

Dimensionamiento de una línea de producción de clústers para vehículo: un enfoque técnico económico

Sizing a vehicle cluster production line: a technical economic approach

José Luis Sampietro Saquicela

jose.sampietro@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0610-089X>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Franklin Carlos Reina Perez

freinaperez@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3234-4583>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Carlos Iván Rueda Panchano

ivan.rueda@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5067-6277>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Jaime Rafael Bastidas-Heredia

jaime.rafael.bastidas@upc.edu

<https://orcid.org/0000-0003-3022-5756>

Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Ecuador

Juan Carlos Bustamante Portez

juan.bustamante@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0000-4948-2926>

Magister en Desarrollo del Currículo

Carlos Alberto Espantoso España

carlos2582@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-7836-1539>

Ingeniero en Telecomunicaciones

RESUMEN

El dimensionamiento de los procesos industriales resulta importante dentro de la actividad productiva de una empresa de manufactura, pues permite el mejorar el proceso de coste beneficio y la calidad del producto. En los entornos modernos, la reconfiguración de las máquinas para diseños personalizados es posible, pero disminuye el volumen de producción y reduce la eficiencia del proceso como tal. Para el caso del presente artículo, analizaremos una propuesta de producción justo a tiempo, la misma que permite satisfacer la demanda que ha sido solicitada son generar cantidades en stock que tienen costes asociados a los procesos de bodega y almacenamiento. El artículo define y dimensiona claramente un proceso de producción de clúster, en donde se define la maquinaria, capacidades, y procedimientos necesarios en base a un proceso real, el mismo que actualmente está en desarrollo y permite obtener resultados cuantificables.

Palabras claves: Clúster, vehículo, enfoque técnico económico

ABSTRACT

The dimensioning of industrial processes is important within the productive activity of a manufacturing company, since it allows improving the cost-benefit process and the quality of the product. In modern environments, reconfiguring machines to custom designs is possible, but it decreases production volume and reduces the efficiency of the process itself. In the case of this article, we will analyze a just-in-time production proposal, which allows us to satisfy the demand that has been requested without generating quantities in stock that have costs associated with the warehouse and storage processes. The article clearly defines and sizes a cluster production process, where the necessary machinery, capacities, and procedures are defined based on a real process, the same one that is currently under development and allows obtaining quantifiable results.

Keywords: Cluster, vehicle, economic technical approach.

INTRODUCCIÓN

El artículo tiene como finalidad la modelización de una planta industrial, en concreto de una fábrica de producción de clústers de plástico, con finalidades automovilísticas. Para ello, hemos tomado el modelo de la empresa PPT TECHNOLOGICAL PROCESSES AND SOLUTIONS ENGINEERING SL. Se trata de una fábrica de fabricación de piezas de plástico termo conformadas para sectores industriales muy variados. También se ofrece un servicio integral de soluciones y fabricación de piezas plásticas, con el sector de la automoción como uno de sus principales clientes y tractor de toda la innovación de la compañía.

La empresa domina y utiliza diferentes tecnologías de acuerdo con las necesidades de las diferentes partes a producir. De las que destacamos:

- Moldeo por inyección.
- Pintura plástica.
- Decoración laser.
- Decoración de pad-printing.
- Estampado en caliente (hot stamping).
- Cromado.

El trabajo ha consistido en estudiar una línea de producción real y todas sus partes, como el proceso industrial, las máquinas utilizadas o los espacios habilitados para su producción, etc. Una vez se ha recopilado toda la información necesaria, se ha efectuado la modelización de la planta, todas sus máquinas y se ha diseñado la distribución más adecuada

de estas en la empresa. También se ha realizado el diseño de la parcela y la urbanización de esta.

1. MEMORIA

a. DATOS GENERALES

i. Datos de la empresa

A continuación, se muestran los datos fiscales de la empresa e instalación visitada:

Datos de la empresa	
Nombre fiscal	PPT Technological Processes and Solutions Engineering SL.
NIF	B48493001
Representante legal	Don Miguel Bernar Borda
Actividad CNAE 2017*	C2009-CNAE2229
Teléfono	+34 937 192 630

Tabla 2.1.1.1. Datos de la empresa.

