
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

FACTIBILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA Y SUSTENTABLE DEL PROCESO DE GASIFICACIÓN POR ARCO DE
PLASMA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES
(RESIDUOS A ENERGÍA).

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

ISAAC ROMO CUÉLLAR

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE 2012.

“Nada mejor que un día de reflexión para pensar en nuestra pequeña canica azul que tanto daño sufre con nuestra desidia e indiferencia.

No es suficiente saber, es imprescindible que forme parte de nuestro inconsciente colectivo extremar medidas prácticas para proteger nuestro planeta del daño que le provocamos en nuestro quehacer diario.

Supongamos que a nivel pequeño haya problemas de contaminación, lo que haríamos en este caso es mudarnos a otro lugar, pero si esto ocurre a nivel global, a donde nos mudaríamos?

*Este planeta es el único sitio que tenemos para habitar. Como afirmaría el científico Carl Sagan, el cual había afirmado que la humanidad se encaminará tarde o temprano hacia la colonización de otros mundos, que nuestro planeta no podría albergar a la humanidad en un futuro lejano”. **CARL SAGAN.***

*"Si aun no hemos podido proporcionar la felicidad a los hombres ¿Por qué desear tanto aumentar su número? **Voltaire.***

*La escala del universo y de la naturaleza de nuestro planeta se abrió para mí. Es una especie de experiencia religiosa. Hay algo magnífico y extraordinario el pensar que si no hacemos los humanos una eficiente disposición y manejo integral de los residuos sólidos estaremos condenados a autodestruirnos. **Isaac Romo***

*A veces creo que hay vida en otros planetas, y a veces creo que no. En cualquiera de los dos casos la conclusión es asombrosa. - **Carl Sagan***

*"La naturaleza hace que los hombres nos parezcamos unos a otros y nos juntemos; la educación hace que seamos diferentes y nos alejemos." **Confucio***

*"Nuestros antepasados observaron la complejidad y la belleza de la vida, y comprendieron que tenía que existir un gran creador." **Carl Sagan** (astrónomo y científico Norteamericano)*

*"La tierra es suficiente para todos pero no para la voracidad de los consumidores". **Isaac Romo***

*"Sólo hay 2 cosas infinitas: el universo y la estupidez humana, pero no estoy muy seguro de la primera; de la segunda puedes observar cómo nos destruimos solo por demostrar quién puede más". **(Albert Einstein)***

*"Durante centenares de miles de años, el hombre luchó para abrirse un lugar en la naturaleza. Por primera vez en la historia de nuestra especie, la situación se ha invertido y hoy es indispensable hacerle un lugar a la naturaleza en el mundo del hombre". **(Santiago Kovadloff)***

*"El mundo es un lugar peligroso, no por causa de los que hacen el mal, sino por aquellos que no hacen nada por evitarlo". **(Albert Einstein)***

“La problemática de los desechos sólidos radica en el pensamiento, en la mentalidad de cada persona que habita este mundo.

La clave para el control es la aplicación de los criterios de, reducir, reusar, y reciclar absolutamente todos los materiales, herramientas y productos de usos cotidiano y ordinario con el que se disminuirá notablemente la generación de residuos (basura).

Hemos creído durante muchos años que la forma de olvidarnos de los desechos es simplemente siéndoles indiferentes, pero no hemos tomado conciencia del daño que le estamos produciendo al planeta y a nosotros mismos.

Es por eso que propongo una filosofía acerca de la basura, (amor a la sabiduría) en otras palabras, si somos seres pensantes, racionales, debemos ser sabios con el tratamiento de los residuos, ya que estos nos producen enfermedades, a veces intangibles y cuando nos damos cuenta ya tenemos alguna enfermedad maligna producto de la contaminación que nosotros mismos realizamos producto de un mal manejo de los residuos sólidos.

Es por eso que propongo un tratamiento de los residuos sólidos basado en la conciencia e inteligencia de nosotros; seres pensantes, emocionales, y en evolución, basándonos en la nueva tecnología y la revolución de nuestro pensamiento, el cual creara ese cambio de paradigma, de desechos a energía.

*Si vamos a consumir y desechar sin conciencia; extrayendo, explotando y destruyendo nuestro planeta, ¿ya estamos convencidos que tenemos que mudarnos en este milenio de planeta? ” **Isaac Romo.***

DEDICATORIA

A mis Padres, quien me han dado la vida, por ser los creadores de mi ser, por darme una educación. Les agradezco de corazón por su entrega total a nuestra familia, por ser unos padres ejemplo; como siempre les he dicho, ustedes son extraordinarios por tenernos a nosotros sus siete hijos.

A mis hermanas y hermano por estar siempre ahí, en las buenas y en las malas, por brindarme todo el apoyo en esta carrera de la vida. Los admiro y los quiero.

A mis grandes maestros, amigos y a los PROFESORES.

Ing. Roberto Bañuelos. Gracias por compartir tus experiencias, por la entrega total en la Empresa, por el apoyo incondicional en las buenas y las malas, por ser una persona extraordinaria en el trabajo y en la vida. Gracias por tus consejos, experiencias, conocimiento, te agradezco de corazón.

Ing. Rogelio Salinas Ocegüera. Gracias por todo el apoyo y la confianza en este proceso de estudios. Gracias por tus consejos y experiencia compartida en campo.

Agradecimientos

Les agradezco por su apoyo en la recopilación de información valiosa para mi investigación, por sus consejos, experiencias, conocimientos, les estoy enormemente agradecido.

Ing. Francisco Carlos Matienzo

Ing. Javier Jiménez

Dr. Juan Pablo Solís

Ing. Kevin Luna

Ing. Roberto Bañuelos Ruedas

Ing. Rogelio Salinas Ocegüera

INDICE

Capítulo I INTRODUCCIÓN

1.1	Problemática de los residuos sólidos.	2
1.2	Objetivos y Alcances Generales.	4
1.3	Metodología de la Investigación.	5
1.4	Justificación de la investigación	6

Capítulo II ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

2.1	Historia	7
2.2	Crecimiento Poblacional	9
2.2.1	Perjuicios al medio ambiente	9
2.3	Impacto ambiental y socioeconómico de los residuos sólidos urbanos	11
2.4	Problemática Intangible	13
2.4.1	Salud	
2.4.2	Factores que influyen en la salud	
2.4.3	Contaminación y Medio Ambiente.	
2.5	Protocolo de Kyoto	16
2.6	Consumismo en la generación de Residuos. (El origen del problema)	17
2.6.1	Origen y antropología del consumo.	
2.6.2	Posturas hacia el Consumismo.	
2.6.3	Acciones o Elementos que incentiva el Consumismo y sus efectos.	
2.6.4	¿Cuánto Consumo es Suficiente?	
2.6.5	Consumo responsable y las Caras de la Sociedad de Consumo.	
2.7	Filosofía de la Basura.	26
2.7.1	El pensamiento histórico ecológico	
2.7.2	Mente Humana "Consumismo".	
2.7.3	Conclusiones.	

Capítulo III MEXICO. EL GRAN RETO. RESIDUOS A ENERGIA

3.1	Introducción	36
3.2	Historia Residuos en México	40
3.3	Generación de Residuos Sólidos Municipales	41
3.4	Marco Legal	43
3.5	Rellenos Sanitarios, desaparición inminente	51
3.6	Simeprode (Sistema Integral para el manejo ecológico y Procesamiento de desechos)	52

Capítulo IV FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL GASIFICACION POR PLASMA

4.1	Antecedentes Históricos	53
4.1.1	El Futuro de la Residuos Sólidos (Potencial de Energía)	
4.2	Plasma	55
4.3	Gasificación por plasma	57
4.3.1	Ventajas	60
4.3.2	Syngas (Gas de síntesis)	61
4.3.3	Incineración vs. Plasma.	62
4.3.4	Procedimientos de conversión de residuos a energía	67
4.3.5	Desempeño Ambiental	69
4.4	Compañías emprendedoras.	71

Capitulo V FACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1	Aspectos Económicos y Financieros de los Residuos Sólidos en México.	74
5.2	Viabilidad económica.	75
5.3	Comparación económica de los diferentes procesos Térmicos	78
5.3.1	Desempeño térmico y eficiencia de tecnologías	78
5.4	Evaluación económica Preliminar (Caso de Estudio Plasco Energy Group).	82
5.5	Conversión a energía (Estudio económico)	85
5.6	Factibilidad económica (Residuos a energía)	90
5.7	Otros parámetros de Económicos	95
5.8	Financiamiento	96

**Capítulo VI CASO PRÁCTICO PLANTA DE GASIFICACION POR ARCO DE PLASMA PARA 700 TON/DIA
EN ACAPULCO Y REGIÓN COSTA CHICA, GUERRERO. 103**

6.1	Identificación del área de influencia	104
6.2	Diagnostico de la situación actual	105
6.3	Generación de Residuos Sólidos Municipales	106
6.4	Recolección de los Residuos Sólidos Municipales	107
6.5	Identificación de Tiraderos Clandestinos	108
6.6	Evaluación económica preliminar para la planta de gasificación	109
6.7	Evaluación económica/financiera del proyecto de inversión	111

Capítulo VII OPORTUNIDADES Y RETOS

7.1	De Basura a Energía (El Futuro)	115
7.2	Oportunidades y retos	116
7.3	Resultados	117
7.4	Conclusiones	119

ANEXO A 121

REFERENCIAS

FIGURAS, TABLAS Y FOTOS

ANEXO B

Resumen

El objetivo de la tesis es determinar la factibilidad técnica, económica y sustentable del proceso de gasificación por arco plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales. En este trabajo de investigación analizaremos el sistema de gasificación por arco de plasma mediante el esquema sustentable de recuperación de energía a partir de residuos sólidos municipales convertidos a energía

Este trabajo corresponde a una investigación y análisis del sistema de tratamiento de residuos sólidos municipales por medio de gasificación por plasma.

Plantaremos su factibilidad técnica, económica y sustentable sobre los diferentes esquemas de tratamiento térmico y sobre el método tradicional de relleno sanitario.

Capítulo I Introducción

1.1 Problemática de los residuos sólidos

Desde que la vida surgió en el planeta Tierra, se desarrollaron procesos biológicos cíclicos o cerrados, tendentes a reaprovechar todos los materiales que componen a los seres vivos, por lo que puede decirse que los desechos generados por ellos son de vida efímera, puesto que prácticamente todos son sometidos a fenómenos de metabolización, de degradación física, química o biológica; que los desagregan y transforman en insumos reutilizados nuevamente por otros organismos iguales o distintos a los que los generaron.

De manera que tanto en los suelos como en los cuerpos de agua superficiales, la multitud de organismos diferentes que los habitan tienen capacidad de metabolizar la materia orgánica ahí depositada para volver a usar sus componentes. Sin embargo, el balance o equilibrio alcanzado en los ecosistemas a través de los procesos antes señalados, también es susceptible de romperse.

Afortunadamente existen alternativas, que permiten a largo plazo acabar con la crisis de los residuos. Estas soluciones se basan en la puesta en marcha de estrategias de prevención en la formación de residuos, reutilización y reciclaje. En la actualidad existe una tendencia cada vez mayor en la búsqueda de “soluciones rápidas”, a corto plazo, que hacen proliferar los proyectos de construcción de nuevas plantas de procesamiento térmico. Estas plantas se presentan como la solución perfecta que reduce a una décima parte el volumen de residuos inicial, y además permiten disminuir la cantidad de residuos que se depositan en los rellenos.

Sin embargo este tipo de procesos al ser nuevos han generado controversias, aunque los adelantos tecnológicos a permitido demostrar que las nuevas tecnologías como la gasificación por arco de plasma, tiene un sistema el cual es muy costoso pero no contamina como las plantas tradicionales de incineración.

La incineración es una solución controvertida. Las emisiones de sustancias tóxicas a la atmósfera y la producción de cenizas y otros residuos, generan impactos potenciales en el ambiente y la salud que la hacen poco recomendable; no hay que olvidar además la poca rentabilidad económica que tienen estas plantas. El gobierno de Filipinas ha considerado los problemas que plantea este tipo de tratamiento para los residuos, y tras la fuerte oposición pública que surgió en el país en contra de esta práctica, la “ley del Aire Limpio” de Filipinas de 1999, prohibió la incineración de residuos urbanos, hospitalarios, tóxicos y peligrosos, promoviendo otro tipo de gestión de residuos basado en la reducción, la reutilización y el reciclaje. En Europa el panorama es diferente, y algunos gobiernos están permitiendo la construcción de aún más incineradores.

La protección eficaz del ambiente requiere de la prevención de la contaminación a través de la conjugación de materiales, procesos o prácticas que minimizan los desechos. El manejo de desechos y su separación involucra las actividades relacionadas con su manejo desde que se producen hasta que se colocan en el almacenamiento de contenedores para la recogida. El manejo también incluye el movimiento de contenedores con carga hasta el punto de recogida. La separación de los componentes de los desechos es un paso importante en el manejo y almacenamiento de éstos en la fuente. Los desechos sólidos, como materia residual de las transformaciones productivas realizadas por el ingenio humano, se nos presentan hoy como un reto en cuanto a su disminución y disposición final.

A pesar de que los desechos sólidos siempre se han generado en el mundo, el problema tiende a empeorarse debido al desmedido aumento de la producción y el consumo de bienes y servicios. Por tanto, la gestión de éstos mediante su reducción, reciclaje, reúso, reprocesamiento, transformación y vertido debe convertirse en una prioridad para nuestra sociedad. (Cortinas, 2001).

1.2 Objetivos y Alcances Generales

El presente estudio tiene por objeto la investigación de uno de los procesos de tratamiento de los residuos sólidos urbanos más actuales, más innovadores y más controvertidos en la actualidad: la gasificación por arco de plasma, añadiéndole la recuperación energética a partir de los residuos sólidos municipales.

La elección del tratamiento de gasificación por plasma se debe a su interesante proceso desde el punto de vista técnico, ya que además de la eliminación de residuos, obtenemos de ellos energía, con lo que solucionamos dos graves problemas de la sociedad actual. Así, una parte de la energía eléctrica que pudiera generarse en la planta de tratamiento sería utilizada para el propio abastecimiento de la misma y el resto se cedería a la red eléctrica con los ingresos que ello supondría.

Por lo que se llevará a cabo una investigación del sistema de tratamiento de residuos sólidos municipales por medio de gasificación por plasma.

Se planteará su factibilidad técnica, económica y sustentable sobre los diferentes esquemas de tratamiento térmico y sobre el método tradicional relleno sanitario. Por lo que se efectuarán las investigaciones, análisis, conclusiones y recomendaciones enfocadas a determinar la factibilidad técnica, económica y sustentable del proceso de gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales.

Por otro lado, trataremos un caso de aplicación práctico (capítulo 6) de una planta de tratamiento de residuos sólidos por medio de gasificación por arco de plasma en la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero, México.

1.3 Metodología de la Investigación

El alcance de la investigación a realizar será de carácter exploratorio, en la cual investigaremos un problema poco estudiado el cual es el caso del tratamiento de los residuos sólidos municipales por medio de la tecnología de la gasificación por arco de plasma. Este tema se verá desde el punto de vista sustentable, en otras palabras innovador, ya que hoy en nuestros días, la tendencia de la Ingeniería es la creación de proyectos con tecnologías que permitan la recuperación de energías limpias y renovables.

La metodología de mi investigación se pretende sea un parte aguas para nuevas investigaciones en el ramo del tratamiento de los residuos sólidos en México por medio de la gasificación por arco de plasma. Esta Investigación sirve para familiarizarnos con tecnologías venideras o poco conocidas. Este Estudio determinará una tendencia para el futuro en esta rama de la Ingeniería Civil y Ambiental, identificaremos áreas de oportunidad, ambientes, nuevos contextos y situaciones de estudio.

La metodología a seguir para la investigación de este tema, se hará primeramente recabando la información bibliográfica de fuentes veraces, y de artículos arbitrados sobre las nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos municipales en el mundo y en México.

En el desarrollo de esta investigación, analizamos las causas y las consecuencias acerca de los efectos de la generación de basura y como afecta en los seres humanos y medio ambiente

Para ello se recurre a información bibliográfica existente al respecto, posteriormente al procesamiento de la información obtenida y por último al análisis de los datos que permitieron determinar las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

Se planteará un caso práctico en el cual se ha recabado información en los municipios de la región de Costa Chica y Acapulco, y se realizara un esquema practico para la instalación de una planta de gasificación por arco de plasma con capacidad de 700 ton/día, en la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero, México.

1.4 Justificación de la investigación:

La justificación para elaborar la tesis está basada en la importancia de las energías renovables, el tratamiento de residuos sólidos municipales con recuperación de energía limpia; ya que es un problema latente, principalmente en México.

La trascendencia de esta Tesis es presentar la información completa de los beneficios que se tendrán a futuro con la construcción de plantas de gasificación por arco de plasma, que además del tratamiento de residuos sólidos, este tipo de nuevas tecnologías procesan la basura para generar energía y que este proceso se convierte en renovable.

Esta tesis se pretende sea un parte aguas para seguir investigando e implementando estas tecnologías, como ya están operando hoy en día en los países en donde ya existe una conciencia y acción basada en la sustentabilidad, y se puedan implementar en un futuro muy cercano en los países en vías de desarrollo.

Capítulo II ANTECEDENTES Y CONCEPTOS BÁSICOS

2.1 Historia

Durante siglos, el hombre transportó, progresivamente de una manera más organizada, las basuras hacia las áreas distantes de las ciudades. Lentamente, el hombre se dio cuenta de la importancia de su recogida, transporte y disposición. En 1906, en los Estados Unidos, Parsons escribió un libro con el título: "La Disposición de los Residuos Municipales", tratando el tema de las basuras desde el punto de vista de la ingeniería por primera vez.

Los problemas con ratas, quemas indiscriminadas, etc., fueron la razón del cambio radical en la manera de disponer las basuras a principios del siglo XX. En 1904, la ciudad de Champlain (Illinois), comenzó por enterrar a diario sus basuras. Rápidamente, otras ciudades como Columbus, Ohio (1906) y Davenport, Iowa (1916) adoptaron este sistema. Pero es en el año 1930, cuando el término relleno sanitario se usa por primera vez en la ciudad de Fresno (California): significó la cubierta diaria de los residuos y la supresión de su quema.

La incineración, que no hay que confundir con la cremación o quema de residuos, tiene su origen en Europa, con más de cien años de existencia; su historia empezó con la instalación del primer "destructor" de residuos municipales en la ciudad inglesa de Nottingham en 1874. En EE.UU. la primera instalación se realizó en "Governor's Island" en Nueva York, y en 1921 ya había más de 200 unidades instaladas.

Los hornos de incineración para residuos de origen industrial derivan de los hornos para los residuos municipales. Los primeros hornos rotativos fueron instalados en Alemania. En EE.UU. no fue hasta el año 1948, en las instalaciones de Dow Chemical Company en Midland (Michigan) (Dempsey y Oppelt 1993).

El compostaje se basa en el proceso de fermentación aeróbica, aplicable únicamente a la fracción biodegradable de la basura. Los primeros estudios de aplicación de este proceso a los residuos municipales se iniciaron en Estados Unidos a principios de los años veinte. Las primeras plantas se instalaron, tanto en Europa como en Estados Unidos en los años cuarenta. Hoy día, constituye una tecnología conocida, desarrollada y en proceso de renovación y expansión.

La digestión anaerobia (biometanización), también aplicable únicamente a la fracción biodegradable de la basura, uno de los procesos de tratamiento de desarrollo más reciente, es una de las tecnologías que ha recibido mayor atención en los últimos veinticinco años, siendo en Estados Unidos donde se iniciaron las investigaciones en el campo de la biometanización de los residuos municipales sin selección previa. En Europa, el interés en la aplicación de esta tecnología apareció más

tarde, al principio de los años 80. Fue durante esta época cuando surgieron las primeras patentes y las primeras plantas de demostración, y es ya en los años 90, cuando surgen plantas de dimensión industrial.

Los Problemas de los Residuos Sólidos

Se ha calculado que nacen tres seres humanos por segundo a nivel mundial, doscientos sesenta mil por día, noventa y cinco millones por año. Actualmente la población mundial asciende a 7.000 millones de almas. Se estima que para el año 2100, podría aumentar a 14.000 millones. Cada persona produce entre 800 gramos a 2 kilos de basura por día, si esto lo multiplicamos por 7.000, la cifra es realmente astronómica.

Debemos contar con una tecnología que permita el tratamiento de tanta basura y que la misma sea democrática, es decir, que esté al alcance de todos. No olvidemos que sólo el 2% del agua del planeta es potable

Si el hombre no usa los adelantos tecnológicos para encontrar soluciones definitivas a los problemas de la superpoblación, las guerras y la energía, no tendrá otra alternativa que buscar otros planetas para perpetuar la especie puesto que la tierra tarde o temprano ya no será habitable.

Pero el problema simplemente se traslada, es decir, adonde vaya el hombre, llevará su afán destructivo, la historia nos enseña que tendemos a repetir nuestros errores sin aprender de ellos.

No nos queda otra alternativa que cambiar de paradigma, de seres que actuamos como parásitos que depredan al huésped destruyéndolo y muriendo en el proceso, a seres simbióticos con el medio ambiente

Por otro lado esta época se caracteriza por la *falta de rigor científico en el esquema mental* de la mayoría de las personas, inclusive en gente universitaria, quienes salen de la casa de estudios con un arsenal de técnicas para aplicarlas en el quehacer profesional pero con un déficit en el criterio para elaborar juicios acerca de la realidad.

2.2 Crecimiento Poblacional

La superpoblación es una condición en que la densidad de la población se amplía a un límite que provoca un empeoramiento del entorno, una disminución en la calidad de vida o un desplome de la población. Generalmente este término se refiere a la relación entre la población humana y el medio ambiente. También puede aplicarse a cualquier otra especie que alcance niveles críticos en su número de individuos.

Cifras de Crecimiento Poblacional Mundial

<i>Año</i>	<i>Cantidad de Personas</i>
1800	978,000,000
1900	1,650,000,000
1950	2,518,000,000
2011	7,000,000,000
2050	10,000,000,000
2100	14,000,000,000

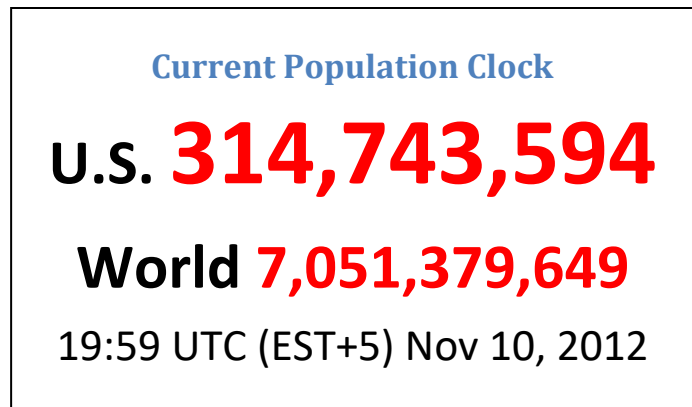


Tabla 1.1 Población histórica mundial. Contador de Población Mundial, United States Census Bureau. (Perez,MacInnes 2009).

2.2.1 Perjuicios al Medio Ambiente

La superpoblación perjudica al medio ambiente

La naturaleza produce y renueva muchos de los elementos necesarios para la vida. Los mantiene estables, y en cantidades necesarias e imprescindibles, a través de un largo ciclo. Los microorganismos del suelo convierten los restos de seres vivos en sustancias que utilizan las plantas. Gases importantes, como el dióxido de carbono y el oxígeno, son consumidos y renovados constantemente. Lo mismo sucede con el agua. Pero estos recursos renovables hoy se encuentran en peligro por la presión que ejerce la humanidad sobre el planeta.

Ríos y lagos se usan como depósitos de basura. Todavía existen fábricas que no cuentan con la tecnología necesaria para evitar la contaminación ambiental. Arrojan sus desechos industriales a los ríos más próximos, y de esa manera envenenan a muchos animales. Más habitantes. Más medios de transporte. Más dióxido de carbono que se acumula en la atmósfera. El resultado es un aumento peligroso de la temperatura terrestre.

En los países subdesarrollados, muchas personas que viven en el campo se trasladan a las ciudades en busca de trabajo, al no encontrar actividad alguna terminan marginándose en villas de emergencia. La superpoblación hace que se produzca una grave explosión de las tierras y los mares. La pesca excesiva para cubrir la demanda de alimentos de determinadas poblaciones pone en peligro una gran cantidad de especies. No sólo el agua dulce sufre los efectos de la contaminación; también el mar se ve perjudicado. Un ejemplo son las mareas negras, producto del petróleo derramado.

La agricultura contribuye también a la contaminación. Hoy en día se utilizan insecticidas que combaten las plagas del campo, pero que al mismo tiempo son un arma de doble filo. A menudo matan a otros animales, a los cuales se desea preservar, e inclusive intoxican a las personas. Los cultivos que no se renuevan pueden agotar los nutrientes del suelo y volverlo estéril.

Las tierras que no están sembradas son erosionadas por las lluvias y el viento y se convierten en áreas desérticas. La naturaleza produce y renueva muchos de los elementos necesarios para la vida. Los mantiene estables, y en cantidades necesarias e imprescindibles, a través de un largo ciclo. Los microorganismos del suelo convierten los restos de seres vivos en sustancias que utilizan las plantas. Gases importantes, como el dióxido de carbono y el oxígeno, son consumidos y renovados constantemente. Lo mismo sucede con el agua. Pero estos recursos renovables hoy se encuentran en peligro por la presión que ejerce la humanidad sobre el planeta.

2.3 Impacto ambiental y socioeconómico de los residuos sólidos urbanos.

Durante un largo periodo el único tratamiento que se dispuso a los residuos urbanos fue su recogida y posterior traslado a determinados puntos más o menos alejados de los núcleos habitados donde se depositaban para que la mera acción de los organismos vivos y los elementos favoreciesen su desaparición. Mientras en su composición predominaron las materias orgánicas y los materiales de origen natural (cerámica, tejidos naturales, vidrio, etc), y las cantidades vertidas se mantuvieron en niveles pequeños, no supusieron mayor problema. Además la propia estructura económica y los hábitos sociales favorecían la existencia de formas de vida que se basaban en el aprovechamiento de los pocos residuos que la sociedad generaba, por ejemplo los traperos.

Posteriormente el desarrollo económico, la industrialización y la implantación de modelos económicos que basan el crecimiento en el aumento sostenido del consumo, han supuesto una variación muy significativa en la composición de los residuos y de las cantidades en que son producidos. Se han incorporado materiales nuevos como los plásticos, de origen sintético, han aumentado su proporción otros como los metales, los derivados de la celulosa o el vidrio, que antes se reutilizaban abundantemente y que ahora se desechan con gran profusión.

A esto hay que añadir la aparición en la basura de otros de gran potencial contaminante, como pilas, aceites minerales, lámparas fluorescentes, medicinas caducadas, etc. Ha surgido así una nueva problemática medioambiental derivada de su vertido incontrolado que es causa de graves afecciones ambientales:

- Contaminación de suelos.
- Contaminación de acuíferos por lixiviados.
- Contaminación de las aguas superficiales.
- Emisión de gases de efecto invernadero fruto de la combustión incontrolada de los materiales allí vertidos.
- Ocupación incontrolada del territorio generando la destrucción del paisaje y de los espacios naturales.
- Creación de focos infecciosos. Proliferación de plagas de roedores e insectos.
- Producción de malos olores.

A estas consideraciones tenemos que añadir que la actividad económica humana se basa en la explotación de los recursos naturales, definiéndose éstos como aquellos bienes de la naturaleza potencialmente útiles para el hombre.

Los bienes de la naturaleza se clasifican en:

- Recursos renovables. Como la energía solar, el viento, el mar
- Recursos no renovables. Existen en cantidades fijas y sólo tienen oportunidad de renovarse en procesos geológicos o físico-químicos que tienen lugar en periodos que abarcan millones de años. Por ejemplo, los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) y los minerales metálicos y no metálicos.
- Recursos potencialmente renovables. Exigen no sobrepasar el rendimiento de los mismos, ya que de otro modo se produce la degradación medioambiental en ocasiones irreversible. Entre ellos se encuentra el aire, el agua, el suelo, las especies animales, vegetales, etc.

Pues bien, en nuestros días el modelo de explotación insostenible de los recursos naturales que caracterizó a las primeras etapas del desarrollo industrial ha empezado a entrar en crisis. Problemas como el agujero en la capa de ozono, el calentamiento global, la destrucción de los bosques primarios, la desaparición de la biodiversidad o el agotamiento de los caladeros por la sobrepesca evidencian una crisis de dimensiones planetarias.

Se empiezan a atisbar los primeros síntomas claros de agotamiento en los ecosistemas y las consecuencias de todo tipo que de ello se derivarán para la humanidad.

En respuesta a esta situación está surgiendo un nuevo concepto: el desarrollo sostenible, nacido de la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo de Río de 1992. Éste se caracterizó entonces al proclamarse que "el derecho al desarrollo debe cumplir de forma equitativa con las necesidades de desarrollo y de carácter medioambiental de las generaciones presentes y futuras".

En definitiva se pretende que se satisfagan las necesidades humanas actuales de acuerdo a una estrategia que respetando los recursos, disminuyendo la degradación ambiental y evitando la contaminación, no hipoteque el futuro de las próximas generaciones.

