y la mayoría del equipo es de uso compartido. Podemos ver que en los demás casos el efecto es pequeño pero debido a lo que podría considerarse como un cambio en las preferencias de consumo, es decir, dadas las características en la implementación de TT, específicamente en la frecuencia con que se realiza, se encontró que los empleados, al minimizar sus costos por consumo eléctrico, prefieren realizar algunas actividades los días en que se acude a oficina, como en el caso del uso de la impresora. Hay al respecto otros aparatos que no son utilizados por el empleado en su hogar y por tanto no representan un cambio ya que estos no dejan de ser utilizados en el centro de trabajo por los demás empleados presenciales. Por otro lado, se encontró que algunos aparatos como la cafetera, el radio, la impresora son utilizados de manera más eficiente en el hogar, ya que no se mantienen encendidos durante toda la jornada laboral y sólo en los momentos en que son utilizados, aunque cabe señalar que mientras que el aparato que esté en la oficina se siga utilizando por al menos un trabajador, el uso de más aparatos en los hogares de los ahora teletrabajadores representará un incremento en el consumo energético, por muy eficiente que sea su uso. Este uso más eficiente se

debe principalmente, argumentaron, a que ahora los gastos de electricidad corren por su cuenta. Esto nos llevaría a la idea de que la adopción del TT conlleva beneficios en el ahorro energético no solo por la disminución del traslado en vehículo, sino por la modificación de patrones de consumo que lleven a los empleados a utilizar el equipo de manera eficiente, donde contrario a la idea del efecto rebote, podría existir un efecto que actúe en el mismo sentido que el ahorro por commuting, basado en el cambio de las conductas de los consumidores de energía. Este efecto será cada vez mayor a medida que la práctica del TT alcance un nivel de profundidad mayor. Finalmente, se hace un balance de costos y beneficios originados por la flexibilización del trabajo. Se aprecia un efecto muy positivo en la disminución de gastos. Positivo en el sentido de que este ahorro puede representar un fuerte incentivo a que cada vez más empleados adopten esta forma de trabajo, y que en el largo plazo los beneficios del TT puedan ser aún mayores al poderse eliminar espacios físicos de trabajo.

# Conclusiones

A lo largo de este trabajo se hizo una revisión de la literatura relacionada con el TT que nos permitió obtener un panorama de su situación actual en el mundo, las investigaciones que se han realizado, principalmente en cuestiones de ahorro energético y de traslado; aunque también se revisaron algunas de las implicaciones socioculturales que implican su implementación. Posteriormente se llevó a cabo un análisis de la situación en el que el TT es visto como una innovación tecnológica para la mitigación de las emisiones de GEI, enfocándonos a la ZMVM. Para determinar si la profundización de esta forma de trabajo era viable se hizo un recuento de la situación actual del sector de las tecnologías de la información y la comunicación y otros aspectos estructurales.

Con base en este análisis podemos concluir, que si bien el sector y la accesibilidad a las TICs a venido creciendo en los últimos 10 años en nuestro país, aun existe un rezago importante en relación a otras economías no sólo desarrolladas, sino también de algunas en desarrollo, como es el caso de Chile y Brazil. Un importante problema que se encontró fue el relativamente bajo desarrollo en este sector. Dentro de este mismo contexto, se encontró que existe una gran desigualdad en el acceso a las TICs y a la instrucción para su uso, ya que como se pudo comprobar con los casos de estudio, son aquellos con una educación universitaria los que tienen mayor probabilidad de ingresar al mundo del TT, situación que sólo es accesible por una pequeña parte de la población. Aunado a estas complicaciones, existen otras que van desde la falta de una legislación que garantice igualdad de condiciones para este naciente sector, hasta otras de carácter idiosincrático y cultural. Esto nos lleva a la conclusión de que la mitigación de emisiones

de GEI mediante el Teletrabajo se encuentra en una fase inicial rezagada en la ZMVM, determinada por factores estructurales del subdesarrollo.