*CNAE: Fabricación de plásticos en formas primarias.

ii. Distribución de la superficie

La superficie útil de la empresa es de un total de 9586,75 m², quedando distribuida de la siguiente manera:

Superficie	m ²
Zona de entrada de parking y recepción	1648,4
Zona de paso de vehículos entrada	366,40
Parking de camiones	3903,98
Zona de paso de vehículos salida	738,12
Oficinas	110,40
Comedor	31,04
Almacén de materias primas y máquina de pintura	802,30
Nave - planta de producción	944,19
Producto final y residuos	1002,42
Aseos	15,50
Vestuarios	24,00
Total	9586,75

Tabla 2.1.3.1. Datos de la instalación.

De esta manera la superficie total destinada para la línea de producción que definiremos posteriormente equivaldría a un total de 2748,91 m².

iii. Datos de la Energía

La fábrica estará en funcionamiento 16 horas por día, por lo que las tablas siguientes muestran el consumo de la maquinaria y de las instalaciones.

Maquinas	Unidades	Potencia Nominal (KW/h)	Consumo de horas
Inyectora de lentes	1	39.2	16
Pintura	1	20	16
Horno	1	16	16
Hot Stamping	1	146	16
Robot para traslado	1	2	16
Robot para posicionamiento	1	4.5	16
Soldadura	1	72	16
Toro 1	1	26,8	16
Inyectora para mascarar	1	44,6	16
Total	-----	371,1	-----

Zonas	Potencia Nominal (W/m ²)	Superficie	Consumo de horas
Zona de entrada de parking y recepción	2	1648,4	3,29
Zona de paso de vehículos entrada	3	366,40	1,09
Parking de camiones	6	3903,98	23,42
Zona de paso de vehículos salida	8	738,12	5,90
Oficinas	40	110,40	4,41
Comedor	50	31,04	1,55
Almacén de materias primas y máquina de pintura	54	802,30	43,32
Nave - planta de producción	67	944,19	63,26
Producto final y residuos	47	1002,42	47,11
Aseos	4	15,50	0,06
Vestuarios	3	24,00	0,07
Total	284	9586,75	193,52

Entonces el total de consumo es de 193,52 de la planta en general, más la maquinaria que es de 371,1 KW., con un total de 564,62 KW. Tomando en cuenta un coeficiente de simultaneidad del 70%, se obtiene:

Potencia Requerida: $0.7 \times 564,62 = 395.23$ KW.

Potencia Contratada: 400 KW.

Potencia anual estimada: $395.23 \times 16 \times 250 = 1.580,93$ KW.

iv. Datos de la actividad

La actividad que definiremos se centrará principalmente en una de las principales líneas de producción de la empresa. A través de la visita que se realizó a la empresa se pudo analizar fase por fase el proceso de la línea de producción, así como qué máquinas intervenían.

La producción se hace bajo demanda del cliente (Just In Time), de manera que no se tiene stock de seguridad. Cada comanda producida es única, el cliente presenta inicialmente el diseño y el departamento de Ingeniería adapta ese diseño, evitando el máximo de cambios posibles, para crear el prototipo de molde de inyección de plástico con el que se producirán las piezas.

Cada producto se compone de distintas piezas, procesos y tiempos de producción según la complejidad del mismo tanto a nivel geométrico como de magnitudes.

En la Imagen 2.1.4.1. se muestra el producto que se fabrica en la línea de producción escogida, que corresponde a un clúster para el interior de un coche.



Imagen 2.1.4.1.
Clúster.