Este cambio de paradigma ha influido en la gestión de los residuos, que han pasado de la consideración de basuras indeseadas a la de fuente de materias primas que nuestra sociedad no puede permitirse el lujo de desaprovechar. Paralelamente empieza a calar la idea de que la correcta gestión y aprovechamiento de los residuos constituye un nuevo yacimiento de empleo y una oportunidad nada desdeñable para el desarrollo económico.

2.4 Problemática Intangible

2.4.1 Salud

La contaminación y el mal manejo de residuos sólidos municipales traen como consecuencia una serie de problemas que son intangibles a simple vista, como son los problemas a la salud por la quema e incineración incontrolada, la cual se maneja en los países menos desarrollados.

La salud es el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad o dolencia, según la definición presentada por la Organización Mundial de la Salud en su constitución aprobada en 1948. Este concepto se amplía a: "Salud es el estado de adaptación de un individuo al medio en donde se encuentra."

2.4.2 Factores que influyen en la salud

Según el reporte de LaLonde, del año 1974 realizado en Canadá, sugiere que existen cuatro determinantes generales que influyen en la salud, a los cuales llamó:

- Biología humana
- Ambiente
- Forma de vida
- Organización del cuidado de la salud

De esta manera, la salud es mantenida por la ciencia y la práctica de medicina, pero también por esfuerzo propio. Ejercicio, una dieta saludable, manejar el estrés, el dejar de fumar y de abusar de otras sustancias nocivas entre otras medidas son pasos para mejorar la salud de alguien. Por otra parte, el estilo de vida es el conjunto de comportamientos o aptitudes que desarrollan las personas, es decir, pueden ser saludables o nocivas para la salud y además podemos encontrar que es la causa de las enfermedades dentro del factor huésped.

2.4.3 Contaminación y Medio Ambiente

Basura

La basura es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. La basura es un gran problema de todos los días y un drama terrible para las grandes ciudades que ya no saben qué hacer con tantos desperdicios que son fuente de malos olores, de infecciones y enfermedades, de contaminación ambiental y de alimañas, además de constituir un problema de recolección y almacenamiento que cuesta mucho dinero.

En los últimos años, la reutilización y procesamiento de la basura a nivel casero, se ha ido organizando de tal manera que llegará el día en que los desperdicios sean fuente de riqueza para las comunidades que los generan.

Los costos ambientales

Los residuos atraen roedores e insectos que albergan parásitos gastrointestinales, fiebre amarilla, gusanos, la peste y otras enfermedades para los seres humanos. La exposición a residuos peligrosos, en particular, cuando se queman, pueden causar otras enfermedades, incluyendo diversos tipos de cáncer. Los residuos pueden contaminar las aguas superficiales, aguas subterráneas, el suelo y el aire que causa más problemas para los seres humanos, otras especies y los ecosistemas. El tratamiento y eliminación de residuos produce significativas de gases de invernadero (GEI), principalmente metano, que contribuyen significativamente a cambio climático global.

Los costos sociales

La gestión de residuos es un importante problema ambiental. Muchas de las cargas ambientales antes citada son más a menudo a cargo de los grupos marginados, como las minorías raciales, mujeres y residentes de las naciones en desarrollo. NIMBY (no en mi patio trasero-) es un término popular que describe la oposición de los residentes de una propuesta de un nuevo desarrollo cerca de ellos. Sin embargo, la necesidad de expansión y la ubicación de plantas de tratamiento y de eliminación de residuos está aumentando en todo el mundo. En la actualidad existe un mercado creciente en el movimiento transfronterizo de residuos, y aunque la mayoría de los flujos de residuos se da en los países desarrollados, una cantidad importante de residuos se desplaza de los países desarrollados a los países en vías de desarrollo.

Los costos económicos

Los costos económicos de la gestión de los residuos son elevados, y son a menudo pagados por los gobiernos municipales. Dichos costos a menudo se pueden optimizar y reducir, creando rutas de recolección más eficiente, modificando el diseño de los vehículos e incluso su tránsito, y con la

educación pública. Las políticas ambientales, también son vitales para reducir el costo de la gestión y reducir las cantidades de residuos. La valorización de residuos (es decir, el reciclaje, la reutilización, entre otras) evita la extracción de materias primas y, a menudo reduce los costos de transporte. La ubicación de tratamiento de residuos y las instalaciones de eliminación a menudo tiene un impacto en la propiedad de los valores debido al ruido, polvo, la contaminación, la fealdad, y el estigma negativo. El sector informal de recolección de residuos consta en su mayor parte de los recolectores de residuos que limpian los metales, vidrio, plástico, textiles y otros materiales y del comercio para obtener una ganancia, llamados popularmente "pepenadores". Este sector puede alterar significativamente o reducir el desperdicio en un sistema en particular, pero otros efectos económicos negativos vienen con la enfermedad, la pobreza, la explotación y el abuso de sus trabajadores.

Impacto del Crecimiento Poblacional y un mal manejo de los Residuos Sólidos.

Contaminación por basura: las grandes acumulaciones de residuos y de basura son un problema cada día mayor, se origina por las grandes aglomeraciones de población en las ciudades industrializadas o que están en proceso de urbanización. La basura es acumulada mayormente en vertederos, pero muchas veces es arrastrada por el viento o ríos y se dispersa por la superficie de la tierra y algunas veces llega hasta el océano.

La contaminación es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden, daño o malestar en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo.

El contaminante puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, una forma de energía, o una sustancia natural. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se genera como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental.

La contaminación puede ser clasificada según el tipo de fuente de donde proviene. O por el tipo de contaminante que emite o medio que contamina, por ejemplo contaminación atmosférica, hídrica, del suelo, genética, radioactiva, electromagnética, térmica, etc.

Existen muchos agentes contaminantes, como sustancias químicas (entre ellas plaguicidas, cianuro, herbicidas, metales pesados, dioxinas, etc), residuos urbanos, petróleo y sus derivados, radiaciones ionizantes. Todos estos producen muchas enfermedades y daños a la naturaleza. Además existen muchos contaminantes gaseosos que son generadores de las lluvias ácidas, el agujero en la capa de ozono y el calentamiento global.

Además hay muchas formas de combatir la contaminación, y legislaciones internacionales que regulan las emisiones contaminantes. Un ejemplo conocido es el Protocolo de Kioto.

2.5 Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la CMNUCC, y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. Por ejemplo, si las emisiones de estos gases en el año 1990 alcanzaban el 100%, para el año 2012 deberán de haberse reducido como mínimo al 95%. Es preciso señalar que esto no significa que cada país deba reducir sus emisiones de gases regulados en un 5% como mínimo, sino que este es un porcentaje a nivel global y, por el contrario, cada país obligado por Kioto tiene sus propios porcentajes de emisión que debe disminuir.

El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo. EE. UU. mayor emisor de gases de invernadero mundial no ha ratificado el protocolo.

El instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El protocolo vino a dar fuerza vinculante a lo que en ese entonces no pudo hacer la CMNUCC.

2.6 Consumismo en la generación de Residuos

“Nada mejor que un día de reflexión para pensar en nuestra pequeña canica azul que tanto daño sufre con nuestra desidia e indiferencia.

No es suficiente saber, es imprescindible que forme parte de nuestro inconsciente colectivo extremar medidas prácticas para proteger nuestro planeta del daño que le provocamos en nuestro quehacer diario.

Supongamos que a nivel pequeño haya problemas de contaminación, lo que haríamos en este caso es mudarnos a otro lugar, pero si esto ocurre a nivel global, a donde nos mudaríamos?

Este planeta es el único sitio que tenemos para habitar. Como afirmaría el científico Carl Sagan, el cual había afirmado que la humanidad se encaminará tarde o temprano hacia la colonización de otros mundos, que nuestro planeta no podría albergar a la humanidad en un futuro lejano”. CARL SAGAN.

Es innegable que el hombre está directamente relacionado con la naturaleza porque forma parte de ella y que hechos concretos como el cambio climático hace que nos paremos a pensar y se nos cree una conciencia más sostenible con la naturaleza, que es, a fin de cuentas de quien vivimos y de donde procedemos. El ser humano ha rebasado por mucho el impacto generado en la misma naturaleza por procesos y actividades relacionadas directamente por la actividad de las sociedades al de los fenómenos naturales y la evolución misma de nuestro planeta.

En lo particular puedo sostener la tesis de que en nuestra sociedad el Consumismo y en gran parte la Filosofía de la sociedad son los factores claves en la Generación de Millones de Residuos que impactan directamente en el deterioro ambiental de nuestro planeta. Es por ello la importancia de definir el concepto de Consumismo y Filosofía actual de nuestra sociedad.

El consumismo puede referirse tanto a la acumulación, compra o consumo de bienes y servicios considerados no esenciales, como al sistema político y económico que promueve la adquisición competitiva de riqueza como signo de status y prestigio dentro de un grupo social. El consumo a gran escala en la sociedad contemporánea compromete seriamente los recursos naturales y el equilibrio ecológico. El consumismo, entendido como adquisición o compra desaforada, idealiza sus efectos y consecuencias asociando su práctica con la obtención de la satisfacción personal e incluso de la felicidad personal.

El consumismo en la sociedad actual, esta tan arraigado que suele ignorarse que es el resultado de procesos conscientemente planificados en aras del mero lucro empresarial. Hoy domina la mente y

los corazones de millones de personas, sustituyendo a la religión, a la familia y a la política. El consumo compulsivo de bienes es la causa principal.

El cambio tecnológico nos permite producir más de lo que demandamos y ofertar más de lo que necesitamos. Hoy en día es necesario un nuevo mecanismo para controlar esta situación que cada día nos azota a cada uno de nosotros y la sociedad en general.

En este caso, se enfoca el fenómeno del consumismo en la sociedad actual, como uno de los factores más importantes en la generación de Residuos Sólidos que es el tema que nos ocupa en la presente tesis. Por lo que abordaremos conceptos tales como: ¿que es el consumo?, su origen, los factores que influyen en la compra, las causas/consecuencias que acarrearán y cuales son las posturas hacia el consumismo.

2.6.1 Origen y antropología del consumo.

El consumismo inicia su desarrollo y crecimiento a lo largo del Siglo XX como consecuencia directa de la lógica interna del capitalismo y la aparición de la mercadotecnia o publicidad. Inició principalmente en el denominado mundo occidental extendiéndose después a prácticamente todo el planeta y principalmente en los países desarrollados, haciéndose popular el término creado por la antropología social sociedad de consumo, referido al consumo masivo de productos y servicios. Su origen lo puedo señalar en Estados Unidos por la década de los 20's del siglo pasado donde se encontró en el marketing (mercadotecnia y publicidad) la herramienta para incrementar, dirigir y controlar el consumo en la sociedad.

Con la evolución de las primitivas sociedades igualitarias (comunistas) a sociedades de clases diferenciadas (capitalistas) y el paso del intercambio y la reciprocidad a la acumulación de riqueza que alcanza su apogeo en la sociedad actual. Por lo tanto: Tras la aparición del capitalismo en Norteamérica y la Europa Occidental, ahora extendiéndose en el mundo entero, la adquisición competitiva de riqueza se convirtió una vez más en el criterio fundamental para alcanzar el status de gran hombre. Sólo que en este caso los grandes hombres intentan arrebatarse la riqueza unos a otros, y le otorga mayor prestigio y poder al individuo que logra acumular y sostener la mayor fortuna.

Durante los primeros años del capitalismo, se confirió el mayor prestigio a los que eran más ricos pero vivían más frugalmente. Más adelante, cuando sus fortunas se hicieron más seguras, la clase alta capitalista recurrió al consumo y despilfarro conspicuos en gran escala para impresionar a sus rivales. Construían grandes mansiones, se vestían con elegancia exclusiva, se adornaban con joyas enormes y hablaban con desprecio de las masas empobrecidas.

Entretanto, las clases media y baja continuaban asignando el mayor prestigio a los que trabajaban más, gastaban menos y se oponían con sobriedad a cualquier forma de consumo y despilfarro conspicuos.

Pero como el crecimiento de la capacidad industrial comenzaba a saturar el mercado de los consumidores, había que desarraigar a las clases media y baja de sus hábitos vulgares. La publicidad y los medios de comunicación de masas aunaron sus fuerzas para inducir a la clase media y baja a dejar de ahorrar y a comprar, consumir, despilfarrar o gastar cantidades de bienes y servicios cada vez mayores. De ahí que los buscadores de status de la clase media confirieran el prestigio más alto al consumidor más importante y más conspicuo.

- Diversos factores inducen a una persona a comprar un producto, éstos se clasifican en:
- Culturales, determinadas por el entorno sociocultural del consumidor.
- Estatus, determinadas por el nivel socioeconómico; el consumo crece por lo general, en la medida que se eleva el nivel socioeconómico.
- Afectivos, determinados por el grado de aceptación o rechazo social o grupal por poseer o no un bien.
- Necesidad, determinados por la necesidad real de un producto para la vida convencional.
- Masificación, a medida que un producto es poseído por la mayoría de las personas se eleva la presión para que los que aún no lo tienen lo compren.

De los anteriores factores, los que influyen el consumismo son principalmente los factores de estatus, afectivos y de masificación. Paradójicamente son estos los que han inducido a un mayor aprovechamiento de recursos; a la generación de residuos y por ende mayores desechos al término de su vida útil en los productos de cada vez menor calidad y durabilidad.

2.6.2 Posturas hacia el Consumismo.

a) Posturas críticas.

Anti consumismo. Para mucha gente, el uso de esta palabra tiene necesariamente una carga política, ya que, casi siempre, el que utiliza las palabras consumismo y consumo excesivo lo hace para criticar lo que considera consumo innecesario en otras personas.

Una manera distinta de interpretar la palabra "consumismo" es considerarla como la organización de la economía de una sociedad que, aunque tal como está ahora, funciona a satisfacción tanto de consumidores como de productores, se puede decir que en su conjunto despilfarra ciertos recursos. Un ejemplo no trivial podría ser el uso de los envases y las bolsas de plástico, que contaminan los ríos y reservas de agua dulce y ensucian las ciudades y regiones suburbanas. El método moderno es más cómodo e higiénico para los consumidores e incrementa los ingresos de los comerciantes, pero desde el punto de vista del funcionamiento de la economía en su conjunto también desperdicia una serie de recursos que antes se aprovechaban mejor.

b) Posturas defensivas.

Algunos argumentan que los gastos jamás son innecesarios en la opinión del que hace el gasto, pues si, digamos, una persona considera que comprar un coche por diez mil dólares es innecesario porque existe otro de cinco mil que ya cubre sus necesidades, entonces comprará el de cinco mil. Si compra el de diez mil es sólo porque cubre más necesidades que el de cinco mil.

Como ya se mencionó es innegable que el hombre está cada día más relacionado con la naturaleza y que hechos concretos como el cambio climático hace que nos paremos a pensar y se nos cree una conciencia un poco más sostenible con la naturaleza, que es, a fin de cuentas de quien vivimos y de donde procedemos. Por tal motivo se han introducido conceptos como Sustentabilidad o Diseño Ecológico o 'eco diseño' se entiende por esto la incorporación sistemática de aspectos medioambientales en el diseño de productos con objeto de reducir su eventual impacto negativo en el medio ambiente a lo largo de todo su ciclo de vida.

Entramos ahora en una fase, afortunadamente, en la que el reciclaje es sumamente importante para todos. Los supermercados ya se están poniendo manos a la obra con el uso de las bolsas ecológicas, pues las de polietileno tardan más de doscientos años en biodegradarse y cuando lo hacen se convierten en pequeñas partículas tóxicas que afectan de manera directa a la naturaleza.

2.6.3 Acciones que incentiva el Consumismo y sus efectos

Acciones del Consumismo

- La publicidad, que en algunas ocasiones consigue convencer al público de que un gasto es necesario cuando antes se consideraba un lujo.
- La baja calidad de algunos productos, que conllevan un período de vida relativamente bajo, los cuales son atractivos por su bajo costo, pero a largo plazo salen más caros y son más dañinos para el medio ambiente.
- Algunas patologías como obesidad o depresión que nos hacen creer más fácilmente en la publicidad engañosa, creyendo con esto que podemos resolver nuestro problema consumiendo indiscriminadamente alimentos, bebidas, artículos milagrosos u otro tipo de productos.
- El desecho inadecuado de objetos que pueden ser reutilizados o reciclados, ya sea por nosotros o por otros.

La cultura y la presión social causan una falta de identidad de cada una de las personas, al no conocer sus necesidades esenciales y por no estar claro en relación a las necesidades de los más cercanos a cada uno; factores influyentes como la imitación de personajes de televisión u otros estereotipos, que generan un ídolo que se sigue.- Dichos ídolos inducen a una falta de identidad a consumir ciertos productos innecesarios. Su consecuencia es la generación de necesidades infinitas que no pueden suplirse, conduciendo a la infelicidad.

Efectos del Consumismo.

Global: El consumismo es dañino para el equilibrio ecológico en su totalidad ya que actualmente existen muchos problemas relacionados con el excesivo consumo de recursos naturales que se hace a nivel mundial así como el que los procesos de producción en su gran mayoría generan contaminación.

Regional: La preferencia de productos innecesarios o fácilmente sustituibles de una población que son producidos en otra región ayuda a desequilibrar la balanza comercial entre las regiones.

Social: Frecuentemente se ayuda a la mala distribución de la riqueza, ya que los consumidores son por lo general de un nivel socioeconómico inferior que los dueños de las compañías generadoras de los productos objetos de consumismo.

Familiar: Al caer en el consumismo aumentamos nuestros gastos de forma innecesaria comprando cosas que pudiéramos evitar o reducir como productos cuya publicidad promete milagros, productos de vida útil baja o productos sustitutos de otros naturales.

Personal: Diversas opciones consumistas son menos saludables que las que no lo son. Por ejemplo, hacerse un zumo de naranja en casa en lugar de comprar uno empaquetado que además de contener conservadores, viene con envases que acaban en la basura inorgánica.

2.6.4 ¿Cuánto Consumo es Suficiente?

Por supuesto que la pregunta obligada será: ¿Cuánto Consumo es Suficiente?

El consumo, a partir de cierto umbral no da la felicidad. El consumidor trabaja demasiadas horas para pagar el consumo compulsivo, y el poco ocio lo pasa en el automóvil o delante del televisor (más 240 minutos diarios de promedio en las sociedades actuales). Cada vez se ve más atrapado en una espiral de consumo, endeudamiento para consumir y trabajar para pagar un endeudamiento mayor. El consumo se hace a costa de hipotecar el futuro como el Buen Fin en México.

Las manifestaciones de la crisis social y medioambiental en todo el planeta es cada vez más visibles: todos los días encontramos ejemplos a nuestro alrededor o en los medios de comunicación del injusto reparto de la riqueza y el consiguiente aumento de la pobreza o de los efectos que el actual desarrollo insostenible tiene para la naturaleza. Serían innumerables los ejemplos, desde los fenómenos migratorios, hasta la deforestación o desertización, pasando por la explotación laboral (sobre todo de mujeres y niños) o el efecto invernadero.

Vivimos en una sociedad que favorece el consumismo, nos hemos convertido en la generación de usar y tirar. La publicidad nos bombardea con anuncios cuyo objetivo no es nuestro bienestar, sino hacernos engranajes de un sistema que reduce a las personas al papel de meros consumidores sumisos. Este modelo económico de producción y consumo tiende cada vez más a su agotamiento. Es impensable hacer frente a los problemas ecológicos y sociales que nos afectan sin detener la complicada maquinaria y estructuras que los producen: el neoliberalismo.

Con nuestra forma de consumir podemos influir en la marcha de la economía y del mundo de una forma directa. Un consumo consciente y responsable, orientado al fomento de actividades satisfactorias para la naturaleza y las personas es una gran contribución y un decisivo instrumento de presión frente al mercado.

2.6.5 Consumo responsable y las Caras de la Sociedad de Consumo.

El Consumo Responsable deberá ser una forma de vida en esta y en las futuras generaciones si realmente deseamos obtener beneficios tangibles. Éste deberá ser:

1. *Un Consumo Ético*, en el que se introduzcan valores como una variante importante a la hora de consumir o de optar por un producto. Hacemos especial énfasis en la austeridad como un valor en relación con la reducción para un consumo ecológico, pero también frente al crecimiento económico desenfrenado y al consumismo como forma de alcanzar el bienestar y la felicidad.
2. *Un Consumo Ecológico*, que incluye, por este orden, las famosas "erres" del movimiento ecologista: Reducir, Reutilizar y Reciclar, pero en el que también se incluyen elementos tan imprescindibles como la agricultura y ganadería ecológicas, la opción por la producción artesanal, etc.
3. *Un Consumo Social o Solidario*, en el que entraría también el Comercio Justo, es decir, el consumo en lo que se refiere a las relaciones sociales y condiciones laborales en las que se ha elaborado un producto o producido un servicio. Se trata de pagar lo justo por el trabajo realizado, tanto a gentes de otros países como a las más cercanas, en nuestro ámbito local; se trata de eliminar la discriminación, ya sea a causa del color de la piel o por diferente origen, o por razón de género o religión; se trata de potenciar alternativas sociales y de integración y de procurar un nuevo orden económico internacional.

Sin duda por la culpa de la sociedad de consumo el mundo se ha dividido en grandes grupos, Esto ocasiona el problema en el cual mientras unos pocos cada vez son más ricos, otros se mueren en la más absoluta miseria. Por lo que me atrevo a distinguir los siguientes tipos de sociedades:

a) Sociedad de Opulencia y Miseria.

"La población del planeta pasa hambre" Si nos fijamos en los datos a nivel mundial, mientras un 20% de la población vive con total comodidad un 80% busca en la basura de la sociedad algo para poder sobrevivir un día más. Y según la democracia que tanto defendemos la mayoría, dicta las normas, por lo que analizando la realidad se sobre entiende que vivimos en un mundo de hipocresías.

b) Sociedad de Consumo y Ecología

El planeta sufre a causa del consumo desbordado. Hemos llegado casi al límite de los recursos del globo, la tala de los bosques, la contaminación, etc... Son claros síntomas de que el sistema de consumo sin un plan de reciclaje o autosuficiencia no puede ser sostenido, si no recapacitamos y rectificamos, es seguro que nosotros mismo nos pongamos en peligro de extinción.

c) Sociedad de Consumo y Felicidad

El consumo es el culpable de muchos trastornos de personalidad y como consecuencias graves enfermedades; Un acto que nace con la función de dar felicidad al ser humano, satisfacer nuestros deseos, se nos ha vuelto en contra, debemos rectificar sobre nuestros pasos.

En un afán por consumir en una manera inteligente y moderada presento los siguientes Criterios de consumo:

- La durabilidad
- Que su producción no dañe el medio ambiente
- Que no genere residuos contaminantes
- Que realmente lo necesite
- Que no pase de moda

2.7 Filosofía de la Basura.

“La problemática de los desechos sólidos radica en el pensamiento, en la mentalidad de cada persona que habita este mundo.

La clave para el control es la aplicación de los criterios de, reducir, reusar, y reciclar absolutamente todos los materiales, herramientas y productos de usos cotidiano y ordinario con el que se disminuirá notablemente la generación de residuos (basura).

Hemos creído durante muchos años que la forma de olvidarnos de los desechos es simplemente siéndoles indiferentes, pero no hemos tomado conciencia del daño que le estamos produciendo al planeta y a nosotros mismos.

Es por eso que propongo una filosofía acerca de la basura, (amor a la sabiduría) en otras palabras, si somos seres pensantes, racionales, debemos ser sabios con el tratamiento de los residuos, ya que estos nos producen enfermedades, a veces intangibles y cuando nos damos cuenta ya tenemos alguna enfermedad maligna producto de la contaminación que nosotros mismos realizamos producto de un mal manejo de los residuos sólidos.

Es por eso que propongo un tratamiento de los residuos sólidos basado en la conciencia e inteligencia de nosotros ; seres pensantes, emocionales, y en evolución, basándonos en la nueva tecnología y la revolución de nuestro pensamiento, el cual creara ese cambio de paradigma, de desechos a energía.

Si vamos a consumir y desechar sin conciencia; extrayendo, explotando y destruyendo nuestro planeta, ya estamos convencidos que tenemos que mudarnos en este milenio de planeta.” Isaac Romo.

2.7.1 El pensamiento histórico ecológico

La reflexión sobre la relación *humano-naturaleza* hace surgir las primeras corrientes de pensamiento ecológico inspiradas por la manera en que se hace uso incontrolado de la naturaleza y se explota como si los recursos fueran inagotables.

También contribuyen las observaciones de los hechos sociales tales como el crecimiento acelerado de la población y las cada vez más notorias diferencias entre ricos y pobres en aspectos como la calidad de vida, la alimentación y las posibilidades de acceder a los recursos básicos, y por otra parte, los descubrimientos tecnológicos que hicieron posible la explotación intensiva de los recursos naturales teniendo como finalidad el lucro.

Aunque tradicionalmente las ciencias económicas no se habían ocupado en forma explícita de la relación ser humano-naturaleza, ésta subyacía en el discurso, ya fuese en la interpretación o en el análisis del fenómeno económico en el que se reflejaba una ideología que respondía a las circunstancias de su tiempo.

En el siglo XVII, predominaba la visión organicista y religiosa del mundo, según la cual la sexualidad religiosa era el origen de la acción productiva de la naturaleza.

De la unión de la Tierra –madre- y el Cielo –padre- nacían los animales, las plantas y los minerales. Se creía que todas las cosas estaban dotadas de vida, incluso los minerales, que se suponía crecían de la matriz de la Tierra. Los seres humanos no podían alterar sustancialmente la creación de riqueza; sólo podían acelerarla emulando a la Tierra mediante el rito, y por ello el trabajo tenía un carácter litúrgico. Los fisiócratas se desprenden de este concepto religioso de lo económico, pero mantienen la idea organicista y la preocupación por la base físico-natural sobre la que se asientan, así como por los valores vitales.

Consideran que el ser humano es capaz de acrecentar y controlar a voluntad la producción mediante el trabajo, con la ayuda de la ciencia, que suplanta el papel activo atribuido anteriormente a las potencias religiosas. Para ellos, la naturaleza imponía sus límites al trabajo, y sólo el respeto a aquélla podía garantizar la reproducción ilimitada de la actividad económica.

“Los fisiócratas pensaban que las únicas actividades productivas, es decir, que acrecentaban la riqueza, eran aquellas que aumentaban la producción material, las que generaban un incremento neto de materia. Distingúan tres actividades productivas: agricultura, pesca y minería” (Bermejo 2001, 17).

Los fisiócratas concedían más importancia al valor de uso de las mercancías que al valor de cambio. Rechazaron el concepto mercantilista de riqueza, en el sentido de acumulación de metales preciosos y su conversión en armas y en poder militar, además, subrayaron la dependencia del ser humano con respecto a la naturaleza.

Hoy las posiciones fisiocráticas cobran actualidad y entroncan con los presupuestos de la economía ecológica, que concibe la gestión de los materiales y la energía en términos físicos. Algunas muestras son la contabilidad física de recursos, el concepto de espacio ambiental o los análisis energéticos de la agricultura.

Con Adam Smith se produce la ruptura con el universo fisiocrático y se sientan las bases del sistema económico imperante que se basa en el reduccionismo monetario. Este nuevo sistema pretende eliminar cualquier connotación ética y suprime toda relación con el medio físico. No distingue entre actividades productivas y destructivas de recursos. Sustituye toda actividad económica dirigida

conscientemente hacia la satisfacción de las necesidades vitales por la acción autónoma del mercado desregulado. Esto constituye el origen de los problemas ecológicos, así como la enorme desigualdad en la distribución de la riqueza.

En la actualidad es muy cuestionable el planteamiento de Adam Smith que defiende la función equilibrante de la mano invisible en el libre mercado, pues supone que las decisiones de uno no tienen consecuencias negativas para otros.

El resultado de esta manera de pensar y proceder origina la aparición de manifestaciones ambientales importantes y el rápido crecimiento del consumo de recursos crea preocupación sobre su agotamiento. La economía ya no puede seguir ignorando los límites naturales, pero en vez de cuestionarse su paradigma, segrega una rama, la economía del medio ambiente (EMA) que se encarga de internalizar en aquél la variable ecológica. Esta rama de la economía tiene sus raíces en el ambientalismo de 1960. Para Savary (2004) Su significado se basa en una sucesión de pasos lógicos, que son el asesorar la importancia y causas económicas del deterioro ambiental y diseñar incentivos económicos para atrasar, acabar e invertirlo.

“No considera sólo el flujo de dinero, sino que reconoce los cambios en el bienestar humano como efecto económico. Esta disciplina percibe la economía como un sistema abierto, es decir, para funcionar suministrando bienes y servicios o la riqueza, hay que extraer recursos de la naturaleza, traer estos mismos y entonces dispersar grandes cantidades de desechos en el medio ambiente” (Tracey 2004, 5)

En la discusión sobre el valor de cambio y valor de uso –primordial para los clásicos- se descubren elementos que revelan la concepción del medio ambiente y, en general, de la naturaleza en el pensamiento económico: si el valor de cambio se explica por la abundancia o escasez relativa de los bienes en la naturaleza, al ser abundantes e ilimitados, no tienen un valor de cambio; es decir, no tienen un precio, aún cuando se les reconoce su utilidad en la satisfacción de las necesidades humanas.