Posteriormente, y siendo lo fundamental en este trabajo, se llevó a cabo un análisis del balance energético a un nivel muy desagregado, con sus correspondientes consecuencias en el balance de emisiones de GEI y económico. Un primer planteamiento del problema nos llevo a la idea de la existencia de un efecto rebote, debido a la sustitución de tipo de energía en el cambio al centro de trabajo sin economías de escala. Algo muy favorable y en contra de las expectativas se encontró en el análisis mediante estudios de caso y fue el hecho de que, si bien existe este efecto rebote por la eliminación de economías de escala al trasladar el consumo energético fuera de la oficina en que se aprovecha el uso compartido de los aparatos, este efecto es minimizado por los empleados que al ver trasladado el gasto por uso energético hacen un uso más eficiente del equipo, principalmente eliminando tiempos muertos en los que los aparatos normalmente se mantienen encendidos en una oficina. Bajo la teoría de la Economía Ambiental presentado en el desarrollo del texto, en el enfoque relacionado al nivel óptimo de emisiones, la situación anterior tendría un efecto muy pequeño en el desplazamiento de regreso de la curva de costos por abatimiento marginal, haciendo más eficaz la aplicación del TT como innovación en la mitigación de GEI. Basándonos en el trabajo de Matthew y Williams podemos suponer que el efecto rebote será cada vez menor e incluso en el largo plazo podría actuar en el mismo sentido de la reducción por uso de transporte, con forme exista una mayor penetración del TT.

Otro hallazgo importante a partir de los casos analizados fue el hecho que, contrario a los que ha sucedido en otros casos en que se ha implementado el TT, el efecto de sustitución del uso del transporte hacia otras actividades como de consumo, recreación o traslado a la escuela es nulo. Esto evidentemente tiene que ver en gran parte con que los trabajadores entrevistados no cuentan con dependientes económicos a quienes tengan que atender directamente, por lo que no existe un motivo de viaje obligatorio una vez que no se traslada a la oficina. Si esto lo cruzamos con el hecho de que en todos los casos

analizados se trataba de trabajadores jóvenes y con estudios de licenciatura, podríamos encontrar un patrón de características propias del teletrabajador en que probablemente una gran proporción no tengan dependientes económicos y por tanto su único motivo de traslado obligatorio sea el del hogar a la oficina. Además de esto, se observó nuevamente un cambio en el patrón de consumo energético en el cual los individuos minimizan su gasto, transfiriendo el uso de auto por otros motivos (principalmente consumo) a los días en que forzosamente tienen que trasladarse al trabajo. Esto debido al carácter intermitente con que se realiza el TT.

Finalmente, y con base en los resultados de los estudios de caso podemos decir que la terciarización de la actividad económica en la zona de estudio y las cada vez mayores tasas de crecimiento en el sector de las TICs representan un gran potencial de profundidad del TT; idea que se refuerza al comparar esta situación con las experiencias de otras economías que alguna vez estuvieron en situación similar y ahora tienen una gran proporción de teletrabajadores dentro de su fuerza laboral, como el caso de España, Finlandia, Inglaterra y Estados Unidos. Además, dadas las características particulares de la ZMVM y de los viajes que realizan sus habitantes, se proyecta un efecto neto del TT en la mitigación de emisiones de GEI. A pesar de que la reducción de emisiones no es la principal causa por la que las empresas o los trabajadores adoptan esta modalidad de empleo, se considera que la reducción neta de gastos ante la implementación del TT puede ser un factor de decisión para su adopción que ayude en su rápida difusión, lo cual acrecentaría en el tiempo los efectos positivos de la reducción del consumo energético y de la emisión de GEI. .

## **Líneas de investigación**

Como se ha mencionado, una limitaciones de este trabajo se basan en la falta de datos que sin embargo se están generando a partir de investigaciones como el proyecto 'Teletrabajo, Cambio Climático y Políticas Públicas'. Sin embargo, más que un proble-

ma esto puede ser visto como una oportunidad para el desarrollo de más investigaciones en las que los resultados, hasta ahora positivos en el aspecto climático y económico, puedan ser generalizables. Una idea que surge inmediatamente de los resultados de este trabajo es el análisis de sensibilidad en el sector del transporte público, para poder determinar el posible cambio en la oferta ante reducciones de la demanda. Lo mismo podría intentarse para el uso de equipo en las oficinas, en donde se podría determinar el número de empleados por aparato electrónico y de esta manera determinar el punto en que una unidad de dicho aparato podría dejar de ser utilizado. Finalmente, uno de los objetivos principales del proyecto en que está circunscrito este trabajo es poder determinar a nivel agregado el nivel potencial que podría tener el TT en la zona de estudio. Una posibilidad al respecto es caracterizar a la población teletrabajadora y obtener su distribución, a partir de una serie de variables obtenida de los cuestionarios, y mediante un sistema de apareamiento o *matching* determinar la proporción de la población que sería más proclive a teletrabajar. Las anteriores quedan como ideas para desarrollar posteriormente y determinar con mayor precisión el impacto del TT en las emisiones de GEI, que de hallarse netamente positivo a nivel agregado, podría proponerse su implementación como una medida de política pública dentro del contexto del esfuerzo por reducir los efectos negativos del cambio climático.