2. PROCESO PRODUCTIVO

La producción orientativa de clúster es de 120.000 unidades al año. Con un servicio de 2 turnos de 8 horas durante los 365 días del año. De manera que se producen 2500 unidades semanales, lo que supone 10.000 unidades al mes.

a. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA

El proceso industrial al que se dedicará la línea escogida es a la fabricación de máscaras de plástico (clústers). Como se ha comentado anteriormente, el producto se genera según las especificaciones que quiere el cliente, pero entre productos se usa la misma maquinaria, simplemente varían los moles y/o colores a utilizar para las piezas a obtener. Para la línea que se ha escogido, el clúster a fabricar está constituido por una máscara de PC junto con unas lentes de PMMA. A continuación, se describe el proceso de fabricación:

b. FASE DE LA MÁSCARA

i. Inertización

El proceso comienza con el suministro por parte del fabricante de plástico PC, PMMA, y ABS presecados y embalados. Las materias primas llegan a la empresa en sacos de 25 kg en forma de gránulos. Al abrir los sacos, la materia prima vuelve a absorber el aire ambiental. Para eliminar este aire, los módulos de inertización constituyen para este fin la solución óptima y rentable, ya que, durante el tratamiento de plásticos técnicos en pequeñas cantidades, un secado eficiente y óptimo del material es decisivo para conseguir productos en una calidad impecable.



Para el funcionamiento de la máquina, se utiliza el aire comprimido que dispone la misma, el cual se destensa a presión atmosférica. Así se genera aire seco con un punto de rocío muy bajo, el cual «inertiza» y mantiene seco el granulado. Esto aumenta la seguridad en la producción y, debido al volumen reducido de aire comprimido, se ahorra energía porque la materia prima no se tiene que volver a secar por regla general.

Imagen 3.2.1.1. Máquina de Inertización.

ii. Máquina transportadora de granulado

Una vez se ha tratado la materia prima, ésta es transportada a través de unos equipos de transporte automatizados, las máquinas METRO HES/MES. El granulado de plástico se transporta rápido y limpio en la tolva de la máquina y lo conduce a la máquina inyectora que es la máquina que iniciará el proceso de transformación de la materia. De esta manera se impiden interrupciones caras de producción debidas a máquinas de tratamiento en marcha vacías y a la pérdida de material.



Imagen 3.2.2.1. Máquina transportadora de granulado.

Hay que tener en cuenta que se transportará a la vez dos clases de plástico, el PC y ABS, de manera que llegará una mezcla. Cada plástico se transporta en una máquina METRO HES/MES.

iii. Máquina de inyección

Como ya hemos comentado en el anterior apartado, la materia prima que llegará a la máquina inyectora es una mezcla de dos plásticos. La tecnología de inyección utilizada es propia, se trata de la IMD. In Mould Decoration (IMD), también conocido como Insert Moulding Film (IMF), es un método versátil y rentable de decoración y producción de piezas plásticas tridimensionales duraderas. Esta tecnología permite obtener acabados decorativos de alta calidad en piezas inyectadas, ofreciendo gran resistencia tanto a la abrasión como al uso.

En comparación con otros métodos de decoración, el IMD ofrece ventajas de flexibilidad y productividad en el diseño, así como el uso de gran variedad de colores, efectos 3D y texturas distintas en una sola operación.

El moldeo por inyección es un proceso de fabricación semicontinuo que consiste en inyectar el polímero PC junto con el ABS en estado de fusión (previamente se ha fundido el plástico granulado en una parte de la inyectora, denominada barril) en el interior de un molde cerrado a presión y en frío.

En este molde se solidifica el PC + ABS obteniéndose la pieza final al abrir el molde y eliminar los posibles restos de material solidificado en mazarotas y canales de alimentación del molde. De manera que al finalizar obtenemos la máscara. Posteriormente un operario realiza un control visual de la pieza para detectar posibles errores en la máscara. En el caso de que la pieza no sirva, que se detecte alguna imperfección, se puede reutilizar para volver a producir la máscara.

iv. Diseño del molde

El diseño del molde ha sido condicionado principalmente por la máquina en la que va a ser instalado. En este caso, como se ha dicho anteriormente, se desea diseñar un molde para una máquina de inyección JSW, modelo J650AD para un tipo de clúster específico (el que el cliente ha solicitado). Teniendo en cuenta esto, se ha diseñado un molde con las dimensiones, presión máxima, fuerza de cierre y demás parámetros que la máquina exige.