Al respecto, Juan Bautista Say señala en sus estudios sobre los principales problemas entre los fenómenos de la producción y la agricultura:

“La necesidad que se tiene de las cosas, depende de la naturaleza física y moral del hombre, del alma que habita, de las costumbres y de la legislación de la sociedad de que es parte. Tiene necesidades del cuerpo, necesidades del espíritu y del alma (...) de estas necesidades, unas son satisfechas por el uso que hacemos de ciertas cosas que la naturaleza nos suministra gratuitamente, tales como el aire, el agua, la luz del sol.

Podemos llamar a estas cosas riquezas naturales, porque la naturaleza sola hace la costa de ellas. Como se las da a todos nadie está obligado a adquirirlas al precio de un sacrificio cualquiera. No tienen pues valor cambiable”.

La corriente ortodoxa de Ricardo recoge este argumento señalando que según los principios corrientes de la oferta y la demanda, no habrá de pagarse renta alguna por el uso de la tierra, por la razón expuesta de que no se paga nada por el uso del agua o del aire o por cualquier otro don de la naturaleza que existe en cantidad ilimitada, es decir, son recursos inagotables y están a disposición de cualquiera.

Bautista Say (1821) otorga un papel relevante al territorio señalando que:

“... la tierra no es el único agente natural que tiene fuerzas productivas; pero es el único o casi el único, que un grupo de hombres toma para sí con exclusión de los demás y del cual, por consiguiente, se pueden apropiar los beneficios. El agua de los ríos y del mar, por el poder que tiene de mover las máquinas, de transportar los buques, de alimentar a los peces, tiene también fuerza productiva: el viento que mueve los molinos, y aun el calor del sol, trabajan para nosotros; pero, felizmente, nadie ha podido decir todavía: El viento y el Sol son míos, y los servicios que ellos rinden deben pagármelos”
Marx y Engels no conciben la historia del ser humano separada de la historia de la naturaleza, sino más bien como un proceso orgánico indisoluble en el cual no hay separación entre naturaleza y sociedad.

En La ideología alemana, Marx escribe:

“La historia puede ser considerada desde dos puntos de vista, dividiéndola en historia de la naturaleza e historia de los hombres. Sin embargo, no hay que dividir estos dos aspectos: mientras existan hombres, la historia de la naturaleza y la historia de los hombres se condicionan recíprocamente”.

A su vez, en El Capital señala que todas las relaciones están mediadas por cosas naturales y viceversa, es decir, se trata siempre de relaciones entre los hombres, entre sí y con la naturaleza. Por ello concibe el desarrollo no sólo en términos de un cambio social, sino en función de la relación sociedad-naturaleza en que el desarrollo del sustrato económico de la sociedad es visto y desarrollado como un proceso histórico natural.

Entre los escritos de Engels, en la Dialéctica de la Naturaleza (1863), se menciona que el manejo del sistema natural por los seres humanos es el adecuado con vistas a la satisfacción de las necesidades. Los seres humanos, diferenciados de las demás criaturas sobre la Tierra, cuentan con herramientas poderosas -mano y cabeza- con las que son capaces de aprender y gobernar las leyes de la naturaleza.

“Únicamente el hombre ha logrado imprimir su sello a la naturaleza, y no sólo llevando plantas y animales de un lugar a otro, sino modificando también el aspecto y el clima de su lugar de habitación y hasta las propias plantas y los animales hasta tal punto, que los resultados de su actividad sólo pueden desaparecer con la extinción general del globo terrestre. Y esto lo ha conseguido el hombre, ante todo y sobre todo, valiéndose de la mano. (...) Sin embargo, paralelamente a la mano fue desarrollándose, paso a paso, la cabeza; iba apareciendo la conciencia, primero de las condiciones necesarias para obtener ciertos resultados prácticos útiles; después, sobre la base de esto, nació entre los pueblos que se hallaban en una situación más ventajosa la comprensión de las leyes de la naturaleza que determinan dichos resultados útiles. Al mismo tiempo que se desarrollaba rápidamente el conocimiento de las leyes de la naturaleza, aumentaban los medios de acción recíproca sobre ella; la mano sola nunca hubiera logrado crear la máquina de vapor si, paralelamente, y en parte gracias a la mano, no se hubiera desarrollado correlativamente el cerebro del hombre” (Engels, 1863).

Marx complementa el discurso anterior señalando que la naturaleza se ha transformado en puro objeto para el hombre, dejando de ser reconocida como potencia para sí, y el conocimiento teórico mismo de sus leyes autónomas aparece solamente como una artimaña para someterla a las necesidades humanas, sea como objeto de consumo o como medio de producción.

Es en 1798 cuando Malthus advierte que el recurso tierra es finito. En este contexto la escasez del factor tierra se hace extensiva al resto de los recursos, en modo especial reflexiona sobre los alimentos que estima limitados frente a una población siempre creciente. En circunstancias donde la población crece en progresión geométrica o exponencial, la producción de los alimentos lo hace en progresión aritmética o lineal. De ahí entiende que si los recursos naturales son finitos es inevitable el advenimiento de una situación de crisis en la que los recursos alimenticios serán insuficientes. Define así el concepto de escasez y señala como el único remedio posible una reducción de la población.

A mediados del siglo XX, la mezcla de las corrientes ideológicas organicistas y fisiocráticas sobre el poder y defensa de la naturaleza, junto con las malthusianas del constante deterioro causado sobre los recursos naturales por motivos como el crecimiento poblacional y tecnológico-industrial, vuelven a materializarse en nuevas ideas que poco a poco van transformándose en movimientos sociales y políticos que se expanden no sólo en ideas, sino también en lugares. Los movimientos sociales comienzan en los países anglosajones y recorren después el resto de los países desarrollados para difundirse finalmente, siempre en transformación, en los países subdesarrollados. Durante este proceso se vio enriquecido con nuevas ideas y conceptos, pero también se fragmentó en diferentes corrientes, dando como resultado final una gran cantidad de movimientos que lo único que tienen en común es su preocupación por su objetivo final: las relaciones socioambientales. (Velázquez Patiño 2002).

2.6.2 Mente Humana “Consumismo”.

Actualmente nuestra sociedad se ha convertido en una Sociedad Consumista (Sociedad enferma) pues puedo efectuar una crítica a los valores inherentes a la sociedad capitalista: Cómo son usados por el poder para someter la voluntad de los ciudadanos, y como afectan negativamente a millones de ciudadanos en todo el mundo, que, por unos motivos u otros, no son capaces de dar lo que el sistema espera de ellos.

a) El consumismo perturba la mente

En estos días no es demasiado difícil encontrar argumentos para creer, de una u otra manera, que vivimos en una sociedad cada vez más enferma y deshumanizada. Debemos de dedicar unos minutos de nuestro tiempo a observar el mundo que nos rodea, los ejemplos para contrastar tal creencia fluyen a borbotones en todos los ámbitos de la vida. Pocos son ya los espacios de nuestra cotidianeidad donde no podamos detectar algún síntoma de la decadencia a la que irremediamente parece abocada nuestra civilización.

En nuestras propias vivencias en las relaciones familiares e interpersonales, en las noticias trágicas que a diario invaden nuestros medios de comunicación, en el discurrir rutinario por las calles de nuestros pueblos y ciudades, en todos sitios se vislumbran síntomas de una crisis que nos conduce hacia un futuro poco esperanzador. La pérdida de valores humanitarios, la inexistencia de un sentido de lo moral en el quehacer común solidario, es cada vez más una incipiente realidad que nos atropella a todos como un rodillo que no podemos esquivar y que, conducido por no se sabe bien quién o qué, pretende no dejar títere con cabeza.

La triste realidad de una vida cada vez más competitiva e individualista, de un mundo cada vez más alejado de utopías emancipadoras, y de una sociedad cada vez más vuelta sobre su propio egocentrismo, se impone sobre nuestras consciencias como un proyecto de vida del cual no podemos, no queremos, o no sabemos escapar.

b) El consumismo compulsivo.

El consumo compulsivo de bienes es la causa principal de la degradación ambiental. El desarrollo económico y político actual se caracteriza, más que por la victoria del capitalismo sobre el comunismo. El consumismo hoy domina la mente y los corazones de millones de personas, sustituyendo a la religión, a la familia y a la política. El consumo compulsivo de bienes es la causa principal de la degradación ambiental.

El cambio tecnológico nos permite producir más de lo que demandamos y ofertar más de lo que necesitamos. El consumo y el crecimiento económico sin fin es el paradigma de la nueva religión, donde el aumento del consumo es una forma de vida necesaria para mantener la actividad económica y el empleo. El consumo de bienes y servicios, por supuesto, es imprescindible para satisfacer las necesidades humanas, pero cuando se supera el límite de ingresos, se transforma en consumismo.

En el mundo la sociedad de consumo la integran 1,728 millones de personas, el 28% de la población mundial: 242 millones viven en Estados Unidos (el 84% de su población), 349 millones en Europa Occidental (el 89% de la población), 120 millones en Japón (95%), 240 millones en China (apenas el 19% de su población), 122 millones en India (12%), 61 millones en Rusia (43%), 58 millones en Brasil (33%) y sólo 34 millones en el África subsahariana (el 5% de la población). En total en los países industrializados viven 816 millones de consumidores (el 80% de la población) y 912 millones en los países en desarrollo (sólo el 17% de la población del Tercer mundo).

Mientras que poco más de 1,700 millones de consumidores gastan diariamente más de 20 euros, hay 2.800 millones de personas que tienen que vivir con menos de 2 euros diarios (lo mínimo para satisfacer las necesidades más básicas) y 1,200 millones de personas viven con menos de 1 euro diario en la extrema pobreza. Mientras el estadounidense medio consume cada año 331 kilos de papel, en India usan 4 kilos y en gran parte de África menos de 1 kilo. El 15% de la población de los países industrializados consume el 61% del aluminio, el 60% del plomo, el 59% del cobre y el 49% del acero. Cifras similares podrían repetirse para todo tipo de bienes y servicios.

Consumismo y pobreza conviven en un mundo desigual, en el que no hay voluntad política para frenar el consumismo de unos y elevar el nivel de vida de quienes más lo necesitan. La clase de los consumidores comparte un modo de vida y una cultura cada vez más uniforme, donde los grandes supermercados y centros comerciales son las nuevas catedrales de la modernidad.

Las importantes ganancias en eficiencia se ven rápidamente absorbidas por el aumento del consumo. Las viviendas son cada vez mayores y los automóviles cada vez más potentes.

c) ¿Por qué y para qué consumimos?.

El objetivo primordial, es la necesidad de supervivencia y en segundo plano el consumo por capricho o deseo de algo. Pero conviene hacernos las siguientes preguntas:

¿Necesitamos todo lo que consumimos? ¿Es lo mismo necesitar que desear?

No necesitamos todo lo que consumimos, sin embargo en la sociedad que nos encontramos y el estado de vida que vivimos, el acto de consumir algo por deseo pasa de ser un deseo a una necesidad,

tanto para relacionarnos con los demás como para pasar desapercibido. Necesitar se basa en lo mínimo que necesita una persona para sobrevivir; Y desear es un capricho de cada persona, una ilusión.

¿En las sociedades de consumo, se produce para atender las necesidades de las personas o las personas terminan necesitando todo lo que se produce?

En un principio supongo que lo esencial era abastecer a las personas productos o servicios de su necesidad, sin embargo el mercado por fuerza a tenido que ir mejorando e innovando para cada vez ofrecer a las personas algo nuevo. Porque las personas por naturaleza nos aburrimos con facilidad una vez que ya conocemos, o lo sabemos utilizar. Es simplemente el instinto de mejorar como ser humano aunque no siempre sea ese el buen camino.

*Si fueras multimillonario. ¿Qué harías con el dinero?
¿Piensas que serías más feliz que ahora? ¿Por qué?*

La mayoría de las personas lo emplearían en satisfacer sus necesidades y deseos, y los de su familia, quizás sería más feliz por tener una tranquilidad económica.

Por que el dinero no da la verdadera felicidad pero ayuda a conseguirla, ya que en el estado de sociedad en el que nos encontramos la supervivencia del individuo como persona tristemente depende y mucho de su estado económico.

2.6.3 Conclusiones

El consumismo en la sociedad actual es ¿un problema, una enfermedad o simplemente algo que está a la moda?

Actualmente todas las personas de la sociedad compran y compran; todo por una satisfacción personal y algunos que otros por necesidad. Es muy importante conocer mejor acerca de esta problemática que del consumismo pues cada día se vuelve más fuerte en la sociedad.

Existen varios factores que influyen e inducen a la compra y uno de ellos es el avance tecnológico y la publicidad. El avance tecnológico nos permite producir más de lo que demandamos y ofertar más de lo que necesitamos. Es necesario tomar conciencia y controlar esta situación, saber cuánto y que debemos comprar y no caer en la tentación de comprar sin necesidad de hacerlo pues es el primer paso para ser parte de los consumidores compulsivos.

Hoy es necesario un nuevo paradigma basado en la sostenibilidad, lo que supone satisfacer todas las necesidades básicas de todas las personas, y controlar el consumo antes de que éste nos

controle. Entre las medidas más inmediatas hay que eliminar las subvenciones que perjudican el medioambiente, millones de dólares anuales que incentivan el consumo de agua, energía, plaguicidas, pescado, productos forestales y el uso del automóvil, realizar una profunda reforma ecológica de la fiscalidad, introducir criterios ecológicos y sociales en todas las compras de bienes y servicios de las administraciones públicas, nuevas normas y leyes encaminadas a promover la durabilidad, la reparación y la "actualización" de los productos en lugar de la obsolescencia programada, programas de etiquetado y promoción del consumo justo. Y todo ello dentro de una estrategia de "desmaterialización" de la economía, encaminada a satisfacer las necesidades sin socavar los pilares de nuestra existencia.

Las consecuencias sociales y ambientales del consumismo están a la vista de quien las quiera ver. Crecientes desigualdades sociales, sobreexplotación de la naturaleza y generación insostenible de residuos. Desde nuestro lugar, tenemos la obligación ética y moral de convertirnos en consumidores responsables y fomentar un consumo responsable.

Consumo es una palabra que deriva del latín: *cosumere* y cuyo significado es gastar o destruir. Una vez que algo ha sido consumido, cualquiera sea el producto, entendiéndose por consumir el hecho de gastar o destruir para satisfacer necesidades o deseos, ese "algo" dejará de existir, al menos con sus características originales. Entonces, se convertirá parte en un residuo y parte en una necesidad satisfecha o, en el peor y más común de los casos, en un deseo cumplido.

Casi todos los procesos de destrucción ambiental comparten una misma causa: el consumo excesivo e irresponsable. En la sociedad de consumo en la que vivimos, todos y cada uno de nosotros jugamos un doble papel. Somos víctimas y victimarios. Recibimos cada minuto desde que abrimos nuestros ojos por la mañana, hasta que los cerramos por la noche, un constante bombardeo de la industria publicitaria que nos incita a consumir, que intenta generarnos nuevas adicciones, necesidades, deseos. Que prácticamente nos obliga a consumir productos y servicios cuya gran mayoría son para nosotros totalmente innecesarios.

Pero también permitimos que eso suceda, porque si bien hay casos en los que las opciones son bastante complicadas de conseguir, o son antieconómicas o de baja calidad, también son muchos los casos en los que mansamente, como corderos de un rebaño, nos "dejamos convencer" por el anuncio publicitario. El modelo industrial-consumista ha conducido a que las economías de los países más pobres dediquen gran parte de sus recursos, humanos y naturales, a la satisfacción del enorme consumo de las sociedades más industrializadas, incluso dejando de satisfacer las necesidades fundamentales de sus propias poblaciones.

La sociedad de consumo es a todas luces ambientalmente insostenible, ya ni siquiera puede sostenerse sobre la desigualdad entre norte y sur, que hizo duramente muchos años las veces de compensadora de la presión sobre los recursos naturales que ejerce el consumo excesivo de los países más ricos. Este consumo implica un aumento constante de la extracción de recursos naturales, que se

están agotando, y del consiguiente vertido de residuos que ha colmado ya hace años la capacidad de absorción del planeta.

Queda bien claro entonces por qué sería imposible que los países industrializados permitieran un aumento en la capacidad de consumo de los más pobres. Si la mayoría de la población mundial alcanzara un nivel de consumo similar al de los países industrializados, los recursos de primera necesidad se agotarían para todos, en poco tiempo. Las consecuencias sociales y ambientales del consumismo están a la vista de quien las quiera ver. Crecientes desigualdades sociales, sobreexplotación de la naturaleza y generación insostenible de residuos.

Desde nuestro lugar, tenemos la obligación ética y moral de convertirnos en consumidores responsables y fomentar un consumo responsable. Para ello debemos informarnos sobre los productos y servicios que consumimos y tomar conciencia del poder de cambiar las cosas que tenemos como consumidores.

Capítulo III MEXICO. RESIDUOS A ENERGIA, EL GRAN RETO.**3.1 Introducción**

El crecimiento de la población y el aumento en el consumo de bienes y servicios han generado un incremento en los volúmenes de residuos. La sensación ficticia de que mayor consumo eleva la calidad de vida está induciendo a las personas a comprar más productos de los que realmente necesita para vivir.

Paradójicamente el consumismo afecta negativamente la calidad de vida, debido a que se genera una fuerte degradación del ambiente por una sobreexplotación de los recursos naturales con los que se cuenta y se están generando productos que la naturaleza tarda en asimilar.

La creciente demanda de bienes y servicios ha originado también un incremento en la demanda de energía. La electricidad juega un papel muy importante en el desarrollo de las sociedades, a tal grado que se considera tan importante como el agua. Sin energía eléctrica, no se pueden tener satisfactores tales como telecomunicaciones, cuidado de la salud, procesos de conservación de alimento, transporte, calefacción, enfriamiento de ambientes, uso de electrodomésticos, equipos de cómputo, etc.

Las actividades relacionadas con la producción y aprovechamiento de la energía tienen mucho que ver con los problemas ambientales que hoy se tienen en nuestro país y en el mundo (Quintanilla y Fisher, 2003). Sin embargo, debe reconocerse también que la producción y el uso de energía están íntimamente relacionados con la calidad de vida de un pueblo, y éstas deben considerarse como elementos de especial importancia para el desarrollo de México. Para aliviar parte de la crisis energética y de la degradación ambiental, llega a ser imperativo el uso de tecnologías apropiadas para recuperar energía de fuentes no convencionales como los residuos orgánicos (Huang y Tang, 2007).

Los gobiernos de los países, como cualquier agente económico, enfrentan el problema de la escasez, ya que tienen múltiples necesidades, mientras que los recursos son limitados. De ahí la importancia de la asignación eficiente de los recursos públicos, para llevar a cabo dos de los principales objetivos de un buen gobierno: crecimiento económico y combate a la pobreza. Se ha observado con el paso de los años el problema de los residuos sólidos en nuestro país. Desde las comunidades que habitaron Palenque y otros sitios arqueológicos de México existe el gran misterio del porque se tuvieron que mudar o huir de estas comunidades arqueológicas hoy en día Palenque. Una de las razones es debido a los problemas higiénicos y de disposición final de los residuos sólidos y líquidos que tenían en estas comunidades.

Hoy en día en los países desarrollados esto no es un problema, ya que es algo natural el desecho de estos residuos pero con un tratamiento adecuado y proyectos de gran capacidad que alberguen esta basura, orina y excremento por lo cual en estos países se han desarrollado mediante la capacidad técnica económica el desarrollo de infraestructura normativa para la disposición adecuada de los residuos sólidos.

Uno de los factores básicos y claves en el éxito y desarrollo de este tipo de proyectos es la evaluación de esta en la cual se involucra el estudio de evaluación socioeconómica y financiera y el análisis costo beneficio para el respaldo de este tipo de obras.

Particularmente nuestro país México presenta una gran cantidad de elementos que van en deterioro del medio ambiente y de la salud de la población, en los que se han numerado muchos factores, como son el de educación, oportunidades de empleo, costumbres, religión, geográficos, etc. Es por eso que se ha encontrado en cada uno de los estados particularmente elementos factores comunes y únicos en los que se destacan la basura como elemento y su Manejo y Disposición como factores determinantes en el impacto ambiental y en la salud de los habitantes de los diferentes municipios.

Es por eso que nos enfocamos en este espacio exclusivamente al elemento basura y sus factores que los determinan como lo es el Manejo y su Disposición. Por lo que hacemos los siguientes señalamientos. La concentración poblacional en áreas urbanas y la modificación de los hábitos de consumo en la Región, es resultado de un proceso de comercialización en los diferentes municipios de México, considerándose estos factores determinantes en los incrementos de elementos que impactan el medio ambiente urbano y su periferia o área de influencia, como son los residuos sólidos urbanos (basura) incrementándose en su generación per cápita.

Aunque el crecimiento de la población que ha experimentado el país en las últimas décadas no ha sido significativa comparado con las principales países del mundo, el problema de Contaminación Ambiental y Daños en la Salud de la Población es latente; por el inadecuado Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) "Basura" y se presenta por la concentración de actividades económicas como el comercio y servicios. Esto, ha propiciado una fuerte demanda de los servicios públicos, rebasando la capacidad de las autoridades para la prestación de éstos con la cantidad y calidad que se requiere. Uno de los servicios que se ve seriamente afectado por el crecimiento urbano, es el Servicio de Aseo Urbano, el cual está integrado por la recolección, barrido, transferencia, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

La disposición final de los residuos sólidos es la última etapa del Sistema de Aseo Urbano y queremos entender que está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente, así como con la salud de la población, por lo que actualmente los municipios concentran sus esfuerzos en este sentido.

No obstante, que se tiene plena consciencia de la importancia que reviste el mantener una adecuada disposición final de los residuos sólidos. En la actualidad aún prevalece la práctica del "tiradero a cielo abierto" con tratamiento improvisado en un cañada a escasos metros de la mancha urbana. Tal práctica consiste en el depósito de residuos sólidos directamente en el suelo, provocando la contaminación del aire, agua y suelo, así como generando problemas de salud pública y marginación social, restringiéndose este último aspecto a los individuos dedicados a la "pepena" de subproductos con cierto valor intrínseco.

Actualmente los Tiraderos a cielo abierto se manejan en condiciones que no cumplen con la norma en ninguno de sus aspectos, ya que no se le da ningún tratamiento a la basura. Se encontraron tiraderos clandestinos en terrenos abiertos sin tratamiento alguno. Esto genera gran contaminación en los alrededores, produciendo malos olores, contaminación del subsuelo por los lixiviados, contaminación del ambiente por los gases que despiden al descomponerse y aun más importantes son los vectores relacionados con el impacto en la salud de los habitantes.

En prácticamente todas las carreteras, caminos y brechas cercano a los asentamientos se encuentran depositados en forma inapropiada una gran cantidad de residuos de todo tipo, inclusive de basura tirada por camiones recolectores que son propiedad del municipio y otros que se improvisan para poder retirar la basura de los lugares públicos. Mucha de esta basura que está tirada a cielo abierto en terrenos alledaños, es de origen doméstico y es la principal fuente generadora de basura por las características de la zona.

Con el proyecto se evitaría el progresivo deterioro ambiental que actualmente se tiene, al mismo tiempo que con la clausura de los tiraderos a cielo abierto existentes, se estarían tomando medidas para la mitigación y la restauración ambiental del área afectada por esta fuente de contaminación.

Son varias las normas y leyes que se tendrán que cumplir en materia de protección al ambiente, prevención y control de la contaminación, entre ellas se cuentan, la Norma Oficial Mexicana (NOM-083-SEMARNAT-2003), que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a relleno sanitario para la disposición final de los residuos sólidos municipales. (Bañuelos 2007).



Foto 1.0 Tiradero a Cielo Abierto en el Estado De Guerrero.

3.2 Historia Residuos en México

En México, la generación total de residuos sólidos urbanos (RSU) –constituidos principalmente por desechos originados en las viviendas, oficinas, jardines y comercios- llegó a 35 millones 405 mil toneladas en 2005 (INEGI, 2006), y para el año 2010 fueron 41 millones 062 mil toneladas (INEGI 2011).

Destacan los productos orgánicos con 50% de la generación total, siguiendo en importancia el cartón y el papel con 15%. Las estimaciones disponibles en México en torno a la generación de residuos peligrosos -residuos que por su toxicidad, representan un riesgo alto especialmente para la salud y el medio ambiente- provienen de las empresas que los reportan, pues de acuerdo a la normatividad, éstas deben notificar si los desperdicios que originan son peligrosos o no.

En 2000, 27 mil 280 empresas se manifestaron como generadoras de residuos peligrosos, reportando 3,705 846 toneladas.

En México sólo el 53% de los residuos sólidos (RS) generados se depositan en 51 rellenos sanitarios ubicados en ciudades medias y zonas metropolitanas, y muy poco en localidades pequeñas (Arvizu et al., 2005). El resto se deposita en vertederos no controlados y en muchos de estos sitios se practica la quema como una medida para controlar los volúmenes de RS. La contaminación atmosférica derivada de la combustión no controlada de los RS en estos tiraderos y del uso de incineradores sin sistemas de control de la contaminación, representa un serio riesgo para la salud por la presencia de plásticos y otros productos químicos de peligrosidad significativa (SEMARNAT, 2005).

Foto 1.1 Tiradero clandestino en la Región Costa Chica, Estado de Guerrero, México



3.3 Generación de Residuos Sólidos Municipales

Generación estimada de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo, 2000 a 2011 (Miles de toneladas)						
Tipo de residuo	2000	2002	2005	2007	2010	2011
Total generado	30,733.26	32,173.61	35,405.00	36,865.00	40,058.75	41,062.50
Papel, cartón, productos de papel	4,324.13	4,526.83	5,275.00	5,489.30	5,540.20	5,679.00
Textiles	457.92	479.39	530	552	572.8	587.19
Plásticos	1,346.11	1,409.20	2,161.80	2,223.00	4,362.40	4,471.71
Vidrios	1,813.25	1,898.24	2,262.00	2,341.00	2,355.50	2,414.50
Metales	891.26	933.03	1,186.10	1,298.00	1,377.90	1,412.50
Aluminio	491.728	514.77761 3	620	650	693	710.4
Ferrosos	247.40065	258.99748 7	336.1	410	434.2	445.1
<u>Otros no ferrosos a</u>	152.12835	159.25932 4	230	238	250.7	257
Basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares	16,104.09	16,858.97	17,968.00	18,576.00	20,998.80	21,524.90
(residuos finos, hules, pañal desechable, etc.)	5,796.24	6,067.94	6,022.00	6,385.70	4,851.20	4,972.70

Tabla 3.1 Generación estimada de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo, 2000 a 2011 en MÉXICO (Miles de toneladas) FUENTE: SEMARNAT

Nota:

A partir de los datos de 2010, la fuente considera los resultados definitivos del Censo General de población y Vivienda 2010. Con la publicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, lo que se conocía como residuos sólidos municipales, pasa a ser residuos sólidos urbanos.

Los cálculos de la generación para el año 2004 y 2005, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por la SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero incremento más allá de las tendencias que se venían observando del 2000 al 2003.

FUENTE: SEMARNAT. SNIARN. Base de datos estadísticos, Módulo de consulta temática, Dimensión ambiental

Generación mundial y E.U.A.

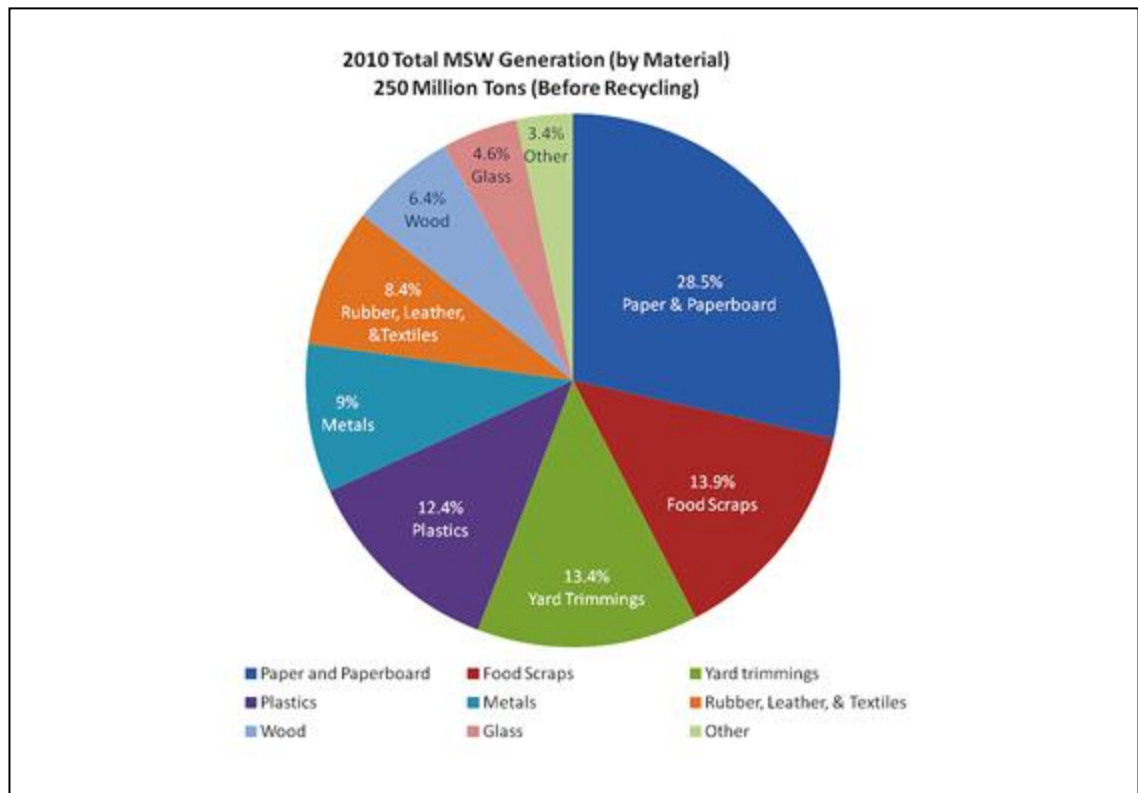


Figura 3.1 Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (por tipo de material) (Environmental Protection Agency EPA, 2010).