# Apendice A. Cuestionario a teletrabajadores

**TELETRABAJO, CAMBIO CLIMÁTICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS,  
EL CASO DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**Cuestionario a empleados sobre la adopción de teletrabajo**

El Colegio de México está realizando un estudio para analizar los principales impactos de la práctica del teletrabajo<sup>1</sup> en la Ciudad de México.

En este sentido, le solicitamos amablemente que nos apoye a responder las siguientes preguntas:

<b>Cédula de identificación Entrevistado</b>		<b>Folio:</b>
Nombre de la Empresa:		
Domicilio de la empresa, colonia y delegación (o municipio):		
Nombre del trabajador:		Edad:
Domicilio del trabajador, colonia y delegación (o municipio):		Sexo: Hombre <input type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/>

<b>Entrevistador</b>	
Nombre:	Fecha: / / 2011
Hora de inicio de la entrevista:	Hora de término:
Visitada <input type="checkbox"/>	Validada <input type="checkbox"/>
Capturada <input type="checkbox"/>	

Entrevistador, antes de comenzar la entrevista:

- Comunique al entrevistado la confidencialidad de la información proporcionada.

**I. Perfil del trabajador**

<sup>1</sup>Una definición ampliamente aceptada menciona que el teletrabajo abarca todas las actividades que pueden ser llevadas a cabo a distancia, fuera del lugar de trabajo habitual y que precisan para ello el uso intensivo de tecnologías de la información y de la comunicación (Mokhtarian, 1991).

1

- Nos puede indicar ¿cuál es su nivel educativo?  
Ninguno  Primaria  Secundaria  Bachillerato   
Licenciatura  Maestría  Doctorado  Otros
- ¿Cuál es su estado civil?  
Soltero  Casado  Divorciado  Viudo   
Otro
- ¿Cuántos dependientes económicos tiene?  
Cónyuge o pareja  Hijos  Familiares  Otros  Ninguno   
Número  Número  Número
- En términos gerenciales del área o departamento donde labora ¿el puesto que usted ocupa es nivel?  
Alto  Medio  Bajo
- ¿Qué puesto ocupa en la empresa? \_\_\_\_\_
- ¿En qué área o división de la empresa se encuentra adscrito? \_\_\_\_\_
- ¿Cuánto tiempo lleva laborando en esta empresa?  
Un año o menos  De uno a 5 años  Más de 5 años
- ¿Nos puede comentar brevemente que actividades realiza en la empresa?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**II. Implementación del teletrabajo**

- Para comenzar nos podría comentar ¿qué entiende por teletrabajo?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿Ha hecho trabajo presencial antes de este teletrabajo?  
Sí  No   
*Si contestó afirmativamente ¿ese trabajo presencial se ha llevado a cabo en esta misma empresa o en otra?*  
En esta empresa  En otra  En ambos casos
- En la actualidad, ¿alterna su trabajo entre la forma presencial y la de teletrabajo?  
Sí  No
- ¿En qué lugar(es) comúnmente realiza o ha realizado la práctica de teletrabajo?

2

En su hogar  En un telecentro  Otro (especifique) \_\_\_\_\_   
 Si contestó en un telecentro, ¿dicho telecentro está más cerca de su casa que la empresa?  
 Si  No

13. ¿Cómo se enteró de la práctica del teletrabajo?  
 Campañas  Folletos  Presentaciones  Documentos   
 Internet/  Pláticas  A través de un  Radio y/o   
 Intranet  conocido  Televisión   
 Otro ¿cuál? \_\_\_\_\_

14. ¿Qué medios existen en la empresa para difundir la práctica del teletrabajo?  
 Campañas  Folletos  Presentaciones  Documentos   
 Internet / Intranet  Cursos  Pláticas  Anuncios   
 Ninguno   
 Otros ¿cuáles? \_\_\_\_\_