Se fabrica el molde con la forma que deseamos obtener aplicando un factor de contracción que debemos agregar a las medidas de la cavidad para que al enfriarse la pieza moldeada se obtengan las dimensiones deseadas. El proceso de fabricación del molde no se especificará en el trabajo debido a que se trata de otro proceso independiente a este.

v. Robot

Posteriormente el robot coge la máscara y la coloca en unas cubetas con rejillas esperando a ser introducida en la máquina de pintura por un operario.

vi. Cinta transportadora

El operario coge la máscara y la coloca en la cinta transportadora (adaptada para evitar cualquier contaminación) para que llegue a la máquina de pintura, en la que otro robot la recogerá y la introducirá en la máquina para ser pintada.

vii. Máquina de pintura

La máquina para el proceso de pintura incluye una sección en la que se limpian las piezas antes de ser pintadas con dióxido de carbono (CO₂), lo que permite garantizar una calidad de las piezas pintadas inigualable.

El jet de la limpieza consiste en una mezcla de partículas de aire comprimido, de hielo del CO₂ y de CO₂ que actúan sobre las piezas de plástico.

Una vez limpiada la superficie, se procede a recubrir las piezas por medio de la pulverización de pintura sobre la máscara de plástico. Cuando haya finalizado todo el proceso, el robot coge la máscara y la lleva al horno.

viii. Horno

En el horno el objetivo es secar la pieza a una temperatura de unos 80°C durante dos horas. Se trata de un horno de curado cuya finalidad es el secado de la pintura tras el pintado. El curado de la pieza se da por convección mediante recirculación de aire entre 60°C y 150°C dependiendo de las características de la pintura y la pieza. Una vez secada la pieza, el robot lo separa y un operario lo traslada al almacén. En el caso de que la pieza esté pintada y esta se encuentre defectuosa, no se puede reutilizar y pasa a ser un residuo.



Imagen 3.2.5.1. Máquina de pintura.

c. FASE DE LAS LENTES

i. Máquina transportadora de granulado

ii. Máquina de inyección

Una vez finalizada la confección de la máscara, se procede a fabricar las lentes a través de otra máquina inyectora, que corresponde a JSW, modelo J550AD. El proceso es exactamente el mismo que el utilizado para la fabricación de la máscara en la otra máquina inyectora. Las diferencias entre las dos fases (máscara y lentes) son:

1. Para la inyectora de la máscara, la capacidad y el consumo son mayores.
2. En el caso de las lentes, en vez de trabajar con PC+ABS, se trabaja con PMMA, de manera que el PMMA se transportará hacia la inyectora a través de otra máquina METRO HES/MES.
3. El molde de la inyectora para la fabricación de las lentes es distinto que el utilizado para la máscara.

iii. Láser. Corte de colada



Cuando ya se han obtenido las lentes, el robot las coge y las transporta hacia la máquina de láser, la máquina Mercury III. Consiste en una tecnología láser, la cual corta y graba las lentes de PMMA a una alta calidad hasta obtener las lentes a la medida que pida el cliente.

Se debe destacar que el PMMA es un plástico resistente a la rotura, al impacto, es fácil de manipular, estable y más transparente que el cristal. Por esta razón se utiliza como material para las lentes de los clústers.

Imagen 3.3.3.1. Máquina de láser.

Una vez se han obtenido las lentes, el robot las recoge y las sumerge en agua desionizada para eliminar las impurezas que puedan haber en la superficie.

Cuando haya finalizado el proceso, el robot las traslada a unas rejillas en las que un operario realizará un control visual de estas para detectar imperfecciones. Si no hay ningún error, las lentes se dirigen hasta la máquina de Hot Stamping. En el caso de que las lentes no hayan cumplido con las especificaciones requeridas, la pieza se transporta al almacén de residuos. Es importante señalar que en el proceso de recorrido la lente está completamente seca.