Países	Generación (millones ton/año)
1) EUA	236
2) China	190
3) Rusia	207.4
4) Japón	52.36
5) Alemania	48.84
6) Reino Unido	34.85
7) México	32.17
8) Francia	32.17
9) España	26.34

Tabla 3.2 Los Países que generan más basura en el mundo en millones (Ton/Año)(ONU 2010.)

3.4 Marco Legal

La problemática actual a la que se enfrenta México, y que ha quedado anteriormente descrita, debe de empezar a analizarse desde el plano legislativo, donde nos enfrentamos a dos problemas: por un lado el país debe asumir que las leyes han seguido emitiéndose sin derogar o corregir las anteriores, provocando duplicidad e incoherencia en cuanto a las capacidades y limitaciones entre los niveles de gobierno y las actividades referentes a la protección ambiental y reglamentos del servicio de limpieza pública, lo que ha traído como consecuencia que existan en algunos municipios dos autoridades diferentes: las responsables de los servicios de limpieza (Aseo Urbano), y las encargadas de proteger al ambiente. Esto, además de traer conflictos, crea carencia y división de recursos con consecuencias en el manejo inadecuado de los residuos y la degradación del ambiente.

A ello hay que unir la división de las responsabilidades, el problema de dispersión de autoridad se refleja en los datos existentes, que son en muchos casos escasos y poco fiables sobre la cantidad y tipo de residuos que son generados en cada localidad y por los distintos generadores.

Por otro lado, la legislación se enfrenta a la adopción de medidas ambientales internacionales de protección y manejo sostenible de los residuos, por lo que se ha tomado como patrón para su actualización las normas de los países industrializados, pero sin la adecuación a la situación económica, social y tecnológica a la que se enfrenta el país. Pero al mismo tiempo, no se ha considerado la posibilidad de promulgar normas sobre prácticas operativas como las desarrolladas en esto, otro problema de tipo operacional.

Entre otra de las deficiencias observadas para la gestión de los residuos, se hace necesario mencionar la relacionada con la obsolescencia de los equipos de recolección y transporte, así como los recursos para el mantenimiento de unidades y equipos de recolección, que son insuficientes para atender de manera satisfactoria las crecientes necesidades del país. En regiones de menor población y actividad económica, los equipos no sólo son obsoletos, sino que no existe la recolección de residuos municipales, lo que crea disposición ilegal, quema incontrolada y vertido en los cauces de los ríos y otros cuerpos de agua.

El marco legislativo sobre residuos, a pesar de ser extenso, presenta problemas de coordinación y ejecución entre los diversos niveles de gobierno e instituciones gubernamentales implicadas, lo que dificulta su operatividad y eficiencia.

- La baja capacidad técnica y administrativa de los organismos operadores del servicio.
- La poca o inexistente infraestructura, principalmente en almacenamiento, transferencia y disposición final.
- Insuficientes e inadecuados equipos de recolección y obsolescencia de muchos de ellos.
- Bajos niveles de recuperación, reciclaje y aprovechamiento de la basura debido a la falta de apoyo económico de las administraciones y la falta de tecnología adecuada para llevar a cabo estas actividades, razón por la cual casi en su totalidad los proyectos alguna vez iniciados han cesado sus operaciones.
- Falta de mecanismos de recuperación de los costos de inversión y operación del servicio, es decir, no se han considerado instrumentos económicos y de mercado como elementos clave para mejorar la situación económica relacionada con la producción y eliminación de los residuos.
- Hasta épocas actuales el tema del manejo de los residuos ha tenido baja
- prioridad para los municipios o delegaciones.
- La ausencia de educación y conciencia ecológica es escasa en el consumidor
- Poca y descoordinada participación de la industria debido a la inexistencia de reglas e instrumentos de fomento que generen certidumbre. (Vázquez 2006)

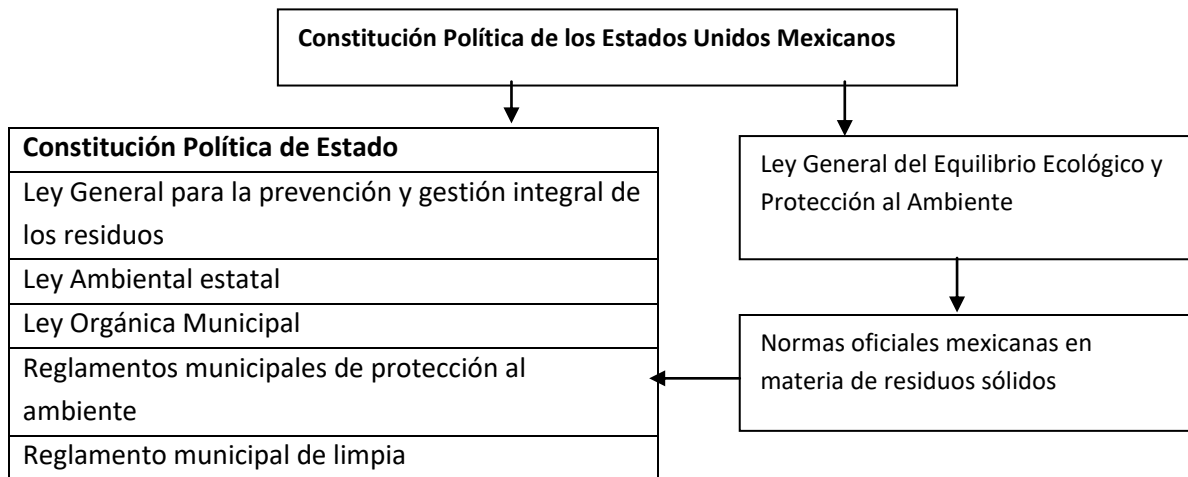


Tabla 3.3 Régimen Jurídico para la Gestión de Residuos Municipales en México

Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes:

a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales;
b) Alumbrado público.
c) Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos
d) Mercados y centrales de abasto.
e) Panteones.
f) Rastro.
g) Calles, parques y jardines y su equipamiento.

Tabla 3.4 Funciones y Servicios Municipales. Fuente: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 115.

Ordenamiento	Descripción
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Los servicios públicos deben ser prestados por los ayuntamientos
Ley General de Salud	Establece las disposiciones relacionadas al servicio público de limpia en donde se promueve y apoya el saneamiento básico, se establecen normas y medidas para la protección de la salud humana para aumentar su calidad de vida.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	Plantea que los sistemas de manejo y disposición de residuos quedan sujetos a autorización y legislación estatal o en su caso, municipal. La disposición final de los residuos no peligrosos deberá ser mediante rellenos sanitarios.
Normas oficiales mexicanas (función asumida por el INE)	Establecen los procedimientos aplicables al manejo y disposición de los residuos.
Constitución política Estatal	Hace referencia a las facultades que tienen los ayuntamientos para prestar el servicio de limpia pública.
Ley estatal de protección al ambiente	Establece disposiciones de observancia obligatoria para cada estado, teniendo como objetivo la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos no peligrosos.
Bando de Policía y Buen Gobierno	Plantea el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración pública municipal.
Ley orgánica municipal	Establecen las atribuciones de los ayuntamientos para nombrar las comisiones que atiendan los servicios públicos.
Reglamentos municipales de protección al ambiente o reglamento de ecología	El reglamento coordina las políticas ecológicas municipales en cuanto al establecimiento de los principios, normas y acciones que aseguren la conservación, protección, mejoramiento o restauración del ambiente en el municipio.
Reglamento de limpia	El reglamento regula específicamente los aspectos administrativos, técnicos, jurídicos y ambientales para la prestación del servicio de limpia pública.

Tabla 3.5 Marco Legal para la gestión de los residuos sólidos municipales. Fuente : SEMARNAT 2002

Aspectos Legales.

No existe un reglamento interno de la Dirección o Departamento de Servicios Públicos, tampoco hay un reglamento para el manejo del tiradero de basura de la Ciudad o poblaciones, ni existen acuerdos del cabildo u oficio o circulares del presidente con el fin de ordenar el sistema integral de limpia en el municipio.

El Artículo 115 constitucional, otorga la potestad al municipio para crear transformar y prestar servicios que este mismo les señala, así que se deberá observar lo lineamientos contemplados en las siguientes:

1. Constitución política del Estado Libre y Soberano de Guerrero
2. Ley Orgánica del Municipio Libre
3. Bando de Policía y Buen Gobierno
4. Así como todas aquellas Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas que tengan que ver con el manejo de los residuos sólidos como los señalados en:

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en sus Artículos 134, 135, 137, 138, 139 y 141; su Reglamento en Materia de Manejo y Disposición de Residuos; la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos; las Normas Oficiales Mexicanas en la Materia. La Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; el Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; Bando Municipal; Reglamento de Servicios de Limpia Municipal y Ordenamientos Municipales.

Marco Jurídico

Nivel Federal

En este ámbito, es en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el artículo 115, fracción III, la cual define al de limpia, como un servicio público municipal, de la misma manera señala que los municipios de un mismo estado, previo acuerdo entre sus ayuntamientos y con sujeción a la ley podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos que les corresponda.

LGEEPA

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial el día 28 de enero de 1988, y modificada por decreto publico en el mismo órgano de difusión el 13 de diciembre de 1996 fue precisamente esta ley la que al establecer el régimen de concurrencia en esta materia, llevó la cuestión ecológica al terreno municipal; es explícita en su artículo 137 al señalar que el servicio de limpia considera los residuos sólidos sujetos a regulación ambiental.

LGPGIRS

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (LGPGIRS), es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. En ella se establecen las bases para aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos. Además se establecen los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y los municipios.

Proyecto de reglamento de la LGPGIRS

El proyecto de reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos. Las Entidades Federativas y los Municipios deben aplicar el en lo que corresponde a las materias de competencia federal que cuyo control asuman conforme a lo previsto en la Ley.

Nivel Estatal

En este nivel se encuentra la Constitución Política del Estado, en la parte dedicada al municipio libre, estipula que las leyes orgánicas municipales determinarán los servicios públicos que serán competencia de la administración municipal, siendo éstos los mismos que establece la fracción III del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Parte importante para este estudio es la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Guerrero tiene como objeto:

- I Regular las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el Estado de Guerrero;
- II.- La competencia y concurrencia del Estado y los Municipios en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como la participación de estas órdenes de Gobierno con la Federación en esta materia;
- III.- La planeación y política ecológica y la regulación de los instrumentos para su aplicación;
- IV.- Normar el Sistema Estatal de áreas naturales protegidas;
- V.- El aprovechamiento racional de los elementos naturales, de manera que haga compatible la obtención de beneficios económicos y el desarrollo del Estado con el equilibrio de los ecosistemas;
- VI.- La protección al ambiente, mediante la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, del agua y del suelo, que sean de la competencia del Estado;
- VII.- La elaboración y expedición de normas técnicas ecológicas, en aquellas materias que sean de competencia exclusiva del Estado;
- VIII.- La coordinación y participación responsable de los sectores públicos, social y privado, en las materias que regula este ordenamiento, y

- IX.- El sistema de medidas de control, seguridad y sanciones a cargo del Estado y de los Municipios en las materias mencionadas en las fracciones anteriores.

Nivel Municipal

En este ámbito de gobierno a la fecha no cuenta en forma específica con instrumentos jurídicos que normen y regulen las acciones sobre residuos sólidos, no obstante, algunos Estados de la República han incorporado en sus leyes orgánicas municipales y en sus reglamentos de Bando de Policía y Buen Gobierno, atribuciones a los ayuntamientos para emprender acciones enfocadas a servicios públicos en materia de residuos sólidos.

Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Las normas mexicanas que se utilizan para el diagnóstico del manejo de residuos sólidos se enlistan a continuación y pueden ser consultadas en los anexos E.1, E.2, E.3 y E.4 respectivamente.

- Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Protección al Medio Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Muestreo - Método de Cuarteo.
- Norma Mexicana NMX-AA-19-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Peso Volumétrico "IN SITU".
- Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Selección y Cuantificación de Subproductos.
- Norma Mexicana NMX-AA-61-1985, Protección Al Ambiente-Contaminación Del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la Generación.

3.5 Rellenos Sanitarios, desaparición inminente

Los Rellenos Sanitarios en un futuro tenderán a desaparecer, ante el inminente cierre del tiradero de Bordo Poniente, expertos de la UNAM recomendaron desaparecer los rellenos sanitarios en México, no sólo por sus altos costos de construcción (al menos 400 millones de pesos) y mantenimiento, sino porque causan una permanente e irreversible pérdida de suelos.

Varios Investigadores del mundo y de México han destacado que los rellenos sanitarios se han declarado obsoletos en los países desarrollados, pese a lo cual en México hay 95, sólo 13 de los cuales cumplen parcialmente la norma ambiental.

Esos depósitos requieren además del uso de tecnologías y de ubicarse en sitios adecuados, porque de lo contrario causan grave contaminación de aguas subterráneas. Debido al deterioro que provocan al ambiente y a sus repercusiones en la salud, los especialistas sugieren un manejo integral de los residuos, crear conciencia ciudadana para que reduzcan sus desechos y transformar la basura.

En México el peligro es latente y más porque no se practica el reciclaje. En el DF de las 12 mil toneladas diarias de residuos sólidos urbanos que se generan, sólo se reciclan 6 por ciento (750 toneladas), cantidad equivalente a los desechos que produce una sola delegación. La baja tasa de reciclado provoca que los desechos vayan directamente al Bordo Poniente, al cual quedan sólo dos años de vida útil. (Centro Interdisciplinario de Investigaciones sobre Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto Politécnico Nacional IPN).

En mil 500 kilómetros cuadrados de superficie que tiene la capital hay 13 estaciones de transferencia, tres plantas de selección y un relleno sanitario, pero lo grave es que México no tiene confinamientos de residuos peligrosos, pese a que en el Distrito Federal cada persona genera 1.4 kilogramos de desechos al día, mientras en 1950 la cifra era de 0.37 kilogramos. (Elizabeth Velasco C. y Gabriel León Z.)

3.6 Simeprode

Sistema Integral para el manejo ecológico y Procesamiento de desechos

En México, concretamente en la ciudad de Monterrey, se comienza en 1987 con la cooperación de Banco Mundial, La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SDHCP), un programa piloto para la captura y uso del gas metano resultado de la descomposición de los desechos orgánicos; con el propósito de demostrar la viabilidad tecnológica, económica, financiera, institucional y social de aprovechar el biogás generado en sitios de disposición final de RSU.

Actualmente se conoce este proyecto como el Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE), desarrollando actividades en todo el estado concernientes al manejo, clasificación y disposición final de RSU. El sistema procesa 5 mil toneladas de desechos en los 12 rellenos regionales, abasteciendo de energía eléctrica al alumbrado público de la zona metropolitana y al metro de la ciudad, con la generación de 12 MG de energía eléctrica, la cual es transformada en una planta generadora de energía de biogás mediante la recuperación de los gases ricos en gas metano y convertidos en energía limpia.

En Simeprode se recuperan de 4 mil a 5 mil toneladas al mes de material reciclable (Aluminio, Vidrio, Cartón/papel y plástico) en la planta clasificadora la cual se inauguro en el 2000. También en el sistema de SIMEPRODE se trituran de 60 a 70 toneladas diarias de llantas usadas, evitando su incineración. (Salinas, 2008).

El inicio de de Simeprode fue en el año de 1990, y está diseñado para 35 años de vida útil, pero debido al aumento del consumo, aumento de la población y falta de reciclaje se estima que para el 2018 se cierre este Relleno Sanitario el cual está proyectado para 2025.

Capítulo IV FACTIBILIDAD TÉCNICA Y AMBIENTAL GASIFICACION POR ARCO DE PLASMA

4.1 Antecedentes Históricos

Estudios de Arqueología han demostrado que la Residuos- desechos- Basura han sido generadas desde 6,500 A.C por Nativos Americanos que vivieron en Colorado. El primer Tiradero Municipal controlado en el mundo de occidente fue en Atenas Grecia alrededor del año 500 A.C. En 1388 el parlamento Ingles prohibió la disposición de residuos en zanjas y corrientes de agua públicas. El reciclaje es mencionado en 1690 cuando una Fábrica de papel en Filadelfia, fabricaba papel de fibras de residuos de papel. En Nottingham, Inglaterra alrededor de 1874, una nueva tecnología conocida como “El destructor” fue utilizada para manejar la basura; este sistema la quemaba e incineraba. El primer incinerador de basura fue construido en Governor’s island Nueva York, E.U.A. alrededor de 1885.

Los Rellenos Sanitarios empezaron a ser populares en 1920. En 1965 el gobierno federal de los Estados Unidos promulgó la primera ley Federal de manejo de residuos sólidos. Con el inicio de la revolución industrial, el manejo de los residuos llego a ser un problema crítico. La población se incremento y la migración de la gente a pueblos industriales de áreas rurales resultó en consecuencia en un incremento de los residuos industriales y domésticos generando amenazas contra la salud y problemas ambientales contra la calidad del agua, contaminación ambiental y problemas de toxicidad en las tierras.

La población ha incrementado y seguirá incrementándose y la gente sigue dejando las áreas rurales para irse a vivir a las ciudades, la cantidad de residuos sigue aumentando. Pero el método de deshacerse de la basura requirió mejorar. Nosotros continuamos deshaciéndonos de los desechos. Hoy en día el 55% de nuestra basura es llevada y enterrada en los rellenos sanitarios o vertederos. Los Residuos sólidos municipales es basura que viene de las casas, negocios y escuelas. Ahora esta basura es depositada en los Vertederos de Residuos Sólidos Municipales (Rellenos Sanitarios), con esto la basura no daña la salud pública, o tierra, agua y el aire del ambiente.

Los Rellenos Sanitarios Municipales no son tiraderos para los nuevos rellenos sanitarios los cuales hoy en día requieren tener geomallas, sistema de recolección de lixiviados, sistema de recolección de gases, monitoreo de aguas subterráneas y requerimiento de reporte ambiental para proteger la salud y el bienestar de las comunidades.

En México, como país de tercer mundo, este tipo de nuevos rellenos sanitarios con todas estas restricciones está muy limitado, ya que muchos de los rellenos sanitarios no cuentan con todos los requerimientos y normas SEMARNAT (Secretaria de medio ambiente y recursos naturales) NOM-083-2003, que se exigen por ley. Ahorita nuestro país México, sigue en la transición del relleno sanitario antiguo al nuevo relleno sanitario.

Nuestra población mundial sigue creciendo, nosotros seguimos produciendo más basura, incluso con los grandes esfuerzos que se están realizando por reciclar basura. Tendremos que transformar y adaptarnos a las condiciones actuales del Hoy. El momento de Hoy es la tecnología en todos los ámbitos la cual ayudará al bienestar y protección de la salud humana y de nuestro ambiente, creando un diseño de infraestructura moderno, diseño, creación y construcción de Procesos sustentables de manejo de residuos sólidos municipales que puedan cambiar nuestro problema de los desechos en ENERGIA VERDE utilizable para el mejoramiento de todos. (Young 2010).

4.1.1 El Futuro de la Residuos Sólidos (Potencial de Energía)

En los últimos años se ha creído en nuestro país que las plantas de incineración, así como las plantas de gasificación por plasma contaminan drásticamente al ambiente. Son muchas las compañías que van encontrar de una nueva y un futuro sistema de tratamiento de los residuos sólidos municipales, el cual será mediante la desaparición de la basura por el sistema de gasificación por plasma.

Se ha observado en años anteriores que un mal método, control o tecnología produce contaminación al ambiente al incinerar los residuos sólidos urbanos. Principalmente en los países menos desarrollados se han practicado quemas incontroladas de residuos sólidos urbanos y peligrosos los cuales han traído graves problemas a la salud de las personas cercanas a estos lugares. Por otro lado los países más desarrollados nos han demostrado que los métodos de gasificación por plasma con la tecnología correspondiente y los métodos de control adecuados para el tratamiento de la basura, se pueden realizar proyectos de energías renovables, haciendo transformar los desechos en potencial de energía.

Los métodos actuales de tratamiento de residuos incluyen rellenos sanitarios, compostaje, digestión anaerobia, incineración, pirolisis, gasificación y gasificación por plasma. En esta tesis nos enfocaremos al sistema de gasificación por plasma, el cual la basura es convertida en energía mediante un proceso que explicaremos más adelante.

El futuro próximo de los desechos es un tesoro que se está descubriendo, los países más desarrollados como Japón, EUA, Europa están comprando los vertederos, ya que su visión a futuro es que esos tiraderos, rellenos sanitarios, basura que son inservibles sean una fuente potencial de energía renovable mediante la tecnología que se está desarrollando en estos días.

En México, no existe aún un marco legal en el tratamiento de residuos sólidos municipales por medio del proceso de gasificación por arco de plasma; por lo cual nos apegaremos a lo que rige la EPA Environmental Protection Agency de los E.U.A.

4.2 Plasma

Plasma, a menudo referido como el "cuarto estado de la materia," es el término dado a un gas que ha sido ionizado. Un gas ionizado es donde los átomos del gas han perdido uno o más electrones y se ha convertido cargado eléctricamente.

El Plasma se forma haciendo pasar una descarga eléctrica mediante un gas. Antorchas de plasma son capaces de producir temperaturas tan elevadas como la superficie del sol.

En el nivel más elemental, el plasma es sólo energía térmica a muy alta temperatura. En la naturaleza, el plasma es producido por un rayo, cuando se sobrecalienta el aire alrededor del relámpago convirtiéndose el aire a plasma con una temperatura de aproximadamente 20.000 ° C. El plasma se comporta de manera diferente que los tres estados comunes de la materia; sólido, líquido y gas. El plasma es muchas veces mencionado como el cuarto estado de la materia.

Las nuevas empresas que están desarrollando esta tecnología para convertir la basura en energía, están creando plasma con un sistema basado en antorchas. Se crea un arco eléctrico, similar a los rayos, dentro de las antorchas y se hace pasar el aire por una cámara a presión a través de los arcos para crear plasma.



Foto 4.1 Las antorchas de plasma son aparatos sofisticados, pero su objetivo es simple. Las antorchas son dispositivos de alta temperatura.

El plasma presenta características propias que no se dan en los sólidos, líquidos o gases, por lo que es considerado otro estado de agregación de la materia. Como el gas, el plasma no tiene una forma definida o un volumen definido, a no ser que esté encerrado en un contenedor; pero a diferencia del gas en el que no existen efectos colectivos importantes, el plasma bajo la influencia de un campo magnético puede formar estructuras como filamentos, rayos y capas dobles. Los átomos de este estado se mueven libremente; cuanto más alta es la temperatura más rápido se mueven los átomos en el gas y en el momento de colisionar la velocidad es tan alta que se produce un desprendimiento de electrones.

Calentar un gas puede ionizar sus moléculas o átomos (reduciendo o incrementado su número de electrones para formar iones), convirtiéndolo en un plasma. La ionización también puede ser inducida por otros medios, como la aplicación de un fuerte campo electromagnético mediante un láser o un generador de microondas, y es acompañado por la disociación de los enlaces covalentes, si están presentes.

El plasma es el estado de agregación más abundante de la naturaleza, y la mayor parte de la materia en el Universo visible se encuentra en estado de plasma, la mayoría del cual es el enrarecido plasma intergaláctico (particularmente el medio del intracluster) y en las estrellas.

El plasma está formado por igual número de cargas positivas y negativas, lo que anula la carga total del sistema. En tal caso se habla de un plasma neutro o casi-neutro. También existen plasmas no neutros o inestables, como el flujo de electrones dentro de un acelerador de partículas, pero requieren algún tipo de confinamiento externo para vencer las fuerzas de repulsión electrostática.

Los plasmas más comunes son los formados por electrones e iones. En general puede haber varias especies de iones dentro del plasma, como moléculas ionizadas positivas (cationes) y otras que han capturado un electrón y aportan una carga negativa (aniones).

En cuanto a su tecnología como hemos analizado se comenzó a utilizar en la década de 1960 por la agencia espacial de EE.UU-. (NASA), la cual utilizaba las antorchas de plasma para poner a prueba los cohetes espaciales. (Plasma Physics 1994).

4.3 Gasificación Por Plasma

La gasificación por arco de plasma es un proceso mediante el cual se convierte el Carbono contenido en materiales como el carbón, coque de petróleo y Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en Gas de Síntesis (SYNGAS), que está compuesto principalmente por Monóxido de Carbono, Hidrógeno y otros. El plasma es esencialmente el cuarto estado de la materia. En términos sencillos el plasma es un medio de gas ionizado con número igual de cargas positivas y negativas, las cuales pueden conducir la electricidad. El plasma es la forma más abundante de materia en el universo. Se forma cuando la materia es calentada a más de 5,000° C, lo cual resulta en gases o fluidos cargados eléctricamente que responden a fuerzas electromagnéticas (Leal, 2004; Camacho, 1988; Smirnov, 1977).

El proceso básico de Gasificación por arco de plasma a evaluar será el representado en la siguiente figura.

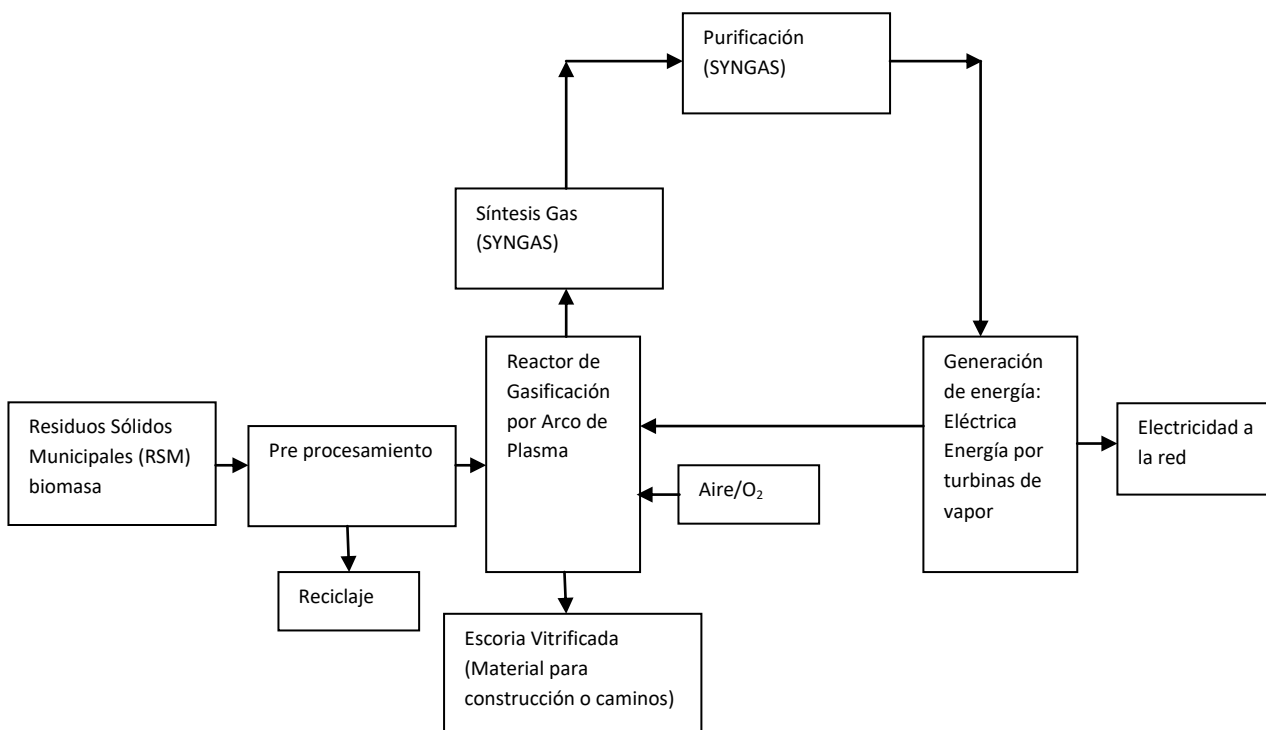
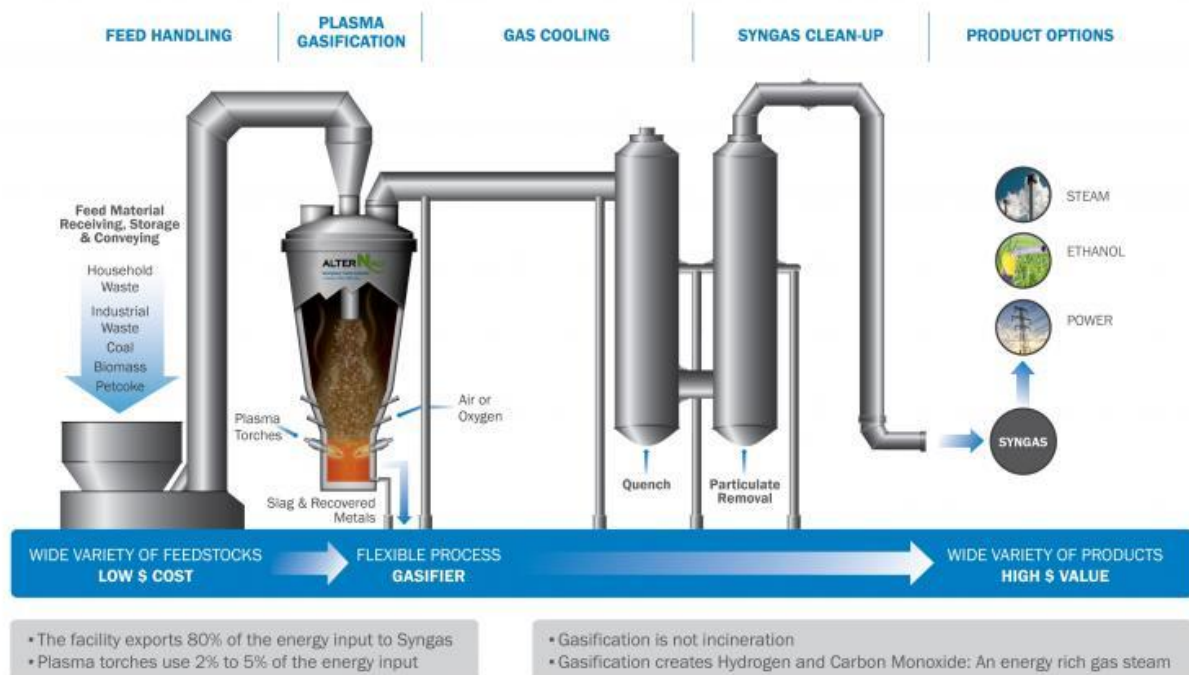


Figura 4.1 Proceso esquemático, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.(Young, 2010).