15. ¿Cuál fue el motivo o razón principal que lo impulsó para realizar teletrabajo?  
 Sugerencia de la empresa  Características propias del puesto   
 Distancia al trabajo  Cuidado de los hijos o algún otro familiar   
 Enfermedad/accidente  Motivos ambientales   
 Otros ¿cuáles? \_\_\_\_\_

16. ¿Hubo algún proceso de selección para ingresar a este sistema de teletrabajo?  
 Si  No   
 Si contestó afirmativamente ¿Podría describirlo brevemente?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

17. ¿Recibió algún tipo de capacitación para hacer teletrabajo?  
 Si  No   
 Si contestó afirmativamente ¿En qué consistió?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**III. Situación del teletrabajador**

a) Características de la **práctica individual** del Teletrabajo

18. ¿Actualmente realiza teletrabajo?  
 Si  No   
 Si  pase a la pregunta 19  No  pase a la pregunta 20

19. ¿En qué mes y en qué año comenzó la práctica del teletrabajo?  
 Mes  Año

20. ¿Con qué frecuencia realiza o realizó el teletrabajo?

Número de días \_\_\_\_\_ A la semana   
 Quincenal   
 Al mes

21. En su caso ¿La duración del programa de teletrabajo es o fue:

Indefinida   
 Definida \_\_\_\_\_  
 Por días \_\_\_\_\_  
 Por meses \_\_\_\_\_  
 Por años \_\_\_\_\_  
 Otros \_\_\_\_\_

22. ¿Existe algún mecanismo de rotación (individual o entre empleados) para la práctica del teletrabajo?

a) De manera individual Si  No   
 b) Entre empleados Si  No

En caso de sí ¿Podría describirlo brevemente?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

23. ¿Cuenta la empresa con mecanismos de control y/o supervisión del teletrabajo?

Si  No   
 ¿Cuáles? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

b) **Apoyos** de la empresa para realizar el teletrabajo:

24. ¿Cuáles de las siguientes **herramientas** fueron proporcionadas por la empresa para realizar el teletrabajo?

Equipo de  Sí  No  Internet  Sí  No  Telefonía  Sí  No  Programas  Sí  No   
 (software)

Otros ¿cuáles? \_\_\_\_\_

25. ¿Cuáles de los siguientes **gastos en servicios** cubrió la empresa para realizar teletrabajo?

Servicio de internet  Sí  No  Consumo de energía  Sí  No  Telefonía  Sí  No  Medidas de seguridad  Sí  No

Otros ¿cuáles? \_\_\_\_\_

26. ¿Recibe o recibió asistencia técnica remota? Sí  No

**IV. Evaluación del teletrabajador**

27. ¿Durante o después de su práctica de teletrabajo recibe o recibió algún tipo de evaluación? Sí  No  (pase a la pregunta 29)

28. ¿Quién se encarga de evaluar su desempeño en la práctica de teletrabajo?

Jefe inmediato	Jefe de área	Un coordinador del jefe	Otro (especifique)
----------------	--------------	-------------------------	--------------------

29. ¿Cómo evalúan su desempeño durante la práctica de teletrabajo?

Entrega de informes	Trabajos definidos	Metas cumplidas	Otro (especifique)
---------------------	--------------------	-----------------	--------------------

**V. Impactos del teletrabajo**

**a) Para los trabajadores**

30. Al realizar teletrabajo ¿hubo algún cambio en su contrato de trabajo?

Sí  No

31. ¿Con el cambio al teletrabajo, logró:

- Mejoras en eficiencia<sup>2</sup> del trabajo
- Mejoras en productividad<sup>3</sup> del trabajo
- Mejoras en los resultados del trabajo

Sí	No
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

32. Respecto a su **situación laboral**, al incorporarse al teletrabajo ¿hubo cambios en los siguientes rubros?

Rubros	Aumentó	Disminuyó	Sin cambio	No aplica
Carga de trabajo				
Responsabilidades				
Compromiso con la empresa				
Riesgo de perder el empleo				
Otros ¿Cuáles?				

33. En general, al incorporarse al teletrabajo ¿hubo cambios en algunos de los siguientes rubros?

<sup>2</sup> Eficiencia: Capacidad de alcanzar objetivos y metas.  
<sup>3</sup> Productividad: Aumento o disminución de la producción.