Imagen 3.3.1.2. Cinta transportadora con rejillas.

iv. Hot Stamping o Estampado en caliente

Un operario cogerá las piezas de la cinta transportadora y las colocará en la cubeta de la máquina de Hot Stamping. Es la técnica de impresión por transferencia térmica. Posee la cualidad de trabajar con sistemas de tintas transferibles por calor y cintas llamadas foil las cuales poseen una pigmentación de alta resolución que es transferible al producto por temperaturas que van de los 100° hasta los 300°. El estampado de láminas utiliza calor y caliente en un proceso de impresión que produce un diseño brillante en papel de plástico duro. La finalidad del proceso es grabar el borde de las lentes de color negro.

Cuando el proceso de estampado ha finalizado, un operario las lleva a la cubeta de la máquina de soldadura.

v. Soldadura

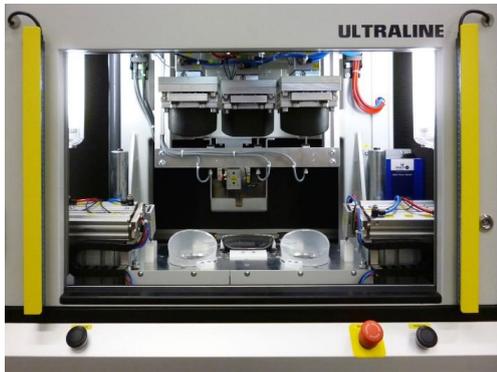


Imagen 3.3.5.1. Soldadura.

Como podemos observar en la imagen, en la cubeta existen tres subdivisiones, dos para las lentes y una para la máscara.

La tarea de la máquina es la soldadura por ultrasonidos para formar el clúster para coches donde los materiales son PC + ABS para la carcasa y el PMMA para las lentes. El operario irá al almacén para buscar la máscara y colocará bien las tres piezas. Una vez las haya colocado en la cubeta. La máquina las soldará, de manera que se formará el clúster. Otra de las tareas que realiza la máquina es la de remachar los marcos cromado. Una vez se obtenga el producto final, un operario la transporta a el área de inspección.

vi. **Control de calidad. Área de inspección por fotografía**

El área de inspección consiste en una cámara y un ordenador. En esta zona se analiza minuciosamente el clúster a través de una inspección por fotografía, para detectar errores en el producto.

vii. **Producto final y Packaging**

Si el sistema no ha detectado ningún defecto en la pieza, un operario la coge, la limpia y la transporta al almacén en el que se almacenan todos los productos acabados. En el caso de que el propio sistema haya detectado defectos en la pieza, automáticamente un operario la coge y la traslada al almacén de residuos, dado que no sirve. Una vez la pieza se encuentra en el almacén, un operario la lleva a la zona de packaging en la que se empaqueta el producto final, y posteriormente se realiza la expedición del producto acabado.

d. **Otra maquinaria**

A parte de la maquinaria principal detallada anteriormente, cabe destacar otras no menos importantes como las cintas transportadoras utilizadas para mover las piezas entre celdas de trabajo y los toros para transportar las cajas de material de producto acabado o residuos generados.

3. **MATERIAS PRIMAS**

Las materias primas se almacenan en estanterías metálicas con sus respectivos palets para que posteriormente el toro mecánico mueva la materia hacia donde se necesite.

La materia prima, puede ser: PC (Policarbonato), PMMA (Poli (metacrilato de metilo)) y ABS (Acrilonitrilo butadieno estireno). También se debe añadir la pintura que se les aplica a las piezas. Con estos materiales se fabrican los clústers.



Imagen 4.1. Almacén materias primas.

4. **RESIDUOS**

En el proceso de producción se generan emisiones a la atmosfera y aguas residuales, ya sean las generadas por las personas, por las máquinas, o en la limpieza de la empresa y de las máquinas. Por otro lado, se encuentran los residuos físicos que se generan en la actividad de la empresa. Principalmente es el plástico restante durante la producción o piezas que no se han fabricado correctamente.