La tecnología de plasma se ha expuesto como una tecnología limpia, con potencial para generar energía eléctrica y otros productos derivados tales como baldosas arquitectónicas, ladrillos para construcción, lo cual la hace económicamente rentable. La antorcha de plasma opera a muy altas temperaturas –entre 5,000 y 10,000 grados centígrados- y puede procesar toda clase de residuos a presión atmosférica: sólidos municipales, tóxicos, médicos, biológico-infecciosos, industriales y desperdicios nucleares. No produce cenizas porque a más de 5,000 grados centígrados, todas las moléculas orgánicas son desintegradas y solo la mezcla de $H_2 + CO$ permanece a altas temperaturas. Algunos de los beneficios de utilizar la tecnología de plasma son que los componentes inorgánicos en los residuos se derriten y vitrifican en un residuo sólido vidrioso, como roca, que es altamente resistente a la lixiviación y los materiales orgánicos (plástico, papel, aceites, biomateriales, etc.) son convertidos en gases de síntesis (Syngas) con valor calorífico. (Taboada 2009).

Un gasificador de plasma es un horno con ausencia de oxígeno que opera a muy altas temperaturas para generar plasma. Debido a que el entorno en el interior del horno está en ausencia de oxígeno, la materia prima que se procesa en el gasificador no se quema. Más bien, el calor rompe la materia prima (Residuos sólidos Urbanos) en elementos como el hidrógeno, monóxido de carbono y agua. El gas que se crea es el gas síntesis o "syngas".

Figura 4.2 Proceso compañía Westinghouse, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.



La mayoría de las materias primas, incluidos los residuos sólidos urbanos, contienen componentes tanto orgánicos como inorgánicos. Los componentes orgánicos son convertidos en gas de síntesis. Los componentes inorgánicos, como el vidrio, metal y hormigón, se funden en el interior del reactor y se eliminan en la parte inferior como escoria fundida no tóxica vitrificada que puede ser utilizado con seguridad como agregado. El calor de los sistemas de antorchas de plasma y el tiempo de residencia relativamente largo en el gasificador asegura la destrucción completa de la materia prima y permite el procesamiento de materia prima de alta humedad o materia prima que contiene altos niveles de materiales inertes como el vidrio o metales.

El gas de síntesis creado en el gasificador, el cual contiene partículas de polvo y otros elementos indeseables como el mercurio, se somete a un proceso de limpieza para que sea adecuado para conversión en otras formas de energía, incluida la energía eléctrica, calor y combustibles líquidos. El proceso de limpieza del gas de síntesis está diseñado para satisfacer los requisitos de cada proyecto. Pero en la mayoría de los casos, especialmente cuando los RSM es la materia prima, la limpieza de gas de síntesis incluirá eliminación de partículas, eliminación de azufre y la eliminación de metales pesados (mercurio).

La gasificación de plasma difiere de la no-gasificación de plasma en un área clave - temperatura. La no gasificación por plasma típicamente opera entre 800 y 900 ° C. Las temperaturas alcanzadas con tecnología de gasificación por plasma llegan a más de 3000 ° C. Las salidas de gas de síntesis al gasificador son de 950 ° C. La escoria fluye hacia fuera del gasificador a 1650 ° C. Las altas temperaturas en el interior del gasificador de plasma dan como resultado la completa destrucción de alquitranes, algo que no se puede alcanzar con las tecnologías de no-plasma.

No es factible eliminar los alquitranes del gasificador por métodos de gasificación por no-plasma. Puede ser quemado inmediatamente pero no puede ser acondicionado para uso en turbinas de gas y motores alternativos o para la conversión en líquido combustibles.

4.3.1 Ventajas del Plasma

La gasificación por arco de plasma tiene múltiples ventajas, las cuales a lo largo de los años se han ido probando con éxito en otros proyectos. Recientes aplicaciones de la tecnología del plasma han sido utilizadas por la industria espacial, militar; como el programa espacial que desarrollo la NASA hace más de 40 años, y en el que probó por primera vez el plasma para simular la entrada de las naves al espacio y probar la capacidad de los armazones térmicos de las naves espaciales que fueron en aquella época al espacio.

También en recientes épocas se ha utilizado la tecnología de arco de plasma para la remediación de residuos radioactivos y para el tratamiento de residuos sólidos municipales transformados a energía; como se pretende se realice en esta investigación

A continuación se mencionan las ventajas de la tecnología por arco de plasma:

- Flexibilidad de combustible
- Proceso heterogéneo materia prima (RSM) con una preparación mínima de residuos sólidos.
- Proceso de alta humedad y alto contenido de residuos inertes
- Mezcla de RSU, RDF, neumáticos, residuos de desecho industrial, residuos C&D, ASR, líquidos y lodos.
- Reducir la dependencia de materia prima única, optimizar los ingresos sobre la base de materias primas disponibles
- Prácticamente Carbono al 100% de conversión (mayores ingresos ROC)
- La escoria vitrificada es inerte / no-lixiviación y no contamina el suelo y el agua potable
- Gas de síntesis se puede adaptar para satisfacer los requisitos aguas abajo - turbinas, calderas, etanol, etc.
- Gas de síntesis, después de limpiarlo, su quema es tan limpia como el gas natural.
- Los Tiempos altos de residencia en el reactor aseguran que los alquitranes se desintegren totalmente y minimiza partículas que salgan con la corriente de gas de síntesis
- Aumenta las tres R (Reducir, Reusar, Reciclar).

4.3.2 Syngas (Gas de Síntesis)

El gas de síntesis o Singas es un combustible gaseoso obtenido a partir de sustancias ricas en carbono (hulla, carbón, coque, nafta, biomasa) sometidas a un proceso químico a alta temperatura. Contiene cantidades variables de monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H₂).

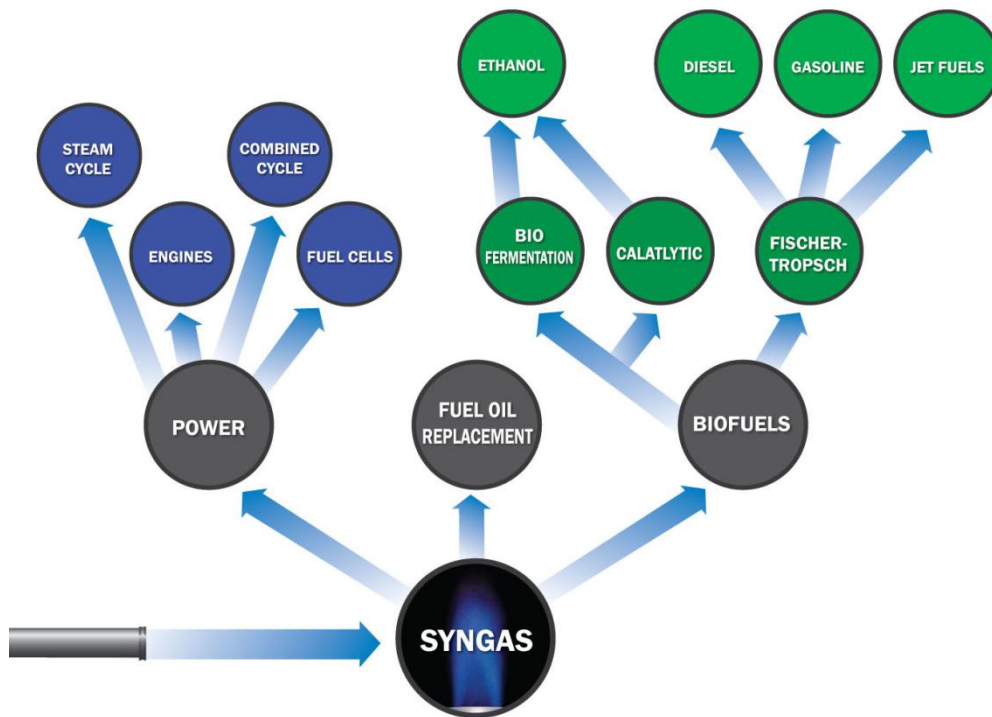


Figura 4.3 Gas de Síntesis a Energía.

El nombre gas de síntesis proviene de su uso como intermediario en la creación de gas natural sintético (GNS)⁹ y para la producción de amoníaco o metanol. El gas de síntesis también se utiliza como producto intermedio en la producción de petróleo sintético, para su uso como combustible o lubricante a través de la síntesis de Fischer-Tropsch, y previamente al proceso Mobil para convertir metanol en gasolina.

El gas de síntesis está compuesto principalmente de hidrógeno, monóxido de carbono, y muy a menudo, algo de dióxido de carbono. Posee menos de la mitad de densidad de energía que el gas natural. Se ha empleado y aún se usa como combustible o como producto intermedio para la producción de otros productos químicos.

4.3.3. Incineración vs. Plasma.

Los métodos actuales de tratamiento de residuos incluyen rellenos sanitarios, compostaje, digestión anaerobia. Entre los procesos térmicos y más recientes están la pirolisis, pirolisis/gasificación, gasificación convencional, gasificación por arco de plasma e incineración. Para la recuperación del poder calorífico de los residuos se han empleado principalmente los tratamientos térmicos mencionados principalmente; la combustión, gasificación y pirolisis.

En la Figura 4.4 se presentan los productos que se obtienen con cada una de estas tecnologías y las etapas en las que se obtienen. Así, de los productos primarios obtenidos con una tecnología de tratamiento de residuos, se puede hacer una recuperación de productos o energía en una etapa posterior. Un ejemplo de lo anterior sería considerar un proceso de gasificación, con el cual se obtiene gas como producto primario. Este puede ser introducido a una turbina de gas, o caldera en una etapa posterior para producir electricidad como producto secundario.

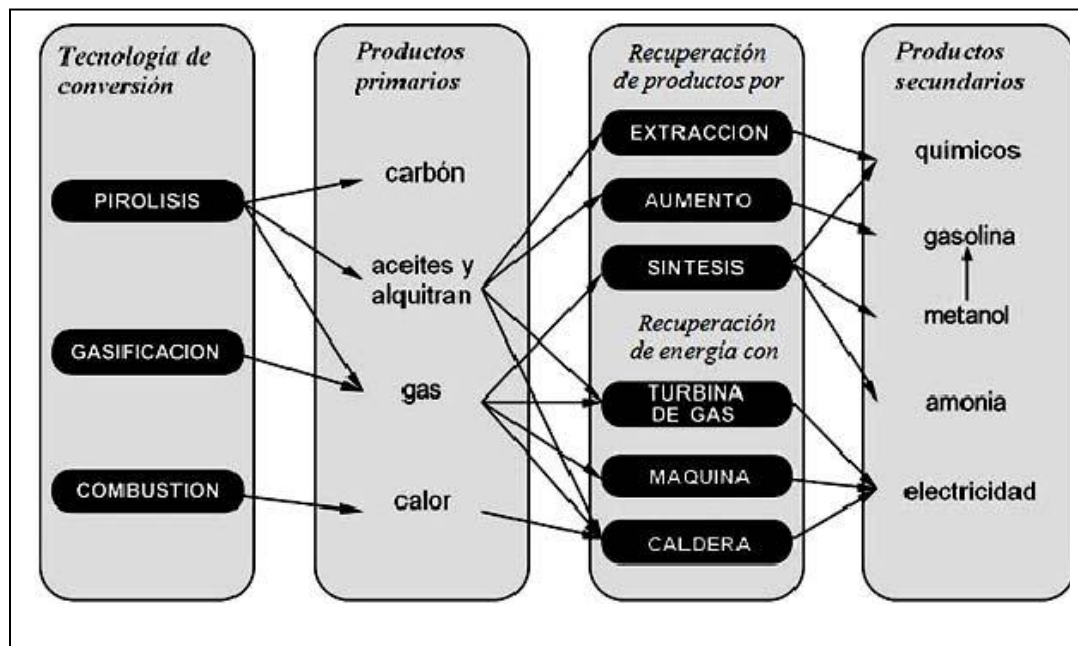


Figura 4.4 Procesos de conversión térmica y productos. (Belgiorno 2003).

La gasificación se refiere a la conversión termoquímica de un material sólido a través de la oxidación parcial. Utilizando aire, oxígeno o calentamiento indirecto se producen gases combustibles (gas de síntesis, el productor de gas), principalmente CO, H₂, metano, hidrocarburos ligeros y en asociación con CO₂ y N₂ en función de proceso utilizado. (Williams, 2004; Belgiorno et al. 2003).

La conversión termoquímica cambia la estructura química de la biomasa por medio de temperatura alta. La pirólisis es un proceso de gasificación indirecto con gases inertes como agente gasificador. Los procesos de gasificación también producen líquidos (alquitranes, aceites, y otros condensados) y sólidos (carbón, cenizas) de las materias primas sólidos. Los procesos de gasificación están diseñados para generar combustible o gases de síntesis como el principal producto. Los gases combustibles se pueden utilizar en motores de combustión interna y externa, celdas de combustible y otros (Williams, 2004; Larson, 1998).

Debido a la falta de terrenos, su alto costo o por la cada vez más exigente legislación para la preservación del ambiente, muchos países desarrollados adoptaron la incineración y el compostaje de sus RSU como métodos de tratamiento.

Estas tecnologías también fueron adoptadas por varias ciudades de América Latina y el Caribe con resultados casi siempre desalentadores debido a que faltaron los análisis técnicos, institucionales y económicos para establecer la justificación y factibilidad de las inversiones (BIDOP, 1997).

La incineración (combustión) con la recuperación de la energía ha sido viable y una opción usada a menudo en naciones industrializadas como Suecia y Japón. No obstante, esta tecnología usada extensamente en el pasado, se está disputando actualmente porque sin dispositivos de control ambiental causan muchos problemas tales como producción de dioxinas, desechos de metales pesados y pérdidas de calor (Sánchez et al., 2007).

La eficacia de la incineración depende de muchos factores, entre ellos el diseño, el control del proceso, la capacidad y eficacia de los dispositivos de control de la contaminación atmosférica. Un uso inapropiado de los incineradores puede dar lugar a la formación de subproductos transportados por el aire y sólidos peligrosos que representan una grave amenaza para el medio ambiente y la salud pública. Estos subproductos son a menudo más tóxicos que el producto original (FAO, 1996). La incineración de algunos desechos (industriales, médicos, militares) resulta en la formación de residuos (cenizas, escoria, depósitos de filtro, residuos de sedimentación) de toxicidad relativamente alta (Cedzynska et al., 1999).

La aplicación de tecnologías para gasificación, como el plasma, pueden evitar estos problemas. El plasma es la forma más abundante de materia en el universo. Se forma siempre que materia ordinaria es calentada a más de 5,000° C, lo cual resulta en gases o fluidos cargados eléctricamente que responden a fuerzas electromagnéticas (Leal, 2004; Camacho, 1988; Smirnov, 1977).

La tecnología de plasma se ha expuesto como una tecnología limpia, con potencial para generar energía eléctrica y otros productos derivados tales como baldosas arquitectónicas, ladrillos para construcción, lo cual la hace económicamente rentable. La antorcha de plasma opera a muy altas temperaturas –entre 5,000 y 10,000 grados centígrados- y puede procesar toda clase de residuos a presión atmosférica: sólidos municipales, tóxicos, médicos, biológico-infecciosos, industriales y desperdicios nucleares. No produce cenizas porque a más de 5,000 grados centígrados, todas las moléculas orgánicas son desintegradas y solo la mezcla de H₂ + CO permanece a altas temperaturas (Moustakas et al, 2008; Leal, 2004).

Algunos de los beneficios de utilizar la tecnología de plasma son que los componentes inorgánicos en los residuos se derriten y vitrifican en un residuo sólido vidrioso, como roca, que es altamente resistente a la lixiviación y los materiales orgánicos (plástico, papel, aceites, biomateriales, etc.) son convertidos en gases de síntesis (Syngas) con valor calorífico.

El gas y los subproductos sólidos son potencialmente reciclables como gases combustibles útiles y grava para caminos (Bodorow et al., 2005) y los requisitos para la construcción de rellenos sanitarios se eliminan. En la Figura 2 se presenta un diagrama de flujo y energía para el sistema Fundidor Mejorado de Plasma (Plasma Enhanced Melter, PEM), empleando Residuos Sólidos Municipales (RSM).

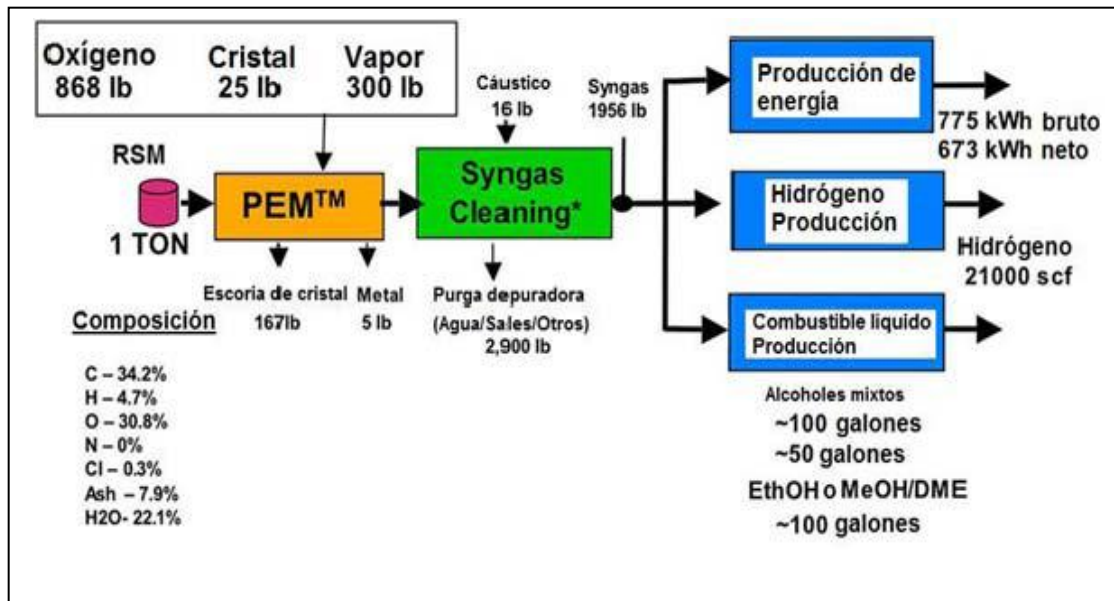


Figura 4.5 Diagrama de flujo y energía para el sistema PEM (Heberlein y Murphy 2007).

Si la electricidad se produce de los gases combustibles, cerca del 40% serían utilizados para el funcionamiento de las antorchas del plasma y de la planta y el 60% restante podría ser vendida a la red eléctrica. En los volúmenes de rendimiento de hasta 1.000 toneladas por día, los costos de capital del sistema de arco de plasma están casi como los de la tecnología tradicional de la incineración. Sin embargo, las ventajas de los sistemas de plasma sobre los incineradores son numerosas.

Las instalaciones prototipo para el tratamiento por plasma de los RSM, de las cenizas de incineradores, asbesto y de los residuos biológico-infecciosos han sido demostradas y comercializadas con éxito (Bodorow et al., 2005).

Algunos inconvenientes mencionados por Leal (2004) son que existen diversas tecnologías de plasma pero no todas tratan el mismo tipo de residuos. Así, algunos tratan residuos en forma gaseosa, otros en forma líquida y sólida pero no gaseosa, y otros pueden tratar residuos en cualquier fase, pero sus necesidades de energía son altas.

Para el tratamiento de residuos biológico-infecciosos, Heberlein y Murphy (2007) exponen que requiere de 1100 kWh/ton y Rutberg (2002) de 0.8 a 1 kWh/kg. Algunas tecnologías están en fase experimental y otras están en forma comercial pero sus costos son elevados.

En México operó de forma experimental una planta de plasma en las instalaciones de SIMEPRODE, en Salinas Victoria, Monterrey, N.L., pero esta planta fue desmantelada en su totalidad. Lo divulgado al respecto ha sido limitado, pero Caballero y Rivas (2005) enunciaron que en esta planta se buscó determinar la reducción de volumen y peso en 5 familias de residuos sólidos, líquidos y gaseosos, así como la caracterización de la conversión de residuos municipales en combustibles gaseosos y probar la generación de energía eléctrica con diferentes combinaciones de materiales de desecho.

La eficiencia energética de la gasificación de biomasa con plasma varía del 75 al 80% y depende de la composición y la capacidad calorífica del material en bruto; la humedad y la materia inorgánica reducen la eficiencia. (Leal 2004)

Casos de éxito con tecnologías de plasma.

Dentro de las tecnologías empleadas para el procesamiento de residuos con recuperación de energía se encontró que la tecnología de plasma había sido empleada en países como Estados Unidos, Japón y Puerto Rico, por mencionar algunos, con resultados muy alentadores (Leal, 2004).

La Sociedad Japonesa de Fabricantes de Maquinaria Industrial (Japan Society of Industrial Machinery Manufacturers, JSIM) expone se empleó la antorcha de plasma Ebara para el tratamiento de cenizas producidas por incineradores de residuos municipales. Este sistema solucionó los problemas de dioxinas en la ceniza de la incineración y disponibilidad de rellenos para disposición de ceniza y metales pesados.

Instalaciones en Japón que operan con antorchas de plasma de Ebara
Ciudad de Matsuyama 52 Marzo 1994
Ciudad de Yonago 29 Marzo 2002
Ciudad de Adachi-Ku 130 Octubre 2004
Ciudad de Saga 23 Marzo 2003
Ciudad de Hirosaki 40 Marzo 2003

Tabla 4.1 Instalaciones en Japón que operan con antorchas de plasma de Ebara Fuente: JSIM (2009)

En Japón, Takuma Co, LTD en 1991 comenzó a desarrollar un horno de plasma de corriente directa (CD) que derretía por incineración RSU usando energía eléctrica generada por incineración. Una planta de prueba fue construida en 1993 con 300 kW de salida (7.2 ton/día de rendimiento), la cual fue expandida a 500 kW (12 ton/día de rendimiento) en 1995. Una planta de demostración con 1710 kW de salida y un máximo rendimiento de 25 ton/día fue construida en 1998 (Katou et al., 2001). Después de la demostración de la tecnología de gasificación para RSM en una planta piloto en Yoshii, Japón durante 1999-2000, el gobierno japonés certificó la tecnología para la construcción de una planta de tamaño comercial. La planta fue completada en julio de 2002. Esta nueva planta usa principalmente residuos automotrices triturados como combustible, con una capacidad aproximadamente de 165 ton/día pero ha sido diseñada para correr con un 50% de humedad de RSU. Esta puede procesar aproximadamente 300 ton/día al 100% de RSM.

Después de comisionar, la planta fue liberada al cliente para la operación comercial en abril de 2003 (Williams, 2004). En diciembre de 2002, las ciudades gemelas de Mihama y Mikata, Japón comisionaron una planta de tratamiento del lodo de RSM y de aguas residuales. Hitachi Metals Ltd. diseñó e instaló esta planta que procesa 24 ton/día de RSM y 4 ton/día de lodo de aguas residuales.

4.3.4. Procedimientos de conversión de residuos a energía.

Existen diferentes procedimientos y sistemas de conversión de residuos a energía. Cada empresa que fabrica este tipo de tecnologías maneja sus propios sistemas y los adapta a los requerimientos del cliente según le convenga. A continuación describiremos un procedimiento de conversión de la empresa Plasco Energy Group, compañía Canadiense y una de las empresas más innovadoras del proceso de gasificación por arco de plasma.

El Proceso (Plasco Energy Group, Inc)

Los procedimientos más avanzados y más económicos realizan el procesamiento de los residuos sólidos municipales en dos etapas. Primero gasificar la basura y después pasarla por el arco de plasma para obtener gases ricos en energía, los cuales se enfrían y después se procesan para la generación de energía.

El proceso de conversión de residuos comienza cuando cualquier material con alto valor de recuperación ha sido removido de los desechos para su posterior reciclaje. Una vez que estos productos de alto valor se separan, los residuos sólidos urbanos (RSU) se trituran y cualquier material restantes se retiran y se envían a reciclar.

Los RSU entran en la cámara de conversión, donde se convierte los residuos en un gas crudo de síntesis (syngas) usando calor reciclado. El gas de síntesis crudo que se produce fluye a la cámara de refinamiento donde sopletes de plasma se utilizan para refinar el gas. Ahora refinado, el gas de síntesis se envía a través de un Control de calidad de Gas para eliminar el azufre, remover los gases ácidos y separar los metales pesados que se encuentran en el flujo de residuos. El resultado es un gas de síntesis limpio, y energético creado a partir de la conversión de residuos.

El gas de síntesis se utiliza para alimentar los motores de combustión interna que generan electricidad de manera eficiente. El calor residual recuperado de los motores se combina con el calor residual recuperado de enfriar el gas de síntesis en una generación de calor de vapor de recuperación (HRSG) unidad para producir vapor. El vapor puede ser utilizado para generar electricidad adicional mediante una turbina (generación de ciclo combinado), o puede ser utilizado para procesos industriales o de calefacción de distrito (cogeneración).

El residuo sólido de la cámara de conversión se envía a un recipiente separado de recuperación de alta temperatura de carbono (CRV) equipado con un soplete de plasma en donde los sólidos se funden. Calor del plasma se utiliza para estabilizar los sólidos y convertir cualquiera de los compuestos volátiles restantes y una mezcla de carbono en gas de síntesis crudo.

Este adicional gas de síntesis crudo se alimenta de nuevo a la cámara de conversión. Cualquier sólido restante son después fundidos en una escoria líquida y enfriada en gránulos de escoria pequeños.

Los gránulos de escoria son un residuo inerte vitrificado el cual se vende como agregado para la construcción. Pruebas de lixiviación se han realizado en la escoria la cual resulta del proceso y se ha confirmado que la escoria no se filtra y no es tóxica. Todo el proceso es continuamente monitoreado por un sistema de control de la propiedad que asegura la estabilidad suficiente de gas de síntesis para alimentar motores de combustión interna sin tener en cuenta las variaciones en el contenido de energía de los RSM. (Plasco Energy Group 2010)

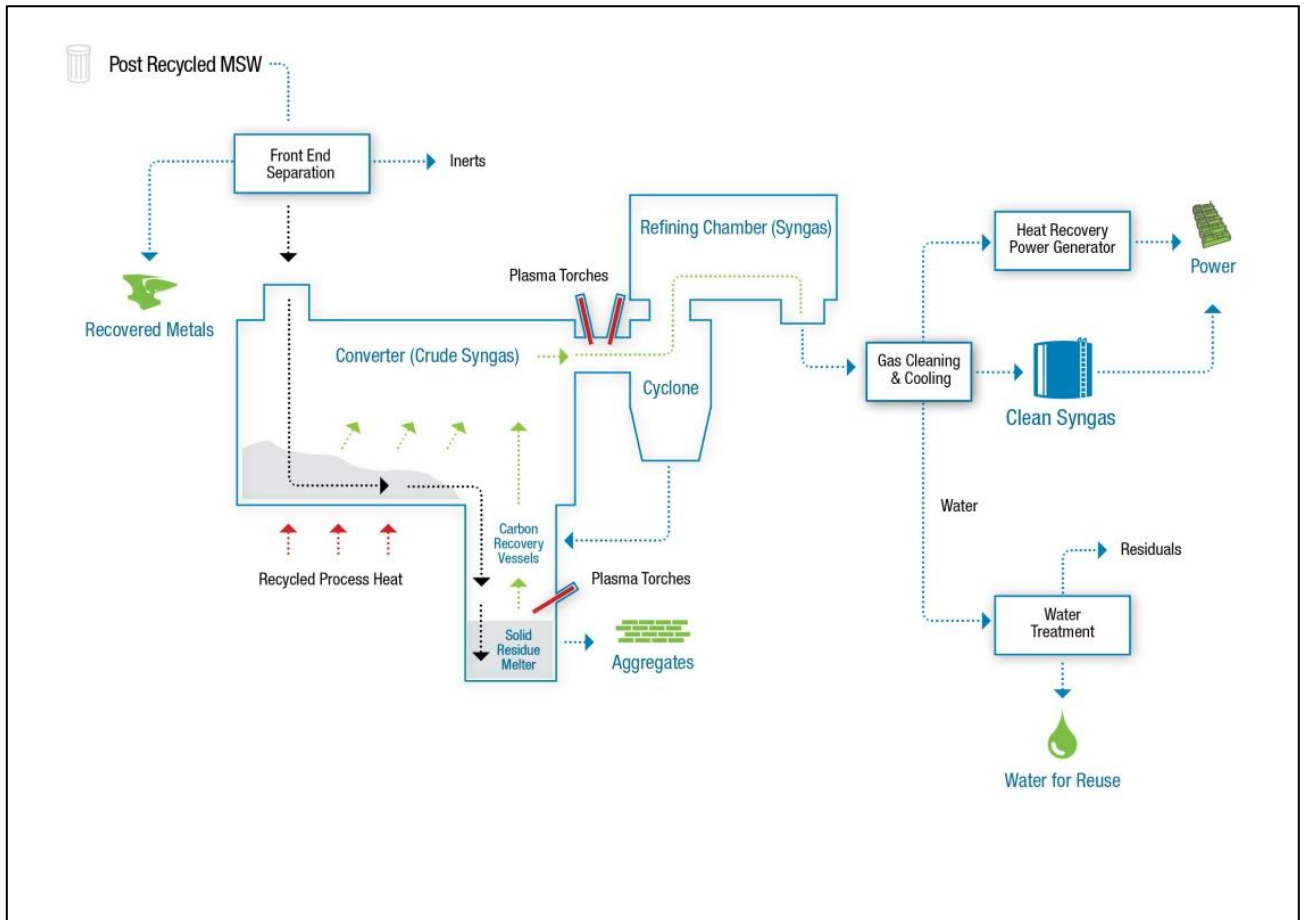


Figura 4.6. Proceso Plasco Energy Group

4.3.5. Desempeño Ambiental (Plasco Energy Group, Inc)

Una parte importante de la filosofía Plasco es un compromiso de utilizar las mejores tecnologías disponibles para minimizar la huella ambiental de nuestras instalaciones y tener un desempeño ambiental que supere las normas reglamentarias.