	Rubros	Mejoró	Empeoró	Sin cambio	No aplica
1	Salario, remuneraciones				
2	Prestaciones				
3	Vales de despensa				
4	Viáticos				
5	Pólizas de seguros				
6	Seguridad Social (IMSS, ISSSTE, etc.)				
7	Integración con la empresa				
8	Coordinación con su jefe o director				
9	Concentración en la realización de sus labores				
10	Superación laboral o profesional				
11	Relaciones con su familia				
12	Satisfacción personal				
13	Uso del tiempo				
14	Otros especifique				

34. Durante el tiempo que ha realizado teletrabajo ¿considera que el **gasto** en su hogar o telecentro ha aumentado o disminuido en los siguientes servicios? *Nos puede dar un porcentaje aproximado.*

Servicios	Aumentado	%	Disminuido	%	Se mantiene igual
Internet					
Teléfono	a) fijo				
	b) celular				
Electricidad					
Mensajería					
Agua					
Gas					
Gasto de transporte					
Otro					

35. Durante el tiempo que realiza teletrabajo ¿considera que su **gasto personal** en los siguientes rubros ha aumentado ó disminuido?

Rubros	Aumentado	%	Disminuido	%	Se mantiene igual	No aplica
Gasolina						



Pasajes						
Alimentos						
Vestido/ropa						
Café						
Cigarros						
Otros						

36. A partir de la práctica del teletrabajo, sus relaciones laborales han:

Relaciones laborales	Mejorado	Empeorado	No han cambiado	¿Por qué?
Con sus superiores				
Con sus compañeros de trabajo				

37. A partir de la práctica del teletrabajo, sus relaciones familiares / sociales han:

	Mejorado	Empeorado	No han cambiado	¿Por qué?
Relaciones familiares				
Relaciones sociales				

38. Como teletrabajador, alguno de estos aspectos ha:

Aspectos	Mejorado	Empeorado	Se mantiene igual
Salud física			
Salud mental <sup>4</sup>			
Alimentación			
Condición física			
Otros			

39. Como teletrabajador, el número de accidentes laborales ha:

Aumentado  Disminuido  No ha tenido accidentes laborales

40. Como teletrabajador, ¿qué otros cambios han ocurrido dentro de sus dinámicas laborales, familiares sociales y/o económicas?

---



---

<sup>4</sup> Estrés, ansiedad, depresión, etc.

b) Para el medio ambiente

41. Cuando trabaja de forma presencial (no TELETRABAJO) ¿qué medios de transporte utiliza, con qué frecuencia y cuánto tiempo emplea para desplazarse de su casa a su lugar de trabajo y viceversa?

Medio de transporte	✓	Frecuencia			Tiempo de viaje (minutos)	
		Diario	Entre 1 y 2 días a la semana	Entre 3 y 4 días a la semana	De ida	De regreso
1 Automóvil propio						
2 Automóvil de otro miembro de la familia						
3 Automóvil de la empresa						
4 Microbús						
5 Metrobús						
6 Metro						
7 Tren suburbano						
8 Tren ligero						
9 Trolebús						
10 Otro						

42. Cuando teletrabaja ¿utiliza algún medio de transporte, principalmente para que lo utiliza, con qué frecuencia y cuánto tiempo lo emplea?

Medio de transporte	✓	¿Para qué lo utiliza?	Frecuencia			Tiempo de viaje (minutos)	
			Diario	Entre 1 y 2 días a la semana	Entre 3 y 4 días a la semana	De ida	De regreso
1 Automóvil propio							
2 Automóvil de otro miembro de la familia							
3 Automóvil de la empresa							
4 Microbús							
5 Metrobús							
6 Metro							
7 Tren suburbano							
8 Tren ligero							
9 Trolebús							
10 Otro							

43. ¿Nos puede proporcionar algunas características del vehículo que utiliza?

<b>Marca</b>					
<b>Modelo y año</b>					
<b>Tamaño</b>	Chico		Mediano		Grande

44. Cuando **trabaja de forma presencial** (no TELETRABAJO) ¿cuáles de los siguientes aparatos electrónicos mantiene encendidos y durante cuánto tiempo aproximado al día?