Imagen 5.1. Almacén residuos.

Los trabajadores de producción se encargan de separar los diferentes residuos a partir de su material, colocándolos en diferentes cajas industriales de plástico, que posteriormente serán recogidas por empresas externas que reutilizan estos residuos. A continuación, se muestra una tabla en la que aparecen los residuos generados y su clasificación según el catálogo

de los residuos de Cataluña y la gestión final de estos.

Código	Descripción del residuo	Origen	Clasificación	Producción día (kg)	Gestión	Transporte y gestor	Valoración	TDR
08 01 02	Pintura, barnices, lacas	Restos de pintura sin usar. Productos rechazados	Especial	75	Recogida selectiva. Residuos generales de fábrica	FERCAM TRANSPORTES, SA	V21 V91	T21
12 01 02	Partículas plásticas	Sobrantes de las piezas	Inerte	33	Recogida selectiva. Residuos generales de fábrica	URCOTEX INMOBILIARIA, SL	V12	T11
12 01 02	Partículas plásticas	Rechazo de producto defectuoso plástico	Inerte	65	Recogida selectiva. Residuos generales de fábrica	TRANSPORTES ESTER, S.A.	V12	T11
13 02 01	Aceites lubricantes	Lubricación de las máquinas	No especial	Esporádico	-	Recogida selectiva	-	-
20 01 01	Envases de papel y cartón	Contenedores de productos	No especial	52	Recogida selectiva. Residuos generales de fábrica	XAVIER OLIVELLA MUNOZ	V11 V61	T21 T12
20 01 38	Madera	Palets de transporte	No especial	25	Palets de transporte	VALLESANA SERVICE SCCL	V15 V61	T21 T12
20 03 02	Envases y de embalajes plástico	Envase paquetes materia prima	Inerte	29	Recogida selectiva Residuos generales de fábrica	GARCIA FERNANDE, ANTONIO	V12 V51	T21 T11

Tabla 5.1. Clasificación residuos.

CONCLUSIONES

El proceso de producción se apega a la técnica de ensamblaje JUST IN TIME, para lo cual el proceso de modelamiento resulta de vital importancia para elaborar los moldes, pues esto implica reducir cerca de 40% los gastos de materia prima. La programación del proceso productivo implica el correcto funcionamiento de las partes móviles, enfocadas al proceso de manufactura del robot. La reprogramación del mismo tomaría tiempo y afectaría directamente a la cadena y el suministro, por lo que se emplea la técnica adecuada.