Reducciones de Gases de Efecto invernadero.

El Tratamiento de la basura a través del sistema de conversión Plasco reduce los gases de efecto invernadero (GEI) de dos maneras.

En primer lugar, se elimina el metano que se formaría si los residuos se depositan en vertederos - esto es importante ya que el metano tiene un potencial de calentamiento global 23 veces mayor que el del dióxido de carbono (CO₂). En Segundo Lugar la energía generada de nuestro proceso sustituye la energía que se pueda generar de fuentes como el carbón. El resultado es que una planta de Plasco reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.

Desempeño de las emisiones de Aire

En una planta de Plasco, las emisiones a la atmósfera están asociados con muy bajos escapes de gases del motor en la generación de electricidad. Plasco ha invertido en la mejor tecnología disponible para la limpieza de sus gases para asegurar que el gas de síntesis está limpio antes de entregarlo a los motores. Plasco se ha comprometido a ir más allá del cumplimiento. A continuación se muestra el perfil de Plasco de emisiones.

Parameter	Units	US EPA 40 CFR 60 Eb	EU	Plasco Demonstration Limits	Plasco Actuals*
Particulate Matter	mg/Rm3	14	9	17	0.73
Organic Matter	mg/Rm3	-	9	66	0
Hydrogen Chloride	mg/Rm3	27	9	27	0.28
Sulphur Dioxide	mg/Rm3	56	46	56	38
NOx	mg/Rm3	202	183	207	107
Mercury	µg/Rm3	35	46	20	0.2
Cadmium	µg/Rm3	7	46	14	0
Lead	µg/Rm3	98	-	142	0.2
Dioxins and Furans	ngTEQ/Rm3	9	0.092	0.08	0.001

Tabla 4.2. Prueba No. 1 en planta Plasco (Prueba Interna del Departamento Ambiental de Ontario)

Nota: E.U.A. Regulaciones combinadas de Talio con cadmio y plomo con metales de clase III.

Residuos Peligrosos (Batería y Termómetros) (Plasco Energy Group, Inc)

Aunque la mayoría de las jurisdicciones requieren que los residuos peligrosos como baterías y termómetros, sean eliminados en instalaciones controladas, estos metales pesados siguen entrando en el flujo de residuos primarios y lamentablemente terminan en los vertederos e incineradores. En un relleno sanitario convencional estas sustancias están lentamente envenenando nuestra tierra y sistema de agua. El sistema de conversión Plasco elimina estas sustancias peligrosas que entran en la corriente de desechos y los envía para su eliminación controlada de una instalación de residuos peligrosos. Con un típico sistema de fluidez de Norte América en sus residuos municipales, el total de los metales pesados son enviados para su disposición - incluyendo la pantalla de carbón activado que están atrapados en - cantidad de aproximadamente 5% de los residuos en el proceso Plasco. El otro 95% de los residuos se convierte en electricidad y otros productos para la venta. Es importante señalar que estos metales no son creados por el sistema de conversión Plasco pero son capturados por el sistema para permitir su eliminación segura.

Distribución de la energía

Las áreas que generan grandes cantidades de residuos suelen ser áreas que consumen grandes cantidades de electricidad. La Localización de nuestras instalaciones cerca de donde los residuos se crean también tiene la ventaja de generar electricidad donde se necesita.

Esto significa que se puede transmitir y consumir por la red local en vez de ser importados a largas distancias en las líneas de transmisión ya sobrecargados. Este es un problema que afecta a las tecnologías tradicionales e incluso con fuentes renovables como la eólica y la hidráulica. La transmisión a larga distancia puede perder hasta un 10% debido a la pérdida de la línea de transmisión. La distribución de la generación de energía también ayuda a fortalecer el sistema de energía mediante la adición del abastecimiento local y minimización de apagones.

Mediante la distribución de las instalaciones a través de una ciudad, Plasco es también capaz de minimizar el tráfico de camiones y congestión de las carreteras.

4.4 Compañías Emprendedoras.

Existen en la actualidad diferentes empresas emprendedoras en Tecnología para el tratamiento de los residuos sólidos municipales por medio de gasificación por arco de plasma. Unas de las más importantes a nivel mundial son: Westinghouse Plasma Corporation, Plasco Energy Group, InEnTec y Europlasma.

CHO power es una de las empresas especializadas del grupo Europlasma que se dedican a el tratamiento de los residuos sólidos por medio del plasma.

CHO Power (Grupo Europlasma)

Las plantas del futuro para el tratamiento de los residuos sólidos serán las plantas de gasificación por arco de plasma. Como un estudio lo menciona habrá 107 plantas en el Reino Unido para el 2030. CHO Power, especialista en los residuos y la biomasa para el sector energético, ha completado un estudio de mercado detallado que demuestra que las 650 nuevas plantas de energía avanzadas de gasificación tendrán que ser construidas en Europa para el año 2030 para lograr los objetivos de energías renovables.

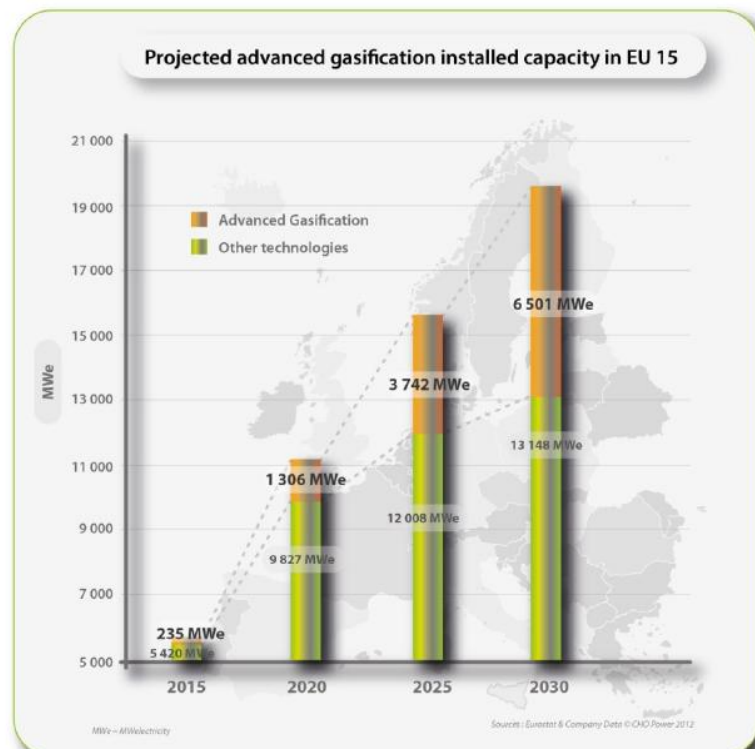


Figura 4.7 Proyección de Gasificación avanzada (CHO POWER, Europlasma 2011).

La biomasa, a partir de los residuos sólidos mezclados con pellets de madera, es la mayor fuente de energía primaria en la mezcla de las energías renovables. El crecimiento de este mercado en los últimos años se ha visto limitado por la falta de tecnologías apropiadas.

Gracias a la utilización de las tecnologías de gasificación eficiente, la proporción de electricidad generada a partir de residuos y biomasa se espera que crezca en los próximos años. El estudio muestra que en Europa, esta capacidad adicional de electricidad renovable a instalar entre 2015 y 2030 se estima en 19.649 MW, de los que 6.501 MWe serán producidos por las tecnologías de gasificación avanzadas tales como CHO Power.

Antorcha de Plasma

Una antorcha de plasma es una herramienta térmica que puede sustituir a los quemadores de combustibles fósiles, con una eficacia que alcanza hasta 85%. Aplicado al tratamiento de residuos, un soplete de plasma permite la completa destrucción de los residuos: compuestos orgánicos son completamente convertidos en gas de síntesis (syngas) y los compuestos inorgánicos se transforman en vidrio inerte que puede ser vendido como agregado o un compuesto para obras en carreteras.

El soplete de plasma es de interés para cualquier tipo de tratamiento térmico, ya que proporciona facilidad de operación y reduce los costos debido a un precio estable de energía. Además, el plasma no causará ningún tipo de incineración.



Foto 4.2 Antorchas de plasma (CHO POWER, Europlasma 2011).

Principales empresas que fabrican la tecnología para la operación de plantas de gasificación por arco de plasma.



Capítulo V FACTIBILIDAD ECONÓMICA

5.1 Aspectos Económicos y Financieros de los Residuos Sólidos en México.

Las condiciones actuales económicas en México han limitado la asignación de recursos financieros para brindar un servicio de gestión integral y sostenible de los residuos sólidos municipales. A ello hay que añadir que normalmente las autoridades municipales dan preferencia a otro tipo de obras y servicios que consideran de mayor prioridad, y hay una carencia en evaluar los proyectos para la toma de decisiones.

La evaluación de los proyectos en México es un reto a seguir en la cual para la asignación e inversión de este tipo de obras; como lo es una planta de gasificación por arco de plasma, en la que se deberán tomar buenas decisiones para que los resultados sean casi siempre buenos y los proyectos sean rentables y exitosos.

Es de importancia entender que no siempre se espera que una persona obtenga buenos resultados de cada una de las decisiones que toma, pero es de vital importancia que siga un patrón o procedimiento establecido para reducir la incertidumbre y tener control de los riesgos para así poder tener éxito en los resultados. Es por eso que en el México del futuro necesitamos de análisis y evaluaciones constantes para la inversión en proyectos que no sean nada más buenos, sino rentables y que cumplan con lo técnico y ambiental.

A la falta de recursos financieros por parte de los municipios se suma la falta de cobro a los ciudadanos por la prestación del servicio, pues se tiene la creencia de que dicho cobro afectaría su imagen política; mientras que la población por su parte, tiene la idea de que el servicio de limpieza y recolección está incluido en el impuesto predial. Según el INE (2012), es cierto que el costo mediante el impuesto predial se realiza en algunos municipios, pero los cargos a cobrar no son contemplados suficientemente, por lo que este impuesto no cubre ni tan siquiera los costos operativos del servicio.

5.2 Viabilidad económica

La Viabilidad económica de los proyectos es de vital importancia es por eso que haremos un análisis de diferentes proyectos actuales, los cuales ya están operando, y otros que están a prueba, como es el caso de la planta piloto en Ottawa Canadá, la cual se construyo con fines de recabar información y tener una base de datos para futuros proyectos de gasificación por arco de plasma.

Los proyectos en México en su calidad de urgentes, en los que muchos de ellos deberán ser factibles desde el punto de vista económico principalmente, significa que la inversión que se realiza es justificada por la recuperación del recurso o por la ganancia que se generará. Para ello es necesario trabajar con un esquema que contemple los costos y las ventas.

La economía de una nueva tecnología es crucial para su desarrollo, especialmente en el caso de la utilización de plasma, ya que utiliza electricidad, la fuente más cara de los insumos. La viabilidad financiera y económica de una planta de disposición de residuos por medio de la tecnología de gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales RSM y la transformación de estos RSM residuos a energía dependerá de:

- (a) Los flujos de residuos a tratar (composición, contenido calorífico, etc.)
- (b) Las tasas comerciales competitivas para cada flujo de residuos.
- (c) La capacidad del reactor y la planta.
- (d) El contenido orgánico de los residuos frente a los contenidos inorgánicos de los mismos.
- (e) Los costos laborales locales.
- (f) Los costos de los equipos locales.
- (g) Las implicaciones fiscales federales, estatales y municipales.
- (h) Las regulaciones ambientales que dictarán los requerimientos y procedimientos para permitirle un sistema de procesamiento y disposición de los residuos y las Normas; y demás requerimientos para la disposición residual, el control de emisiones a la atmósfera, y la eliminación o saneamiento de aguas residuales.
- (i) Las utilidades de la venta local y la tasa de compra.
- (j) Las bases para el diseño de la planta (si el proyecto es estrictamente una planta de disposición de residuos o una planta de recuperación de energía a partir de los residuos (residuos a energía) recolector de desechos o residuos de la recuperación de recursos / energía instalación de producción).

Las compañías más avanzadas en el mundo actualmente son Alter NRG la cual ha desarrollado una empresa filial (Westinghouse Plasma Corporation WPC) para desarrollar la tecnología de la gasificación por plasma, otra de las empresas más importantes es InEnTec LLC Integrated Environmental Technologies, LLC y Plasco Energy Group.

Otras compañías como Solena, Europlasma están también desarrollando procesos mediante plasma para el manejo de residuos sólidos y residuos sólidos municipales. La tecnología Westinghouse ha sido probada en Japón por muchos años en conjunto con Hitachi Metals, mientras que Plasco está operando una planta piloto en Ottawa Canadá. Los detalles de los costos de cada proceso se encuentran en la siguiente tabla.

Análisis Económico de Plantas de Plasma y una planta clásica WTE (Waste to Energy)					
Economía (\$ /Ton RSM)	Classical WTE	Alter NRG/WPC	InEnTec	Europlasma	Plasco
Salida Energía Red (kWh)	500	617	450	500	533
Costos de Capital	60	81	76.8	86	96
Costo Mano de Obra	10	10	10	10	10
Costos Variable	28.8	32	43	53	43
Ventas de Energía	50	61.7	45	50	53.3
Ventas Escoria Vitrificada/ Metales	2.25	2.47	2.47	2.47	2.47
Beneficio Neto (\$)	19.05	6.72	-16.98	-30.98	-30.15

Tabla 5.1 Análisis Económico de Plantas de Plasma y una planta clásica WTE (Waste to Energy) (Young 2010). Precios en Dólares.

Los costos de capital de plantas de plasma son todavía impresionantemente altos. El escenario realizado para una planta de plasma dio el costo de capital por tonelada de RSM procesados, los cuales fueron superiores a los costos de capital de \$ 60/ton por combustión WTE de una planta.

Los costos detallados de cada proceso fueron de \$ 81 /tonelada de Alter NRG, \$ 76.8/ton para InEnTec, \$ 86/ton para Europlasma. El costo de capital del proceso Plasco es mayor, \$ 96/ton, pero fue aproximado según los datos de su planta piloto.

Por lo tanto, la inmediata conclusión es que la planta es apenas económicamente factible. Sin embargo, la electricidad generada por el calor de los residuos no fue tomado en cuenta, de acuerdo con los procesos actuales. Se puede suponer que, con el desarrollo de la tecnología, el calor de los residuos será recuperado. Este es el caso, la energía generada será significativamente alta y podría permitir que la mayor parte de estos procesos sean económicamente factibles.

El área proporcionada para la instalación de la planta de plasma por Plasco, Europlasma, Westinghouse y InEnTec será de la mitad de la superficie que utiliza una planta de combustión clásica.

La planta de Westinghouse puede manejar 750 ton/día de basura en una superficie de 25 metros de largo x 13 metros de ancho x 13 metros de profundidad. Europlasma demanda para una capacidad de 100 ton/día una superficie de 3600m², para su proceso.

Para una planta clásica de combustión con capacidad de 438 ton/día la superficie requerida será de 36,000m², por consecuencia para una capacidad de 100 ton por día requerirá de una superficie de 8,219 m², lo cual sería más de 2 veces la superficie requerida por la planta de Europlasma para la misma cantidad de ton. (Ducharme 2010)

De cualquier forma en nuestro país, sabemos que no existen problemas importantes para adquirir o disponer de superficies o terrenos para este tipo de obras.

Nota: Los precios mencionados en este capítulo son en dólares americanos

5.3 Comparación económica de los diferentes procesos Térmicos

Existen en la actualidad 5 procesos térmicos para el tratamiento de los residuos sólidos, los cuales son considerados para esta investigación: pirolisis, pirolisis/gasificación, gasificación convencional, gasificación por arco de plasma e incineración.

5.3.1 Desempeño térmico y eficiencia de tecnologías

Revisando la producción de energía neta a la red de varios tipos de tecnología de procesos térmicos, la gasificación por arco de plasma produce alrededor de 816 kWh/ton RSM comparado con solo alrededor de 685kWh/ton RSM para gasificación convencional.

La Gasificación por arco de plasma podría ser considerada el más eficiente proceso de conversión a energía, de los diferentes procesos térmicos de gasificación.

Procesos Tecnológicos Térmicos/ Rango típico de operación de procesos	
Gasificación por arco de plasma	4000 -7000 °C
Gasificación convencional	760 – 1550 °C
Gasificación por pirolisis	760 – 1550 °C
Pirolisis	650 - 1200 °C
Incineración	540 – 1200 °C

Tabla 5.2 Procesos Tecnológicos Térmicos (Young 2010).

Nota: Excepto la gasificación por plasma, estos procesos presentan problemas de contaminación contra el ambiente por disposición de cenizas y escorias.

Procesos Tecnológicos Térmicos y Energía Neta a la red	
<i>Tipos de Tecnología de Procesos Térmicos</i>	<i>Producción de Energía Neta a la red</i>
Gasificación por arco de plasma	816 kWh/ton RSM
Gasificación convencional	685 kWh/ton RSM
Gasificación por pirolisis	685 kWh/ton RSM
Pirolisis	571 kWh/ton RSM
Incineración	544 kWh/ton RSM

Tabla 5.3 Procesos Tecnológicos Térmicos y Energía Neta a la red

Comparación económica entre los procesos térmicos

Concluyendo que el proceso de gasificación por plasma es el mejor sistema de manejo de RSM, un análisis económico preliminar es realizado por cada uno de los procesos térmicos discutidos previamente.

Un análisis económico preliminar fue realizado sobre los 5 procesos térmicos. Los parámetros utilizados en la evaluación son mostrados en la Tabla 5.4.

Parámetro	Incineración	Pirolisis	Pirolisis/Gasificación	Gasificación convencional	Gasificación por arco de Plasma
Inversión Capital (al 6%, 20 años)	\$ 115,997,700	\$ 86,936,900	\$102,593,400	\$80,337,800	\$101,583,800
Capacidad de la Planta (Ton RSM/día)	500	500	500	500	500
Producción de energía (kWh/ton RSM)	544	571	685	685	816
Operación y mantenimiento (Presupuesto capital (\$/año)	\$ 8,216,600	\$7,193,700	\$7,711,100	\$6,871,800	\$7,483,400
Costo de disposición de cenizas (\$/ton)	\$40	\$40	\$40	\$40	\$0
Cuota de Entrada (\$/ton RSM) ingreso	\$35.00	\$35.00	\$35.00	\$35.00	\$35.00
Bonos Verdes (ingreso)	2 c/kWh	2 c/kWh	2 c/kWh	2 c/kWh	2 c/kWh
Ventas por producción de energía (ingreso)	6.50 c/kWh	6.50 c/kWh	6.50 c/kWh	6.50 c/kWh	6.50 c/kWh
Derivados-subproductos	0.2	0.21	0.2	0.2	0.2
Residuos (ton/ton RSM)	Cenizas	Cenizas y Alquitranes	Cenizas	Cenizas y escoria	Escoria Vitrificada

Tabla 5.4 Parámetros en evaluación económica de los diferentes procesos térmicos. (Young 2010).

Nota: Precios en Dólares Americanos

El análisis económico preliminar fue realizado para los 5 procesos térmicos, conforme a los parámetros de la tabla 5.4. (Young, 2006).

El análisis económico con estos parámetros permitió la introducción de valores para determinar el ingreso neto (antes de impuestos) de cada proceso térmico como se muestra en la siguiente figura.

Comparación de varios tipos de procesos térmicos: Ingresos Anuales Netos (Antes Impuestos) de Residuos (RSM) a Energía.	
Proceso Térmico	Ingreso Neto Anual (antes de Impuestos) \$/año.
Gasificación por arco de plasma	\$3,200,000
Gasificación convencional	\$3,100,000
Gasificación por pirolisis	\$400,000
Pirolisis	\$600,000
Incineración	-\$3,100,000

Tabla 5.5 Comparación de Ingresos netos anuales de los procesos térmicos. (Young 2010).

Nota: Precios en dólares Americanos.

La incineración tiene un ingreso anual neto negativo mientras que el proceso mediante pirolisis, pirolisis/gasificación, gasificación convencional, gasificación por arco de plasma nos indica un ingreso anual neto positivo.

El proceso de gasificación por arco de plasma nos arroja el mayor ingreso anual neto de los diferentes tipos de procesos térmicos para el tratamiento de los residuos sólidos municipales, además de que este proceso produce una escoria vitrificada (material para caminos), el cual es ambientalmente aceptable como residuo y este se vende a \$15.00/ton.

El proceso de gasificación por arco de plasma produce escoria vitrificada como un derivado-subproducto. La escoria vitrificada es ambientalmente aprobada, desde que esta es básicamente no lixivable y pasa las pruebas estándares de lixiviados de la EPA. La escoria vitrificada puede ser utilizada para producir otros derivados-subproductos como paredes de roca, azulejos para piso, azulejos para techo, aislamiento, ladrillos para fachada o ser reciclados como material agregado para caminos y carreteras.

Se realizaron pruebas de lixiviación toxicas en la escoria vitrificada producidas por RSM utilizando un reactor para la gasificación por arco de plasma (Circeo 2005). Pruebas para procedimientos característicos de toxicidad estándar de lixiviación, también fueron realizadas sobre muestras de materiales vitrificados de experimentos.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Resultados de pruebas de Toxicidad en lixiviados en Escoria Vitrificada		
<i>Metales Pesados</i>	<i>Concentración Permisible (mg/l)</i>	<i>Concentración Medible (mg/l)</i>
Arsénico	5.0	<0.1
Bario	100.0	0.47
Cadmio	1.0	<0.1
Cromo	5.0	<0.1
Mercurio	0.2	<0.1
Selenio	1.0	<0.1
Plata	5.0	<0.1
Lead	5.0	<0.1

Tabla 5.6 Resultados de pruebas de Toxicidad en lixiviados sobre Escoria Vitrificada (Circeo 2008).

De los análisis obtenidos, se puede concluir que el proceso de gasificación por plasma es el proceso más atractivo desde el punto de vista técnico, ambiental, económico para los procesos de tratamiento de residuos sólidos municipales, debido a las siguientes características principales:

- a. Eficiencia térmica
- b. Mínimo pretratamiento/preclasificación de residuos sólidos
- c. Producción de gas de síntesis para la conversión de gran variedad de energía como vapor, electricidad y combustibles líquidos.
- d. Ambientalmente aprobado, desde el punto de vista de la escoria vitrificada, la cual es un derivado o subproducto, y puede ser utilizada como material de construcción.
- e. Ambientalmente aprobado, desde el punto de vista de la producción del Syngas el cual puede ser utilizado para varios productos de energía y sin ninguna emisión de gases contaminantes a la atmosfera.
- f. Capacidad para minimizar, pero no eliminar la necesidad de un relleno sanitario
- g. Puede ser utilizado para procesos de residuos en un relleno sanitario existente y eliminar el viejo relleno sanitario.

El Proceso de gasificación por arco plasma puede ser descrito como una tecnología avanzada para el tratamiento de los residuos sólidos municipales y como un método de disposición de residuos amigable con el medio ambiente, convirtiendo los residuos en energía y en subproductos comercialmente utilizables.

Este proceso es drásticamente un proceso térmico de no incineración el cual utiliza temperaturas altamente extremas en un ambiente en ausencia de oxígeno para descomponer totalmente los materiales provenientes de residuos y reducirlas a unas simples moléculas.

La intensa y versátil capacidad de generación de calor de la tecnología de plasma permite la gasificación/vitrificación de una planta de plasma para tratar cantidades enormes de residuos en una manera segura y confiable. Los subproductos del proceso son un gas combustible y una escoria inerte. La tecnología por plasma consistentemente exhibe niveles muy bajos de emisiones al ambiente y bajos niveles de toxicidad en la materia de lixiviación de la escoria, todo esto comparado con otras tecnologías de procesos térmicos para el tratamiento de los residuos sólidos municipales. (Moustakas 2005).

5.4 Evaluación económica Preliminar (Caso de Estudio Plasco Energy Group)

Caso de Estudio: Residuos a Energía de una planta de gasificación por arco de plasma.

Realizaremos una evaluación económica preliminar para el tratamiento de Residuos Sólidos Municipales en una planta de gasificación por arco de plasma con capacidad de 94 ton/día.

La Planta a analizar se llama Plasco Energy Group y se ubica en la ciudad de Ottawa Canadá. Esta planta fue construida para realizar una demostración del proceso que se lleva a cabo para el tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos los cuales se convirtieron en Energía/electricidad utilizando la tecnología más actual de gasificación por arco de plasma. El siguiente análisis determinara los parámetros económicos que rigen a una planta con esta capacidad y es un pequeño modelo a escala de lo que se puede realizar a futuro, todo esto tomando en cuenta que se utilizaron parámetros en Canadá por lo cual demostraremos la factibilidad económica de esta planta.

Foto 5.1. Planta Piloto de Gasificación por arco de plasma para conversión a Energía (Proyecto Plasco Trail Road)



Planta Piloto de Gasificación por arco de plasma para conversión a Energía (Proyecto Plasco Trail Road)

Plasco Trail Road (PTR) es la única planta comercial a escala en el mundo la cual convierte los residuos sólidos urbanos en un gas de síntesis que a su vez este gas mediante un motor convierte la energía en electricidad.

Plasco en asociación con la ciudad de Ottawa, en abril de 2006 se unieron para la construcción de la planta de demostración a escala comercial a través del relleno sanitario de la ciudad de Ottawa (Relleno Sanitario Trail Road). La instalación cuenta con una superficie de 1 hectárea, o 2.5 Acres) y fue construido en el espacio del relleno sanitario existente.

Plasco Trail Road fue construido para varios propósitos:

1. Demostrar la tecnología de Plasco a escala comercial
2. Producir datos de emisiones ambientales que acelerara permisos de proyectos comerciales
3. Mejorar incrementalmente el desempeño operativo y ambiental de los subsistemas
4. Validar modelos de ingeniería Plasco utilizados para diseños comerciales

Demostración a escala comercial

La planta Plasco Trail Road es operada por medio de un programa básico el cual permite el mantenimiento y las modificaciones que se deben realizar económicamente, al tiempo que proporciona una plataforma para demostrar directamente y mejorar la tecnología Plasco en una escala comercial. Plasco Trail Road está autorizada bajo las regulaciones específicas que permiten las operaciones y pruebas para proceder dentro de límites definidos y controles.

La primera planta inició el procesamiento post-reciclado de RSM de la ciudad de Ottawa en enero de 2008, las operaciones en PTR han tenido éxito:

- La electricidad generada por motores Jenbacher de GE se vendió a una compañía local
- Desempeño ambiental Superior
- La producción de escoria vitrificada comercialmente aceptable
- El tratamiento in situ de agua.

El proceso de Plasco el cual es fundamentalmente diferente de cualquier tecnología competitiva térmica. En lugar de utilizar antorchas de plasma directamente en la basura, Plasco utiliza plasma sólo para refinar los gases liberados a partir de la gasificación de los residuos en una cámara de conversión en ausencia de oxígeno. Con las antorchas interactuando sólo con el gas, hay una limitada demanda de

energía eléctrica. En el proceso, la basura se convierte en un gas de síntesis (syngas) que se utiliza para operar los motores de combustión interna.

Los resultados del proceso Plasco en producción de energía neta en el proceso de convertir el 95% de los residuos a energía limpia y productos de gran valor.