Aparatos eléctricos	✓	Tiempo (minutos)
Computadora		
Impresora		
Cafetera		
Radio		
Aire acondicionado		
Otro		

45. Cuando **teletrabaja**, ¿cuáles de los siguientes aparatos electrónicos mantiene encendidos aproximadamente al día?

Aparatos eléctricos	✓	Tiempo (minutos)
Computadora		
Impresora		
Televisor		
Cafetera		
Radio		
Aire acondicionado		
Otro		

46. Con el cambio al teletrabajo ¿hizo alguno de los siguientes ahorros?

Tipo de ahorro:	Sí	No
En tiempo de traslado al lugar de trabajo		
En distancia recorrida		
En dinero gastado en transporte		

47. ¿Con el cambio al teletrabajo, a Ud. le ha ocurrido lo siguiente?

Tipo de cambio:	Sí	No
Más consumo de energía en el hogar o en el telecentro		
Más consumo de agua en el hogar o en un telecentro		
Más desplazamientos en transporte que antes no tenía		
Incremento en gastos personales		

9

c) *Autoevaluación sintética de su teletrabajo*

48. En su experiencia, ¿cuál es la principal ventaja y cuál la principal desventaja del teletrabajo que realiza, en comparación con la otra forma de trabajo presencial?

a) Principal ventaja: \_\_\_\_\_

b) Principal desventaja: \_\_\_\_\_

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

10

# Bibliografía

- AFETT/ETUC (2000), 'Empelo, aptitudes y formación en la sociedad de la información', *Asociación Francesa de Teletrabajo y Teleactividades* . Bruselas.
- AGUAYO, F. (2010), 'Teletrabajo, transporte y emisiones de gases de efecto invernadero', *Nuevos Paradigmas Metropolitanos: Transporte y Movilidad* .
- AGUILAR, J. G. (2003), 'El estado actual de las telecomunicaciones en México: la regulación que no llega', *Revista de economía ICE* (No. 808), pp. 125–140.
- ARAGÓN, Jorge; BONINO, C. & ROCHA, F. (2004), *El Papel de las Relaciones Laborales en la Difusión de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en España*, Fundación 1 de Mayo.
- ARNFALK, P. (1999), *Information Technology in Pollution Prevention: Teleconferencing and Telework Used as Tools in the Reduction of Work Related Travel*, Lund University.
- BAETHGEN, W. & MARTINO, D. (2000), 'Cambio climático, gases de efecto invernadero e implicancias en los sectores agropecuario y forestal del Uruguay', *Grupo Agroclima y Sistemas de Información* p. p. 16.
- BARLA, Philippe; LAMONDE, B., MIRANDA-MORENO, L. & BOUCHER, N. (2009), 'Traveled distance, stock and fuel efficiency of private vehicles in Canada: price elasticities and rebound effect', *Transportation* **Vol. 36**(No. 4), pp. 389–402.

- CHAVEZ, M. & GUADALAJARA, J. L. (2006), 'Teletrabajo ¿una alternativa?', *Ideas CONCYTEG Año 1*(No. 5), pp. 12.
- CHOO, Sangho; MOKHTARIAN, P. & SALOMON, I. (2004), 'Does telecommuting reduce vehicle-miles traveled? an aggregate time series analysis for the u.s.', *Transportation* **Vol. 32**(No. 1), pp. 37–64.
- DUTTA, Soumitra; LANVIN, B. & PAUA, F. (2004), The global information technology report. towards an equitable information society, Technical report, Oxford University Press, Nueva York.
- FIELD, B. C. & FIELD, M. K. (2003), *Economía ambiental*, 3a. edición edn, Environmental Economics, Nueva York. traducido de la 3a. edición en inglés: Environmental Economics. An Introduction, , McGraw-Hill, Inc., 2002. Santafé de Bogotá / Madrid / México.
- GALINDO, L. M. (2009), *La Economía del Cambio Climático*, México, D.F.
- GALINDO, L. M. & SAMANIEGO, J. (2010), 'La economía del cambio climático en américa latina y el caribe: algunos hecho estilizados', *Revista CEPAL* (No. 100), pp. 69–98.
- GARECA, Mariana; VERDUTO, R., BRIONES, J. L. & VERA, A. (2007), 'Occupational health and telework', *Ciencia y Trabajo. Fundación de Ciencia y Tecnología de la ACHS Año 9*(No.25), pp. 85–88.
- GRAIZBORD, B. (2010a), 'Teletrabajo, cambio climático y políticas públicas: El caso de la ciudad de méxico', *propuesta de investigación para el Internacional Development Research Centre (IDRC) de Canadá, El Colegio de México* .
- GRAIZBORD, B. (2010b), Teletrabajo, cambio climático y políticas públicas: El caso de la ciudad de méxico. primer informe técnico., Technical report, El Colegio de México, Ciudad de México.