REFERENCIAS

- ALBURQUERQUE, F. (2001). "La importancia del enfoque del desarrollo económico local" En: [http://www.cedet.edu.ar/sitio/ad ministracion/agenda/alburquerqu e.pdf](http://www.cedet.edu.ar/sitio/administracion/agenda/alburquerqu e.pdf) (Consulta Enero, 10, 2008)
- BOISIER, S. (2005). "¿Hay espacio para el desarrollo local en la globalización?". Revista de la CEPAL, N° 86, pp. 47-62, Agosto.
- BUSTAMANTE, SIERRA Y OTROS (2005), Propuesta de Definición y Delimitación de la Zona de Integración Fronteriza. Área Táchira – Norte de Santander, ULA-CEFI; Universidad Francisco de Paula Santander y Universidad Libre de Colombia, Bucaramanga. Mérida, Venezuela, Fondo Editorial Simón Rodríguez.
- COMISIÓN EUROPEA. Política regional. (2002). En línea: http://europa.eu.int/comm/region aL_policy. (Consulta Junio, 16, 2003)
- COMUNIDAD ANDINA CAN. "Zona de integración fronteriza. Desarrollo fronterizo" (2001). Documento en línea disponible en: <http://www.comunidadandina.org /fronterizo/zif.htm> (Consulta mayo, 10, 2003)
- CSES-CESCP, FES/FCPyS. México, 25 al 27 de junio. MITCHELL, William (1977) Economic impact of maquila Industry in Juarez on El Paso, Texas. El Paso: William Mitchell Marketing.
- HOPKINS, Terrence and Immanuel Wallerstein (1986) "Commodity chains in the world economy prior to 1800", Review, 10(1): 105-122. HUALDE, Alfredo (1994) «Mercado de trabajo y formación de recursos humanos en la industria electrónica maquiladora de Tijuana y Ciudad Juárez: vinculación con las instituciones públicas de formación profesional», Educación y Trabajo, 5:X, marzo.
- HUALDE, Alfredo (1996) Las nuevas profesiones en la industria maquiladora y la articulación entre el sistema productivo y el sistema educativo. Ponencia presentada en el coloquio internacional "Aprendizaje tecnológico, innovación industrial y política industrial. Experiencias nacionales e internacionales", Universidad Autónoma Metropolitana, México, septiembre 24-27.
- HUMPHREY, John and Hubert Schmitz (1995) Principles for promoting clusters & networks of SMEs. Viena: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), Small, Medium Enterprises Programme (SMEP) (Discussion Paper, 1).
- IGLESIAS, Norma (1985) La flor más bella de la maquiladora. Historia de vida de la mujer obrera en Tijuana, B.C. México: Secretaría de Educación Pública y Centro de Estudios Fronterizos del Norte de México (Colección Frontera).
- INEGI (varios años) Estadística de la industria maquiladora de exportación. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría de Programación y Presupuesto.
- KENNEY, Martin and Do Wo Chei (1997) "Japanese and Korean investment in the maquiladoras: what role in global commodity chains?", Revista de Estudios Sociales, El Colegio de Sonora, Hermosillo (en prensa).
- KOIDO, Akihiro (1991) The color television industry: Japanese-U.S.competition and Mexico's maquiladoras. In: Manufacturing across borders and oceans. San Diego, La Jolla: Center for US-Mexican Studies, University of California (Monograph Series, 36), pp. 51-75.
- KOIDO, Akihiro (1992) U.S.-Japanese competition and auto component maquiladoras: the case of wiring harness sector in the State of Chihuahua. Ponencia presentada en "The XVII International Conference of Latin American Studies Association (LASA)", Los Angeles, septiembre 24-26.
- LASSO TISCAREÑO, Rigoberto (1992) Contexto de la educación superior en Ciudad Juárez. Ciudad Juárez: Unidad de Estudios Regionales, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (Cuadernos de Trabajo, 5).
- LIRA, I. (2005). "Desarrollo económico local y competitividad territorial en América Latina", Revista de la CEPAL, N° 85, pp. 81-100, Abril.
- MERTENS, Leonard y Laura Palomares (1988) El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología. El caso de la electrónica. In: Esthela Gutierrez (comp.) Reestructuración productiva y clase obrera. México: SXXI-UNAM (documento escrito inicialmente en 1986).
- MERTENS, Leonard y otros (1990) Taller de investigación. La reestructuración de la industria automotriz a nivel mundial en los años noventa. Documento básico para la discusión. Proyecto OIT/CTM «Modernización Productiva y Participación Sindical».
- MEYER-STAMER Y HARMESLIETDKE. (2005). "Como promover clusters", documento en línea disponible en http://www.mesopartner.com/pub lications/mp-wp8_cluster_s.pdf (Consulta Mayo, 23, 2007).
- MEYER-STAMER, J. (1998). "Path dependence in regional development: persistence and change in three industrial clusters in Santa Catarina, Brazil". In: World Development, Vol. 26, 1998, No. 8, pp. 1495-1511
- MORTIMORE, Michael (1995) «Transforming sitting ducks into flying geese: the example of the Mexican automobile industry», Desarrollo Productivo, 26, ECLAC, Santiago.
- NIETO, R. (2002). Contribuciones al análisis estadístico: coeficientes Cvp y Cvc. Ediciones de la Universidad de Los Andes-Mérida, Venezuela.