Debido a que la basura es gasificada y no quemada, los múltiples y costosos sistemas de disminución de la contaminación los cuales son requeridos por incineradoras pueden ser reemplazados con unidades de cadena única que producen un rendimiento en su desempeño ambiental. El resultado son emisiones bajas de gases que cumplen o superan los estándares ambientales más exigentes del mundo.

Parámetros para Análisis de Planta de Gasificación por Plasma.	
Capital al 6.00 % para 20 años	\$ 22,878,600.00
Concesión	\$ 5, 950,300.00
Capital Total	\$ 28,828,900.00
Valor Energético (kWh/ton) RSM	1,277
Energía a la Red (kWh/ton) RSM	1,021
Precio de Venta de Energía a red (cents/kWh)	\$ 9.91
Capacidad de la Planta (ton/día) RSM	94
Personal de Operación de la planta (Personas) (usd/hour)	15 a \$28
Mantenimiento y Operación (por año)	\$ 1,078,600.00
Reserva de Presupuesto Capital (por año)	\$ 328,300
Escoria Vitrificada (ton de escoria vitrificada/ton) RSM	0.20
Precio de Venta de Escoria Vitrificada (usd/ton)	\$15
Cuota de Entrada (ingreso)(usd/ton) RSM	\$ 32.68
Nota: Precios en dólares americanos	

Tabla 5.7 Parámetros para Análisis de Planta de Gasificación por plasma de Plasco Trail Road, en Ottawa Canadá: Parámetros U.S t-ton= 2000 pounds (907 kg) (Plasco Energy Group, Inc., Private Communication, May 3, 2007.

El análisis económico registro un ingreso neto de (total de ingresos – tota de gastos) \$118,022.05/ por año (antes de impuestos). Hubo dos parámetros económicos clave los cuales determinaron el ingreso neto positivo como fue la concesión de \$ 5,950,300.00 y el precio de venta de la electricidad de 9.91 cents/kWh a la red.

5.5 Conversión a energía (Estudio económico)

Residuos a Energía. Waste to Energy

Muchas ciudades y zonas del mundo han tenido la necesidad de establecer o ampliar algún Relleno Sanitario. Como hemos hablado durante esta investigación una alternativa para reemplazar al existente Relleno Sanitario Convencional es la actual e innovadora tecnología de la gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales, la cual se ha ido desarrollando en estas últimas épocas. Este reciente proceso innovador eliminará o minimizará la necesidad de los rellenos sanitarios mediante el proceso de gasificación por arco de plasma.

Una planta de gasificación por arco de plasma con una capacidad de 500 ton/día ha sido diseñada y establecida para el tratamiento de los RSM en Linn County. Por lo tanto, esta capacidad fue seleccionada como razonable con economía de escala para llevar a cabo un análisis económico preliminar.

En este capítulo, la parte económica será realizada y evaluada por medio del proceso de conversión de RSM por gasificación por arco de plasma (proceso de pirólisis) convertido a syngas y escoria vitrificada. El syngas es utilizado para generar energía y la escoria como material para caminos.

Los RSM pueden ser procesados utilizando el proceso gasificación por arco de plasma como está representado básicamente en la siguiente Figura.

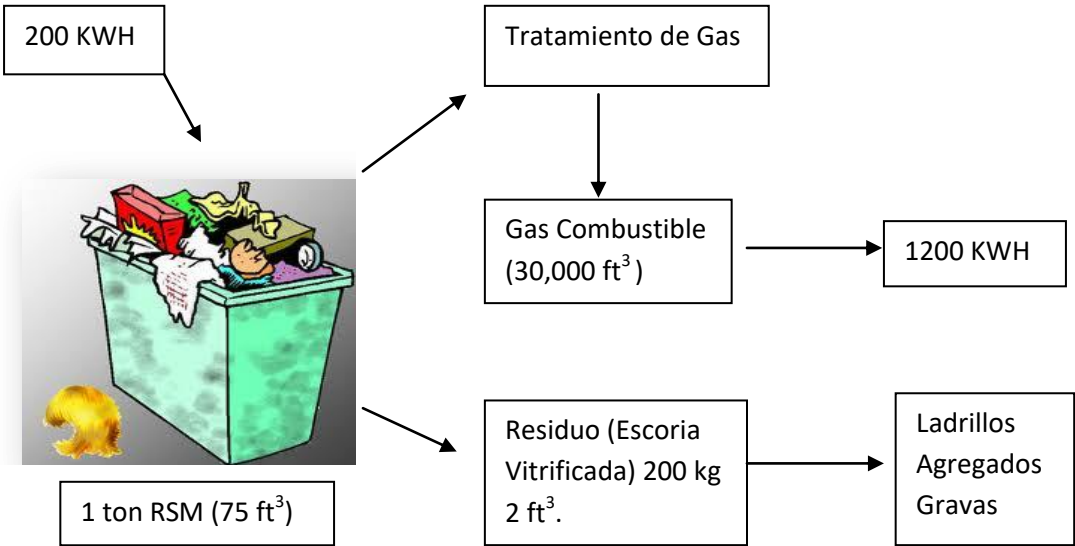


Figura 5.1 Residuos Sólidos Municipales a Energía. (Circeo 2005).

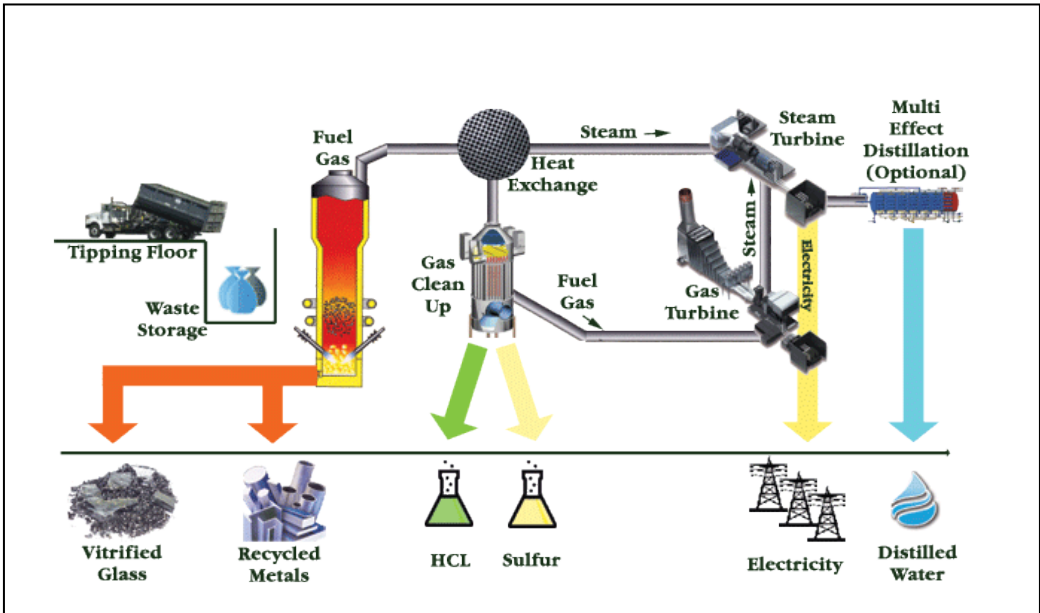


Figura 5.2 Diagrama de flujo del proceso, Sistema de gasificación por plasma, aplicado a RSM (Recovered Energy, Inc., Pocatello, Idaho)

Una Tonelada de RSM utiliza 500 kWh del total de la energía producida mediante el proceso, pero recientes avances tecnológicos han reducido esta utilización a 200 kWh/ton de RSM. La escoria vitrificada o residuos de roca producen 400 libras o 182 kg. (Circeo 2006).

El costo de capital para el proceso de gasificación por arco de plasma para producir energía y escoria vitrificada puede ser deducido de la siguiente Figura 1.1, Costo de capital vs Capacidad. (Circeo 2005).

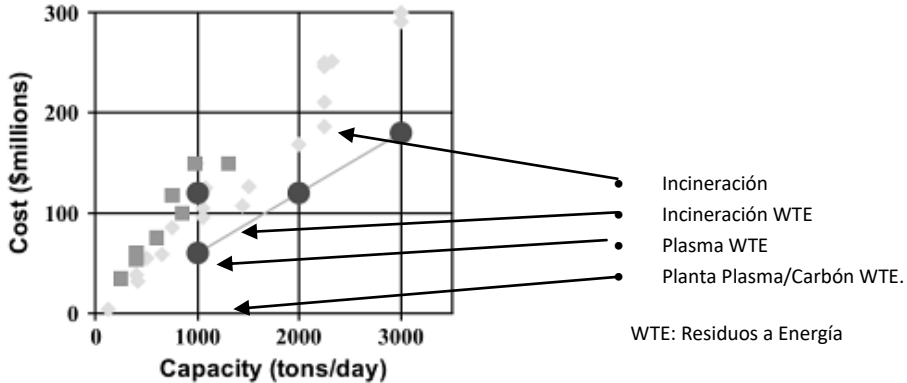


Figura 5.3 Costo del Capital y Capacidad. Sistema de Gasificación por arco de plasma. (Circeo 2005).

Fuente: Circeo, L.J., Engineering and Environmental Applications of plasma Arc Technology, Technological Forum, Kirkwood Training And Outreach Services Center, Marion, Iowa, November 22, 2005.

Con la información presentada se realizara un análisis económico preliminar, el cual puede ser deducido para las necesidades en Linn County, Iowa para una planta con capacidad de 500 ton/día de RSM. Como se indica, el exceso de energía eléctrica producida para la venta es de 800 kWh/ton RSM.

Los siguientes casos 1 y 2 son aplicados a un punto de equilibrio.

Capital de Inversión			
Gobierno (Concesión)	Industria y Gobierno Local (Financiamiento)	Tarifa para RSM como Punto de Equilibrio	Comentarios
Caso 1			
\$30,480,000 (38.5%)	\$48,690,000 (61.5%)	\$35.00/ton	146,000,000 kWh/año a una venta de 2.5 c/kWh y pagos por incentivos gubernamentales de 1.8 c/kWh
Caso 2			
\$0	\$79,170,000	\$49.20/ton	146,000,000 kWh/año a una venta de 2.5 c/kWh y pagos por incentivos gubernamentales de 1.8 c/kWh
Nota: La tarifa común para un relleno sanitario es de \$35 por Ton de RSM aprox en E.U.A.			
Ahora, si el exceso de energía eléctrica para su venta es de 600 kWh/ton RSM, el siguiente análisis económico para los casos 3 y 4 aplicando un punto de equilibrio.			
Caso 3			
\$45,562,000 (57.55%)	\$33,608,000 (42.45%)	\$35.00/ton	109,500,000 kWh/año a una venta de 2.5 c/kWh y pagos por incentivos gubernamentales de 1.8 c/kWh
Caso 4			
\$0	\$79,170,000	\$56.17/ton	109,500,000 kWh/año a una venta de 2.5 c/kWh y pagos por incentivos gubernamentales de 1.8 c/kWh
Si los pagos por incentivos gubernamentales de 1.8 cents/kWh son remplazados con 1.8 cents/ kWh como créditos fiscales similarmente a los utilizados para los procesos de recuperación de energía eólica y la compañía vende la energía producida, a un punto de equilibrio para el caso 5.			
Caso 5			
\$0	\$79,170,000	\$35.00/ton	109,500,000 kWh/año a una venta de 6.72 c/kWh y pagos por créditos fiscales gubernamentales de 1.8 c/kWh

Nota: precios en dólares americanos

Análisis

Una planta de gasificación por arco de plasma opera 500 ton/diarias para el tratamiento de RSM con un total de inversión de capital de \$79,170,000. El financiamiento del capital para el proyecto será con una tasa de 5.75% de interés para 20 años y se realizarán dos pagos por año. Habrá un incentivo gubernamental de 1.8 cents/kWh, para producir energía renovable por arriba del máximo pago de \$750,000.00 por año y un 1.0 cent/kWh ingreso para bonos verdes relacionados con producción de energía renovable la cual fue utilizada para el análisis financiero.

Para los casos 1 y 2 la planta generará 146,000,000 kWh/añual de energía eléctrica (energía renovable) para vender al sistema de red eléctrica a 2.5 cents/kWh. Para el caso 3 y 4, la planta generará 109,500,000 kWh/añual de energía eléctrica (energía renovable) para vender al sistema de red eléctrica a 2.5 cents/kWh.

El producto o residuos escoria vitrificado o material roca para caminos será vendido como un material de construcción para caminos a \$15/ton. Como consideraciones de costos extras, por operación y mantenimiento y una reserva de capital del presupuesto han sido considerados en la evaluación económica. Alrededor de 50 puestos de trabajos serán creados para la nueva planta de plasma. Para el caso 5 el cual es similar al 4, con excepción de los créditos fiscales gubernamentales de 1.8 cents/kWh es utilizado antes del pago de efectivo por incentivos. También, la utilidad de las ventas de la compañía por el exceso de generación de energía a 6.72 cents/kWh para una tarifa con punto de equilibrio de \$35.00/ton RSM.

Evaluación económica Caso

Para este análisis económico inicial, un enfoque probable para un plan de negocios implica un esfuerzo de cooperación entre el servicio público local y las entidades locales gubernamentales. En consecuencia el Gobierno local participa en la parte del sistema de tratamiento de la planta de gasificación por arco de plasma mientras la planta local participa en la generación de energía eléctrica (energía renovable) produciendo parte de la planta. En consecuencia el gobierno local permanece en el plan de negocio de RSM mientras la compañía privada en el negocio de la generación de energía eléctrica. Esto parece ser una situación de ganar- ganar para el gobierno local y para la compañía privada.

Para el caso 1 se presenta un análisis económico preliminar de un planta de gasificación por arco de plasma para Linn County, en Iowa para una producción 800 kWh/ton de RSM para una venta como exceso de energía. La Industria y el gobierno local invierten 61.5% del capital total y el Gobierno una concesión gubernamental por el resto 38.5% de los requerimientos de capital. Los resultados de la cooperativa para una tarifa de \$35/ton como punto de equilibrio. La tarifa de \$35/ton de RSM es una tarifa típica para Linn County, en IOWA.

Para el caso 2 se presenta una evaluación económica similar al caso 1, pero con la diferencia que el gobierno local y la industria financian el 100% del total del capital de \$79,170,000. El resultado neto para una tarifa con punto de equilibrio estará incrementándose a \$49.20/ton RSM. Si, como quiera el caso 2 tuviera vendida la energía producida a \$4.5 cents/kWh, el precio como punto de equilibrio para la tarifa de entrada será alrededor de \$33 ton/ton RSM.

Para el caso 3 se presenta un análisis preliminar económico de una planta de gasificación por arco de plasma en Linn County, Iowa para una producción de la planta de 600kWh/ton RSM con una venta de energía mas del lo normal. El gobierno local y la industria invierten 42.5% del total del capital y el gobierno da una concesión por el resto 57.5% del capital. La resultados de la unión de las cooperativas da una tarifa para RSM de \$35/ton como punto de equilibrio. La tarifa de \$35/ton de RSM es una tarifa típica para Linn County, en Iowa.

Para el caso 4 se presenta una evaluación económica similar al caso previo pero gobierno local e industria financian el 100% de los requerimientos de capital por la cantidad de \$79,170,000. El resultado neto como punto de equilibrio para una tarifa será incrementada a \$56.17 ton RSM. Si comoquiera el caso 4 tuvo una producción de energía vendida a \$4.5 cents/kWh el precio de punto de equilibrio para una tarifa de entrada será de alrededor \$44/ton RSM.

El caso 5 es similar al 4 con la excepción en el cual el gobierno da un crédito fiscal de 1.8 cents/kWh utilizados en lugar del pago de incentivos en efectivo. También las utilidades de la compañía venden el exceso de energía generada a 6.72 cents/kWh para una tarifa como punto de equilibrio de \$35.00/ton RSM. Adicionalmente la empresa de servicios públicos genera un crédito fiscal de \$1,971,000.00 por año con el crédito fiscal considerado como un ingreso, el precio como punto de equilibrio para la energía producida llega a ser de \$4.92 c/kWh.

Conclusión (Propuesta para un futuro desarrollo)

Una propuesta lógica es tomar los análisis económicos iniciales presentados para un área en particular y en un tiempo específico, en el cual ambas partes realicen un esfuerzo en cooperación mutua, gobierno e industria y lleguen a ser completamente transparentes y confiables en el análisis económico final.

El problema de nuestro país es precisamente el sistema actual de gobierno, el cual no es nada confiable ni transparente. Nuestro sistema de Gobierno presenta muchas irregularidades y las personas que están al frente de los proyectos ven intereses personales o a corto plazo impidiendo un involucramiento confiable y transparente en ambas partes. Para realizar este tipo de proyectos este será el reto principal a vencer.

El análisis económico final será el que determine si la tecnología para el tratamiento de los residuos sólidos municipales por medio de la gasificación por arco de plasma es económicamente y ambientalmente atractiva como una alternativa para remplazar a los rellenos sanitarios.

Nota: Los precios en dólares americanos

5.6 Factibilidad económica (Residuos a energía)

Evaluación económica preliminar para la gestión de residuos sólidos municipales RSM, Residuos Comerciales CW, Residuos Industriales IW, localizados en Marion, Cedar Rapids and Linn Cluny, Iowa utilizando Tecnología de Gasificación por arco de plasma.

Un análisis económico preliminar fue realizado para evaluar el uso de la tecnología de gasificación por arco de plasma para la gestión de residuos sólidos municipales RSM para el Condado de Linn, Cedar Rapids and Marion, Iowa. Para los propósitos de esta evaluación económica, el syngas es utilizado para generar energía eléctrica y la escoria es utilizando como material de construcción para caminos.

El proceso básico de Gasificación por arco de plasma a evaluar será el representado en la siguiente figura.

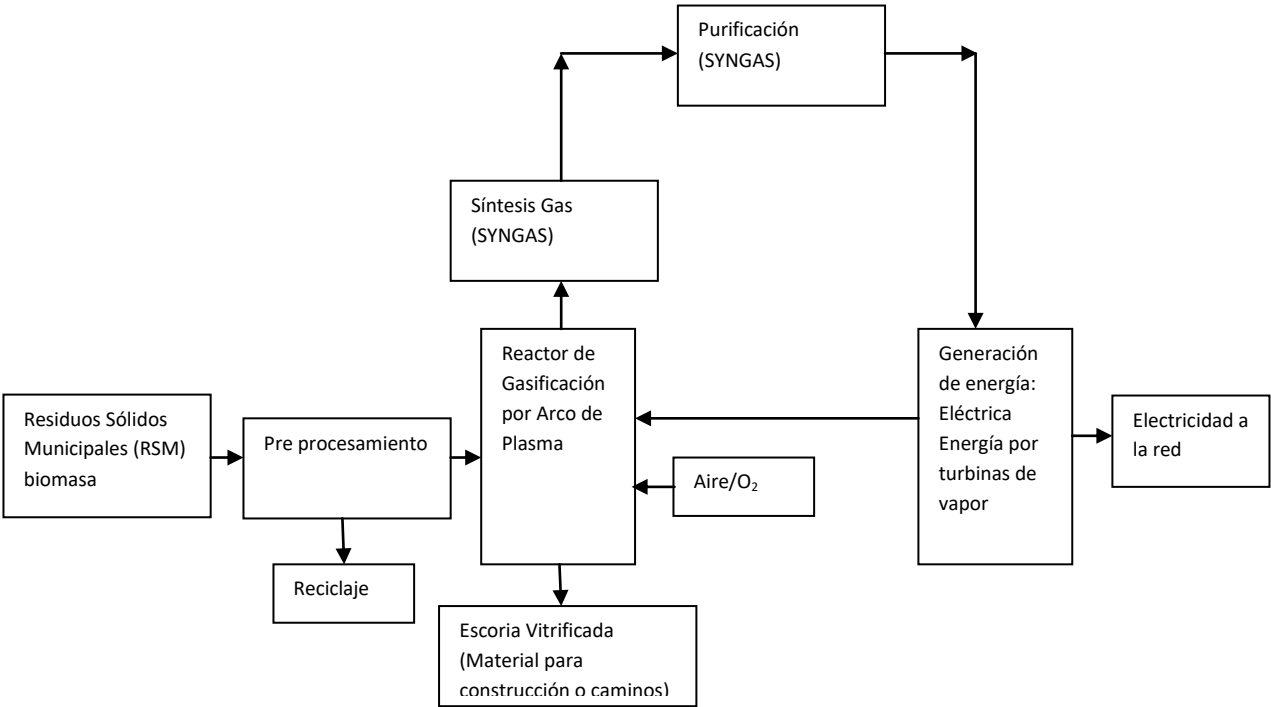


Figura 5.4 Proceso esquemático, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.

Para el análisis económico, la cantidad de Residuos sólidos Municipales RSM para su procesamiento en la planta de gasificación por arco de plasma fueron para una capacidad de 724 ton/día. Las siguientes cantidades de residuos a tratar son de Cedar Rapids/Linn County Agencia de residuos sólidos, año fiscal junio 30 a Noviembre 12 de 2007. (Tabla 5.8)

Generación de Residuos, Cedar Rapids, Condado de Linn, Iowa, E.U.A.	
<i>Generador de Residuos</i>	<i>Total (Ton/día)</i>
Ciudad de Cedar Rapids, Iowa	55.26
Ciudad de Marion, Iowa	14.40
Cedar River Paper	233.00
Cedar Rapids, Iowa	
Hauler accounts	
Clientes en efectivo	52.52
Disposición A-1	100.71
Disposición ABC	63.54
Gestión y manejo de residuos	10.19
Hauling Wilson	39.67
BFI	36.02
Rudd sanitation	17.03
Banner Valley	17.35
Wapsi waste	3.83
DW Zinser	11.61
Johnson County Refuse	4.03
Absolute Disposal	0.00
Otros cargos de disposición	64.78
Total	723.94

Tabla 5.8 Relleno Sanitario Tonnage, Cedar Rapids/Linn County, Iowa.

Fuente: Cedar Rapids/Linn County Solid Waste Agency, Fiscal Year-2007; Landfill Tonnage. Received by landfill- site#2. (Harthun 2003).

La caracterización de los RSM puede ser encontrada en el departamento de Recursos Naturales de Iowa IDNR. (Iowa Stated Waste Characterization Study, Iowa Department of natural resources, R.W. Beck, Inc., January 2006).

Como es observado, los residuos sólidos municipales que son generados en esta ciudad y que serán tratados en una planta de gasificación por arco de plasma son de 724 ton/día. Otros parámetros utilizados en el análisis económico son mostrados en la tabla 5.9.

Parámetros económicos	
Parámetro	Valor
Capital	6.00 % a 20 años
Tarifa (Ingreso)	\$35.00/ton residuos
Escoria Vitrificada precio de venta	\$15.00/ton
Electricidad precio de venta	4.50,5.50, and 6.5 c/kWh
Bonos verdes	2.00 c/kWh
Crédito fiscal del Estado	1.50 c/kWh arriba de 20 MW
Mano de Obra	\$28.00/hora
Otros factores considerados: Operación y mantenimiento, Suministros para mantenimiento, operaciones y Seguros y Reserva de Presupuesto Capital.	

Tabla 5.9 Parámetros económicos para el análisis económico.

Nota: Los costos del propietario como adquisición de terreno, tarifas por licencias, no fueron considerados, ya que estos costos son específicos.

Con estos factores económicos, fig. 5.5 fue realizada.

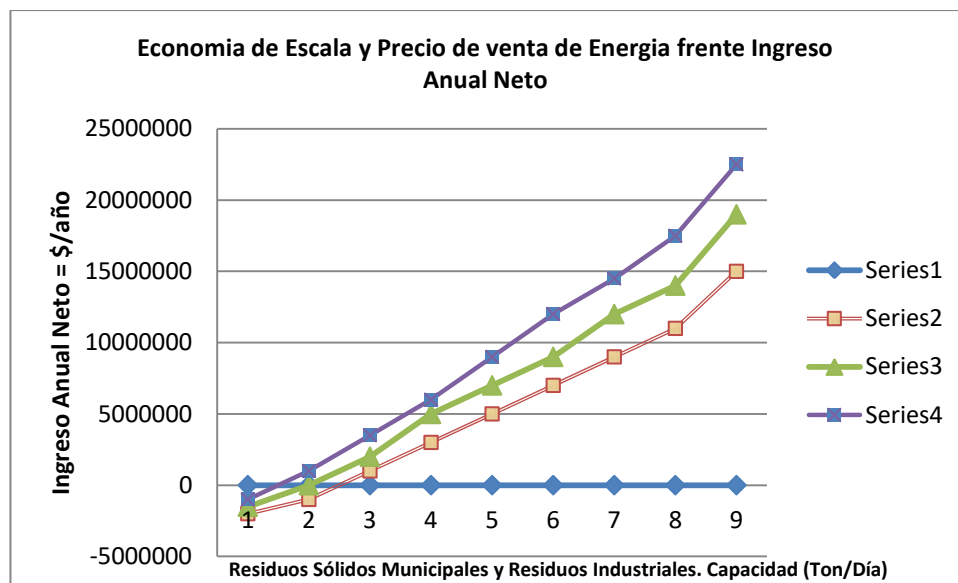


Figura 5.5 Capacidad de planta y Ingreso Anual Neto, Economía de Escala.

Capacidad (Ton/Día)	Ingreso Anual Neto (\$/Año)	Ingreso Anual Neto (\$/Año)	Ingreso Anual Neto (\$/Año)
Precio Venta Electricidad (cents/kWh)	4.5	5.5	6.5
100	-2000000	-1500000	-1000000
200	-1000000	0	1000000
300	1000000	2000000	3500000
400	3000000	5000000	6000000
500	5000000	7000000	9000000
600	7000000	9000000	12000000
700	9000000	12000000	14500000
800	11000000	14000000	17500000
1000	15000000	19000000	22500000

Tabla 5.10 Capacidad de planta y Ingreso Anual Neto, Economía de Escala

Capital de inversión y Capacidad	
Capacidad (tpd) toneladas por día	Inversión Capital
100	\$ 38,676,000.00
200	\$ 58,622,000.00
500	\$ 101,584,000.00
700	\$ 124,309,000.00
1000	\$ 154,000,000.00

Tabla 5.11 Capacidad de planta vs Capital de Inversión. **Nota: precios en dólares americanos**

Con una capacidad de planta de alrededor 724 ton/día de residuos, la planta de gasificación por arco de plasma genera alrededor de \$10 millones anualmente, ingreso neto anual antes de impuestos (Ingresos totales anuales – Gastos Totales Anuales), si la electricidad es vendida a \$4.50 cents/kWh. A un precio de venta de la energía a la red eléctrica de 5.50 y 6.50 c/kWh, el ingreso anual neto antes de impuestos es de alrededor de 13 millones y 16 millones anuales, respectivamente. La inversión de capital sería de alrededor de \$130 millones. Adicionalmente a esto una planta de gasificación por arco de plasma crearía alrededor de 50 nuevos empleos.

Mediante la figura 5.5, está claro que una planta de gasificación por arco de plasma se acerca a su punto de equilibrio a una capacidad de 200-300 toneladas de residuos/diarios. El ingreso neto anual antes de impuestos y lo que influye la capacidad de la planta son conjuntamente conocidos como **economía de escala**.

Está claro mediante la figura 5.5 que la planta de gasificación por arco de plasma con una capacidad de 1000 ton/día tiene un ingreso anual neto antes de impuestos de entre 15 a 23 millones por año dependiendo del precio de venta de la energía a la red. Los costos de capital son aproximadamente \$154 millones. Por lo tanto el lógico acercamiento sería un gran esfuerzo de cooperación entre ambas entidades, gobierno e industria, para que la economía de escala este completamente hecha.

La producción de energía neta de una planta de gasificación por arco de plasma se estima dentro de 21, 30 y 43 MW para una capacidad de 500, 700, 1000 ton/día, de residuos respectivamente.

Conclusiones y recomendaciones

La tecnología por medio de la gasificación por arco de plasma es económicamente viable para el tratamiento y manejo de RSM para la zona de Linn County, Cedar Rapids, y Marion, Iowa. El subcomité de Energy-from-Waste determino que el proceso de gasificación por arco de plasma sería el más atractivo y económicamente viable para el manejo general de los residuos sólidos. Además de que una planta de gasificación por arco de plasma genera alrededor de 50 o más nuevos empleos.

Debido a la economía de escala, los precios de venta de la energía eléctrica y otros factores económicos; el proceso de gasificación por arco de plasma y su economía fueron desarrollados para asistir a otros de la comunidad por medio de la evaluación de esta nueva tecnología para todos los ciudadanos en el área del condado de Linn, Cedar Rapids y Marion.

Ambientalmente, la tecnología de gasificación por arco de plasma emite muy bajos niveles de ambas emisiones de aire y lixiviación de escoria toxica comparado con otras tecnologías térmicas potenciales. (Circeo, L.J. 1997). Adicionalmente, esta tecnología de gasificación por arco de plasma puede minimizar, pero no eliminar, la necesidad de los rellenos sanitarios y puede ser utilizada para eliminar los antiguos rellenos sanitarios existentes. Los residuos antiguos en los rellenos sanitarios existentes pueden ser extraídos y removidos y utilizados como energía suplementaria o basura con potencial de ser transformada a energía en una planta de gasificación por arco de plasma. Por lo tanto, el uso de nuevos sitios #2 de rellenos sanitarios pueden ser minimizados, pero no eventualmente eliminados y el sitio viejo#1 de rellenos sanitarios si pueden ser eliminado.