- GRAIZBORD, B. & ACUÑA, B. (2006), 'Movilidad residencial en la ciudad de México', *Estudios Demográficos y Urbanos* .
- HUWS, Ursula; PODRO, S., GUNNARSSON, E., WEIJERS, T., ARVANITAKI, K. & TROVA, V. (1996), 'Teleworking and gender', *The Institute for Employment Studies* (No. 96), 91 p.
- KITAMURA, Ryuichi; MOKHTARIAN, P., PENDYALA, R. & GOULIAS, K. (1991), 'An evaluation of telecommuting as a trip reduction measure', *The University of California Transportation Center* (No. 5), pp. 14.
- LENGUITA, Paula; DUHALDE, S. & VILLANUEVA, M. M. (2007), *Relaciones de Poder y Trabajo: Las formas contemporáneas de explotación laboral. 1ª Edición*, Cámara Argentina del Libro, Buenos Aires, chapter Teledisponibilidad: Innovación del Control Laboral, p. 272 p.
- LIMA, G. (2006), *Introducción al Teletrabajo*, Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.
- MADERO, S. & FLORES, R. (2009), 'Predictores de la disposición de trabajadores mexicanos a aceptar el teletrabajo', *Investigación y Ciencia* (Núm. 43), pp. 46–52.
- MANAUGH, Kevin; A-MORENO, L. & EL-GENEIDY, A. (2010), 'The the effect of neighbourhood characteristics, accessibility, home?work location, and demographics on commuting distances', *Transportation. Springer Science+Business Media* **Vol. 36**,(No. 5), pp. 627–646.
- MATTHEWS, S. & WILLIAMS, E. (2005), 'Telework adoption and energy use in building and transport sectors in united states and japan', *Journal of Infrastructure Systems* **Vol. 11**(No.1), pp. 21–30.
- MOKHTARIAN, Patricia; HANDY, S. & SALOMON, I. (1995), 'Methodological issues

- in the estimation of the travel, energy, and air quality impacts of telecommuting’, *Institute of Transportation Studies* **Vol. 29**(No. 4), pp. 283–302.
- NILLES, J. (1996), ‘What does telework really do to us?’, *World Transport Policy and Practice* **Vol.2**(No. 1), pp.15–23.
- PERMAN, Roger; MA, Y., MCGILVRAY, J. & COMMON, M. (1999), *Natural Resource and Environmental Economics*, 2a. edición edn, Longman, Nueva York y Harlow (Inglaterra), chapter Capítulo 13, pp. pp. 358–369.
- PÉREZ, Manuela; MARTÍNEZ, A., DE LUIS, P. & VELA, J. M. (2004-2005), ‘Factores explicativos de la difusión del teletrabajo: Una revisión de la literatura empírica’, *Revista de Economía y Empresa* **Vol. 22**(Nº 52-53), pp. 11–28.
- RODRÍGUEZ, S. & RUIZ, M. C. (2010a), *Inventario de emisiones de contaminantes criterio de la ZMVM 2008*, 1ª ed. edn, Gobierno del Distrito Federal, Ciudad de México.
- RODRÍGUEZ, S. & RUIZ, M. C. (2010b), *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y carbón negro en la ZMVM 2008*, 1ª ed. edn, Gobierno del Distrito Federal, Ciudad de México.
- SAEZ, Emilio; QUEROL, V. & LÓPEZ, A. (2007), ‘El teletrabajo, una alternativa para el mundo rural’, *Health and Addictions* pp. pp.153–159.
- STERN, N. (2006), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge University Press, chapter Capítulo 2, pp. pp. 23–41.
- VU, S. & VANDEBONA, U. (2007), ‘Telecommuting and its impacts on vehicle-km travelled’, *MODSIM* **Vol. 48**(No. 41), pp. 2714–2720.

# Índice de figuras

1.1. Efecto Invernadero . . . . .	9
1.2. Transmisión de las Externalidades . . . . .	11
1.3. Externalidades . . . . .	13
1.4. Modelación del Efecto Invernadero . . . . .	15
1.5. Punto óptimo de emisiones. . . . .	19
1.6. Efecto de una Innovación Tecnológica . . . . .	21
2.1. Usuarios de Internet . . . . .	41
3.1. Balance Energético . . . . .	48