Un lógico enfoque seria tomar estos análisis económicos preliminares presentados para una zona en particular y periódicamente actualizar los análisis por medio de la cooperación entre una o más partes gubernamentales y entidades industriales, así que para que esto funcione ambas partes deberán ser totalmente transparentes y confiables en el análisis económico final que realicen entre ambos. Este verdadero y transparente análisis económico actualizado, por lo tanto determinara el enfoque final tomado por ambas partes el gobierno y la industria para la determinación de si la gasificación por arco de plasma es económicamente y ambientalmente atractiva como una alternativa para sustituir a los rellenos sanitarios.

La atracción de la tecnología de gasificación por arco de plasma es la nueva generación de energía eléctrica renovable y su residuo (escoria vitrificada) un aprovechable material para la industria de la construcción, con propiedades ambientalmente aceptables.

Para la ejecución de este tipo de proyectos, la combinación de empresas que presten servicios en cooperación con un gobierno local transparente, sería el mejor escenario para la evolución de este tipo de proyectos renovables, con beneficios tangibles para el medio ambiente.

Para el desarrollo de nuevos proyectos debemos de tener en cuenta que los datos específicos de este caso son del sitio, país, proyecto en particular; por lo tanto deberemos hacer buen uso de estas bases de datos y proyectos existentes para el desarrollo de las futuras empresas encargadas en innovar, crear y desarrollar la tecnología de gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales.

Debido a la economía de escala, el plan de negocios que mejor beneficia para los proyectos de plantas de gasificación por arco de plasma es en la cual las plantas a mayor capacidad, serán más rentables por su economía de escala.

Como comentario final, este estudio (Evaluación económica preliminar) debería de ser considerada como fase I. La fase II necesitará un análisis económico del caso del sitio en específico involucrando agencias gubernamentales, compañías industriales y compañías de servicios para el beneficio total de todos los ciudadanos de la comunidad. (Circeo 1997).

5.7 Otros parámetros de Economía

El proceso de gasificación por arco de plasma demuestra su valor en términos económicos por medio de una inversión inicial de aproximadamente 150 millones de dólares.

ECONOMIA ANUAL	
Ingresos	
Producción de electricidad	\$13,230,000
Tarifa de entrada	\$9,187,500
Ventas por reciclaje	\$8,568,375
Ventas de Escoria	\$315,000
Ventas Sulfuro/HCl	\$1,750
Total	\$31,302,625
Gastos	
Gastos de Operación	\$9,828,330
Deudas pagos	\$14,407,225
Impuestos	\$0
Total	\$24,235,555
Flujo de efectivo Anual	\$7,067,070

Tabla 5.12. Términos económicos básicos. Dodge (2008)

Solid Waste Management in developing countries through Plasma Arc Gasification- An Alternative Approach. (Ojha, Reuben, Sharma 2012)

5.8 Financiamiento

Los proyectos de Ingeniería sustentable cada día se hacen más rentables y por lo tanto las instituciones financieras están apoyando cada día más su financiamiento.

Los proyectos de ingeniería renovable en esta época se han ido haciendo más atractivos y provechosos, ya que además de ser factibles técnica y ambientalmente, también son rentables. Los préstamos para proyectos de inversión permiten financiar la adquisición de bienes y la contratación de obras y servicios para proyectos de desarrollo económico y social en una amplia variedad de sectores. Suelen abarcar un período de cinco a diez años. Inicialmente concentrados en el financiamiento de componentes físicos, servicios de ingeniería y proyectos de residuos sólidos.

Los préstamos para proyectos de inversión están ahora más relacionados con el fortalecimiento institucional, el desarrollo social y la infraestructura de políticas públicas necesarias para facilitar la actividad privada. Los proyectos son variados y entre sus objetivos se cuentan la reducción de la pobreza principalmente y en este caso la gestión de los residuos sólidos municipales.

Las condiciones económicas en nuestro país han ido limitado la asignación de recursos financieros para brindar un servicio de gestión integral y sostenible de los residuos sólidos municipales. A ello hay que añadir que normalmente las autoridades no pongan atención en los problemas reales que presentan las ciudades de nuestro país.

Algunas de las Instituciones financieras que han apoyado proyectos de ingeniería y han obtenido éxito en los proyectos debido a su financiamiento son:

Banobras

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos es una institución de banca de desarrollo que se tipifica como empresa pública con participación estatal mayoritaria, su objeto es financiar o refinanciar proyectos de inversión pública o privada en infraestructura y servicios públicos, así como coadyuvar al fortalecimiento institucional de los gobiernos Federal, estatales y municipales.

Banobras juega un papel decisivo para atenuar los efectos de la contracción económica al dirigir todos sus esfuerzos para fortalecer la inversión en:

-

- Infraestructura social básica, destinada a elevar las condiciones de vida de todas las familias y, con ello, sus capacidades y oportunidades de desarrollo personal, al poner a disposición de los gobiernos locales instrumentos de financiamiento para la atención de necesidades básicas de la población.
- Infraestructura para la competitividad y el desarrollo, que busca la creación de más y mejores empleos y un sostenido crecimiento económico al financiar proyectos con alta rentabilidad social.

Objetivos Estratégicos

1. Ampliar la cobertura de Estados y Municipios
2. Inducir el financiamiento a través de garantías
3. Incrementar el financiamiento a proyectos con fuente de pago propia
4. **Promover el financiamiento de proyectos sustentables**

Entre la información que las Instituciones de Crédito tienen obligación de poner a disposición del público en general se encuentra el Artículo 31 de la ley de Instituciones de Crédito

- Programa de Crédito
- Déficit por Intermediación Financiera
- Gasto corriente y de inversión
- Contingencia por garantías
- Contingencias laborales
- Otras contingencias

Banobras, como el Banco de la Infraestructura de México, apoya el desarrollo de proyectos que fomentan el crecimiento económico y contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población. En este sentido, el Banco canaliza financiamientos a su sector objetivo, Estados, Municipios y Proyectos de Infraestructura, a través de una amplia gama de programas y productos financieros.

Algunos de los **principales programas y productos** que ofrece BANOBRAS son:

Productos para Proyectos de Infraestructura.

Crédito Directo.

Banobras canaliza financiamientos para el desarrollo de proyectos de infraestructura en los distintos sectores de la economía, los cuales se ajustan a las necesidades específicas de cada una de las obras. Entre los principales sectores de atención están carreteras, agua, residuos sólidos, entre otros.

Programa de Liquidez a Contratistas de Obra Pública.

Banobras apoya a los contratistas del sector de la construcción, cuya actividad se oriente a la construcción y mantenimiento de infraestructura básica y de servicios, mediante líneas de crédito en cuenta corriente. Los recursos que se otorgan a través de este Programa se canalizan a empresas privadas con el objeto de que éstas cuenten con liquidez suficiente para ejecutar en tiempo y forma las obras establecidas en los contratos, celebrados con dependencias públicas federales, estatales y municipales.

Fondo Nacional de Infraestructura.

Banobras, como fiduciario del Fondo Nacional de Infraestructura ofrece apoyos recuperables y no recuperables para estudios y proyectos con participación privada. Los apoyos recuperables incluyen garantías, créditos subordinados y capital de riesgo. Los apoyos no recuperables se brindan en forma de contribuciones y subvenciones. Estas últimas permiten mejorar la rentabilidad financiera de proyectos con alto impacto social. Asimismo, el Fondo Nacional de Infraestructura cuenta con programas dirigidos a impulsar el desarrollo de proyectos en algunos sectores estratégicos:

Programa de Residuos Sólidos Municipales (PRORESOL).

Este Programa consiste en el otorgamiento de apoyos financieros no recuperables a los gobiernos municipales y estatales, a fin de incentivar la participación privada en proyectos de inversión en infraestructura de servicios públicos urbanos, enfocados a residuos sólidos como son el servicio de barrido, la recolección, la separación, el aprovechamiento y el reciclaje, así como la disposición final en rellenos sanitarios.

Programa de Garantías para Medianas Constructoras Mexicanas.

A través de este programa se apoya a medianas empresas mexicanas con garantías que les permitan aportar el capital requerido para participar en las licitaciones de proyectos de infraestructura que llevan a cabo el Gobierno Federal, los Estados y los Municipios.

De esta manera las medianas constructoras mexicanas pueden competir en igualdad de condiciones con empresas de mayor tamaño, así como con sus similares de otros países

Asociación Público-Privada

Banobras apoya a empresas del sector privado que desarrollan proyectos relacionados con servicios públicos e infraestructura, en base a instrumentos jurídicos suscritos por las empresas con agentes privados o instituciones públicas y que les permiten obtener una contraprestación por la ejecución y operación de los proyectos.

En este sentido, Banobras cuenta con una oferta que permite adaptar los financiamientos a las condiciones y características específicas de cada proyecto, utilizando como fuente de pago del financiamiento la contraprestación recibida por las empresas.

De esta manera, Banobras promueve la participación de las empresas privadas en el sector de infraestructura, dando certidumbre a los inversionistas y a los promotores de los proyectos.

Caso de éxito

Pozos Geotérmicos Cerro Prieto, Baja California

Apoyo a: Asociación público-privada

A través de: Programa de liquidez a contratistas

La CFE licitó el contrato mixto de obra pública financiada para la perforación y equipamiento de 20 pozos en el campo geotérmico de Cerro Prieto.

Antecedentes

Con la finalidad de explotar la energía geotérmica de la región de Cerro Prieto en Baja California, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) licitó, en 2008, el contrato mixto de obra pública financiada

para llevar a cabo la perforación y equipamiento de 20 pozos en el campo geotérmico en Cerro Prieto. El proyecto consiste en extraer vapor endógeno a la superficie y así producir energía eléctrica. Se estima que la obra comience a operar en octubre del 2010.

Beneficios

Con la realización de esta obra, la Comisión Federal de electricidad busca:

- Incursionar en nuevas, diversas y ecológicamente sustentables tecnologías para la generación de energía eléctrica.
- Proporcionar el conducto adecuado para realizar la extracción de vapor endógeno a la superficie, con el objeto de contar con la conducción separada de vapor y agua.
- Incrementar la infraestructura de generación de energía eléctrica.

Apoyo Banobras

La empresa ganadora del contrato solicitó a Banobras financiamiento para proporcionarle liquidez para la perforación de los pozos geotérmicos.

El financiamiento otorgado por Banobras fue a través del Programa de Crédito para Liquidez a Contratistas de Obra Pública y de Servicios Vinculados con la Generación de Infraestructura o la Prestación de Servicios Públicos, que actualmente tiene el Banco para atender este segmento de mercado.

Tasas de Interés

La tasa de interés que se maneja para los proyectos de infraestructura que Banobras financia está de acuerdo al riesgo del proyecto. La tasa de interés en la que se apoya Banobras para financiar obras es la TIIE entre +1 y +3.

La TIIE (Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio) es una tasa representativa de las operaciones de crédito entre bancos. La TIIE es calculada diariamente (para plazos 28, 91 y 182 días) por el Banco de México con base en cotizaciones presentadas por las instituciones bancarias mediante un mecanismo diseñado para reflejar las condiciones del mercado de dinero en moneda nacional.

Banco Mundial (Instituto del Banco Mundial)

El Banco Mundial, (WB World Bank) es uno de los organismos especializados de las Naciones Unidas, que se define como una fuente de asistencia financiera y técnica para los llamados países en desarrollo. El Banco Mundial es el mayor financista internacional de proyectos de biodiversidad, abastecimiento de agua y saneamiento. Su propósito declarado es reducir la pobreza mediante préstamos de bajo interés, créditos sin intereses a nivel bancario y apoyos económicos a las naciones en desarrollo. Está integrado por 186 países miembros. Fue creado en 1944 y tiene su sede en la ciudad de Washington, Estados Unidos.

El Banco Mundial es una fuente vital de asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de todo el mundo. Está integrado por dos instituciones, fundamentales para entender las políticas de desarrollo que tuvieron lugar a partir de la segunda mitad del siglo XX: el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y el Fondo Monetario Internacional (FMI).

El Instituto del Banco Mundial es un punto de contacto global de conocimientos, aprendizaje e innovación para colaborar en la reducción de la pobreza. Como parte del Grupo del Banco Mundial, conecta a los profesionales, las redes y las instituciones para ayudarlos a encontrar soluciones a sus desafíos en el campo del desarrollo.

El objetivo del BIRF es reducir la pobreza en los países de ingreso mediano y las naciones pobres con capacidad crediticia. Por su parte, la AIF centra sus actividades exclusivamente en los países más pobres. Estas instituciones son parte de un organismo mayor conocido como el Grupo del Banco Mundial. El Banco Mundial, creado en 1944, tiene su sede en la ciudad de Washington y cuenta con más de 9,000 empleados distribuidos en más de 100 oficinas en todo el mundo.

Estrategia

Son seis los temas estratégicos que impulsan los esfuerzos del Banco. Su foco de atención son los países más pobres, los Estados frágiles y afectados por conflictos, el mundo árabe, los países de ingreso mediano, los problemas relacionados con los bienes públicos mundiales y la prestación de servicios de aprendizaje y conocimientos.

Existen también estrategias para los ámbitos clave de esta labor:

- Estrategias temáticas y sectoriales, que orientan la lucha contra la pobreza en un sector o aspecto específico del desarrollo. Cada una tiene su origen en un amplio proceso de consulta con una gran variedad de interesados.
- Estrategias de asistencia a los países, que identifican las áreas fundamentales donde es posible ayudar más adecuadamente a las naciones en su lucha contra la pobreza y el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible.

Servicios y productos financieros

La institución otorga préstamos con bajo interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo que apoyan una amplia gama de inversiones en educación, salud, administración pública, infraestructura, desarrollo del sector privado y financiero, agricultura y gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado.

También entrega financiamiento mediante asociaciones de fondos fiduciarios con donantes bilaterales y multilaterales. Muchos asociados han solicitado apoyo al Banco para gestionar iniciativas que abordan necesidades en una amplia variedad de sectores y regiones en desarrollo.

Intercambio de conocimientos innovadores

El Banco Mundial ofrece ayuda a los países en desarrollo mediante asesoramiento sobre políticas, investigación, análisis y asistencia técnica. En ese sentido, el trabajo analítico suele servir de base del financiamiento entregado y ayuda a moldear las propias inversiones de los países en desarrollo. La institución también apoya la formación de capacidades en las naciones a las que presta servicios y además, patrocina, ofrece o participa en diversas conferencias y foros sobre cuestiones de desarrollo, por lo general en colaboración con otros asociados.

A fin de garantizar que los países puedan acceder a los mejores conocimientos especializados a nivel mundial y ayudar así a generar conocimientos de vanguardia, el Banco busca constantemente mejorar la forma en que comparte este saber y se involucra con los clientes y el público en general. Las prioridades fundamentales incluyen:

- Resultados: Definición permanente del enfoque para ayudar a los países en desarrollo a producir resultados medibles
- Reforma: Esfuerzo por mejorar todos los aspectos de la labor, lo que incluye el diseño de los proyectos, la disponibilidad de la información (Acceso a información) y el acercamiento de las operaciones a las comunidades y Gobiernos clientes.
- Desarrollo abierto : Incluye una gama cada vez mayor de herramientas, investigación y conocimientos gratuitos y de libre acceso que permiten a las personas abordar los desafíos planetarios en materia de desarrollo. Por ejemplo, el sitio web Datos de libre acceso permite acceder a indicadores completos acerca del desarrollo en los distintos países que se pueden descargar en Internet. También existe el Foro Abierto –una serie de debates en vivo en que pueden participar personas de todo el mundo-, y que es parte clave de las Reuniones Anuales y de primavera, realizadas conjuntamente con el Fondo Monetario Internacional (FMI).

CAPITULO VI. CASO PRÁCTICO PLANTA DE GASIFICACION POR ARCO DE PLASMA PARA 700 TON/DIA EN ACAPULCO Y REGIÓN COSTA CHICA, GUERRERO.

Para este caso en particular, aplicando la información y recopilación de lo existente en la tecnología de gasificación por arco de plasma, se planteara un caso práctico de una planta de gasificación por arco de plasma para la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero, México. Con la planta de gasificación por arco de plasma se dará el servicio a toda la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero.

La planta tendrá una capacidad de 700 ton/día para procesar los residuos sólidos y convertirlos a energía, el costo de la planta se estima en \$ 1,500,000,000 millones de pesos. La producción de la energía será de 1 a 6, lo que quiere decir que con 200 kwh generamos 1200 kwh de energía. Los parámetros económicos a utilizar para esta planta serán los que se muestran en la siguiente tabla.

Parámetros Planta Gasificación por arco de Plasma	
Inversión Capital (al 8%, 20 años)	\$1,500,000,000.00
Capacidad de la Planta (Ton RSM/día)	700
Producción de energía (kWh/ton RSM)	1000
Operación y mantenimiento (\$/año)	\$43,000,000
Cuota de Entrada (\$/ton RSM) ingreso	\$350.00
Bonos Verdes (pesos/kWh)	0.26
Ventas por producción de energía (pesos/kWh)	0.75
Escoria (subproductos) (ton/ton RSM)	0.2
Venta de escoria (subproductos) (pesos/ton)	\$100
Mano de Obra (\$/día)	\$700

Tabla 6.1 Parámetros en análisis económico.

Nota: Precios en Pesos

La operación y mantenimiento está basada en lo investigado, pero aplicado en términos económicos al Estado de Guerrero. Las cuotas de entrada a la planta las igualamos a lo que se paga hoy en día por ingresar a un relleno sanitario.

Nota: Los precios son en pesos mexicanos para el caso práctico.

6.1 Identificación del área de Influencia

Los municipios de Ayutla de los Libres, Azoyú, Copala, Cuajinicuilapa, Cuautepec, Florencio Villareal, Igualapa, Juchitán, Marquelia, Ometepec, San Luis Acatlán, San Marcos, Tecoaapa, Tlacoachistlahuaca y Xochistlahuaca son los 15 municipios que conforman la Región Costa Chica en el Estado de Guerrero y Acapulco de Juárez el otro municipio, por tanto, se analizó de manera general considerando todas las etapas del sistema integral de limpia (desde la generación hasta la disposición final), siendo en este caso el área de influencia.

Para esta aplicación práctica consideremos a la región Costa Chica, integrada por los 15 municipios nombrados anteriormente y Acapulco de Juárez, ubicados en el estado de Guerrero, México.



Figura 6.1. Región Costa Chica y Acapulco, Estado de Guerrero México.

6.2 Diagnóstico de la situación actual

La región Costa Chica y Acapulco, actualmente cuentan con un sistema de recolección, transporte y disposición final en forma irregular. Este sistema de recolección, transporte y disposición ha sido planeado conforme al personal y equipo disponible.

El sistema de limpia no cuenta con un plan específico de recolección, solo está planeado conforme al personal y equipo disponible. El servicio lo brindan trabajadores directos del Ayuntamiento entre barredores, cargadores, choferes y un coordinador. Actualmente se recolectan aproximadamente 1250 ton/día de residuos diariamente, los cuales no son pesados por lo que su peso es estimado y no cuenta con ningún tipo de tratamiento en cuanto a su clasificación, separación o reciclaje. El barrido es manual y se da únicamente en la plaza y centros de reunión o calles principales de acceso al poblado. El área de disposición final actual para varios municipios son tiraderos a cielo abierto, los cuales se encuentran impactados y algunos de ellos se ubican al lado de cañadas y/o barrancos.

Foto 6.1 Vista Panorámica del tiradero a cielo abierto, basura en cañada, en el municipio de Cuauhtémoc Guerrero.



6.3 Generación de Residuos Sólidos Municipales

La generación de residuos sólidos en Acapulco y Costa Chica se estimará con datos de la CONAPO (Consejo Nacional de Población) e INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), para determinar los habitantes y su generación per cápita promedio, aunado a esto se agrega como anexo un estudio realizado en esa zona.

- Ver Anexo A

A continuación se muestra la siguiente tabla con la cantidad de residuos sólidos generados y recolectados en estos municipios.

Cantidad Total de Residuos Sólidos Recolectados Generados y recolectados los 15 Municipios de la región Costa Chica y Acapulco, Guerrero, México.					
MUNICIPIO	Población (INEGI 2005)	Generación per cápita (kg/hab/día)	Toneladas generadas (Ton/día)	Toneladas generadas recolectadas (Ton/día)	% de cobertura actual
Ayutla de los Libres	55,974	0.633	35.43	9	25.4%
Azoyú	13,448	0.545	7.33	6	81.9%
Copala	11,896	0.556	6.61	5	75.6%
Cuajinicuilapa	23,537	0.633	14.9	8	53.7%
Cuautepec	14,554	0.556	8.09	2	24.7%
Florencio Villareal	18,713	0.608	11.38	11	96.7%
Igualapa	10,312	0.545	5.62	1.5	26.7%
Juchitán	6,240	0.545	3.4	2.5	73.5%
Marquelia	11,801	0.556	6.56	7	106.7%
Ometepec	55,283	0.633	34.99	30	85.7%
San Luis Acatlán	41,884	0.556	23.29	8	34.3%
San Marcos	44,959	0.608	27.34	8	29.3%
Tecoanapa	42,619	0.545	23.23	5.5	23.7%
Tlacoachistlahuaca	18,055	0.545	9.84	6	61.0%
Xochistlahuaca	25,180	0.545	13.72	4	29.2%
Acapulco	602,401	1.5	903.6	700	75%
Total	996,856		1,134.2	812.5	70.0%
* Ver anexo A (CONAPO 2010).					

Tabla 6.2. Residuos sólidos generados y recolectados los 15 Municipios de la región Costa Chica y Acapulco, Guerrero, México. (CONAPO 2010).

6.4 Recolección de Residuos Sólidos.

La recolección actual en estos municipios se da por medio de barrido manual y mecánico, uso de contenedores, tambos. Para este caso práctico se contempla realizar la recolección en cada municipio y trasladarla en un camión transfer hacia la planta de gasificación por arco de plasma, la cual la ubicaremos en San Marcos Guerrero.

La recolección de los residuos sólidos en los municipios de Costa Chica y Acapulco, Guerrero se da con un personal de trabajadores dedicados únicamente al saneamiento básico del municipio y esto varía constantemente dependiendo de las necesidades del municipio y de la demanda de la temporada.

La recolección de los residuos sólidos en los municipios se da por medio de camiones, los cuales presentan condiciones de buenas a malas para su uso cotidiano, la recolección es de acera y no se sigue ninguna ruta planeada por el municipio.



Foto 6.2. Aspecto de Camión recolector 2007, en Ayutla de los Libres

En los municipios de la región de Costa Chica y Acapulco, Guerrero se cuenta con camiones encargados de la recolección de los residuos sólidos, los cuales presentan condiciones de buenas a malas, para su funcionamiento.

Actualmente en los municipios se recolectan 812.5 ton/día por 6 días que se trabajan a la semana, recolectando 4,875 Ton/semana y 253,500.00 Ton/Año.

Por lo antes mencionado se concluye que para estos municipios se instalará una planta de gasificación por arco de plasma con una capacidad de 700 ton/día, con una planeación para ampliarla a 1000 ton/día.

6.5 Identificación de tiraderos clandestinos.

La región Costa Chica y Acapulco Guerrero, a través de Saneamiento Básico ha identificado tiraderos clandestinos en todo lo largo y ancho del municipio, principalmente en carreteras, caminos y brechas de prácticamente todos los poblados, inclusive en los que se brinda el servicio, es un problema grave entre la población en general y es de cultura en la misma sociedad, es por eso que se plantea este proyecto de tratamiento de residuos sólidos con recuperación de energía para abastecer a los hogares de la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero.



Foto 6.3 Tiraderos clandestinos a la orilla de la carretera principal No. 200 Acapulco - Pinotepa Nacional.

6.6 Evaluación económica preliminar en planta de Gasificación por arco de plasma para Costa Chica y Acapulco.

Un análisis económico preliminar fue realizado en base a los siguientes parámetros y condiciones en la región de Costa Chica y Acapulco, Guerrero para la instalación de la planta de gasificación por arco de plasma.

Parámetros Planta Gasificación por arco de Plasma	
Inversión Capital (al 8%, 20 años)	\$1,500,000,000.00
Capacidad de la Planta (Ton RSM/día)	700
Producción de energía (kWh/ton RSM)	1000
Operación y mantenimiento (\$/año)	\$43,000,000
Cuota de Entrada (\$/ton RSM)	\$350.00
Bonos Verdes (pesos/kWh)	0.26
Ventas por producción de energía (\$/kWh)	0.75
Escoria (subproductos) (ton/ton RSM)	0.2
Venta de escoria (subproductos) (\$/ton)	\$100
Mano de Obra (\$/día)	\$700

Tabla 6.3 Parámetros en análisis económica. **Nota: Los precios son en pesos mexicanos.**

Para este proyecto se hará un plan de negocios en el que se involucren ambas partes, gobierno y compañía privada. El gobierno se hará cargo del negocio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales, mientras que la compañía privada se hará cargo de la generación de energía. Para este tipo de esquemas deberá existir una transparencia total entre gobierno y compañía, por lo cual en nuestro país será un gran reto a seguir para el desarrollo de este tipo de proyectos sustentables de residuos a energía.

Para este caso manejaremos un financiamiento completo del proyecto a una tasa de interés del 6% anual a 20 años por parte del gobierno y la compañía.

La planta de Gasificación por arco de plasma necesitará de una superficie de 20,000 m² para su construcción y posterior operación.

Los ingresos están dados por las ventas de energía eléctrica a la red (CFE), tarifas por toneladas de basura que entran a la planta, ventas de la escoria vitrificada como material agregado para caminos y bonos verdes. Los Egresos serán por operación, mantenimiento, personal y inversión principal en la compra de la planta.

Ingresos y egresos	
Capacidad de planta (ton/día)	700
Residuos Sólidos (Ton/año)	255,500
Escoria (Ton/año)	51,100
Costo Planta (millones de pesos)	\$ 1,500
Generación de energía (kWh/ton)	1000
Generación de energía anual (MW)	255,500
Ventas (pesos/año)	\$191,625,000
Tarifa Cuota de Entrada (pesos/año)	\$89,425,000
Escoria (Material para caminos) (pesos/año)	\$5,110,000
Bonos verdes (pesos/año)	\$ 664,300
Ingresos anuales	\$ 286,824,300
Operación y mantenimiento	\$43,000,000
Personal	\$6,387,500
Egresos anuales	\$ 49,387,500

Tabla 6.4 Ingresos y Egresos. **Nota: Precios en Pesos.**

La planta de gasificación por arco de plasma opera 700 ton/día para el tratamiento de los RSM en la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero, con un total de inversión inicial de \$1,500,000,000 millones de pesos. El financiamiento del capital será con una tasa del 6% de interés anual a 20 años. Habrá incentivos gubernamentales (bonos verdes) por la producción de energía renovable a razón de 0.26 pesos/kWh.

Para este caso la planta generará 255,000,000 kWh/añal de energía eléctrica (energía renovable), para vender al sistema de red eléctrica a 0.75 pesos/kWh.

Los residuos o escoria vitrificada serán vendidos como material de construcción para caminos a un costo de 100 pesos/ton.

Para la elaboración de este proyecto se tomo en cuenta costos en México y costos de diferentes proyectos por parte de compañías extranjeras E.U.A., como Westinghouse y Plasco Energy Group.

A continuación se presenta una corrida financiera con costos de inversión, ingresos, egresos, mostrándonos los ingresos totales netos y el punto de equilibrio en el cual para el año 16 los ingresos anuales netos ya son mayores a la inversión amortizada.

6.7 Evaluación económica del proyecto de inversión.

Valor Presente Neto

El método del valor presente neto es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizados en la evaluación de proyectos de inversión. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces, es recomendable que el proyecto sea aceptado.

Formula:

$$VPN = -S_0 + \left\{ \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \right\}$$

VPN= Valor Presente Neto

S_0 = Inversión Inicial

FNE= Flujo neto de efectivo del periodo n

n= Numero de periodos de vida del proyecto

i =tasa de recuperación mínima atractiva

Tasa Interna de Rendimiento

En todos los criterios de decisión, se utiliza alguna clase de índice, medida de equivalencia, o base de comparación capaz de resumir las diferencias de importancia que existe entre las alternativas de inversión. Es importante distinguir entre criterio de decisión y una base de comparación. Esta última es un índice que contiene cierta clase de información sobre la serie de ingresos y gastos a que da lugar una oportunidad de inversión.

La tasa interna de rendimiento, como se llama frecuentemente, es un índice de rentabilidad ampliamente aceptado. Está definido como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos. En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje o la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero.

El Valor Presente Neto (VPN) o también conocido como Valor Actual Neto (VAN) es actualmente uno de los métodos de análisis más utilizado y sencillo para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El objetivo de la tesis será evaluar el proyecto de la planta de gasificación por arco de plasma ubicada en el Estado de Guerrero, con capacidad para 700 ton/día. La inversión inicial será de \$1, 500, 000,000 pesos a un plazo de 20 años, con diferentes tasas de interés, con variación en los ingresos lo cual dependerá de las ventas de energía a 0.1, 0.5, 0.75 y 1 pesos/kwh.

Para determinar si la inversión es redituable del proyecto utilizaremos el método del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

Tabla 6.5 Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día.

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
<i>Periodo</i>	<i>Ingresos</i>	<i>Egresos</i>	<i>Utilidad</i>	<i>Gastos de depreciación</i>	<i>Utilidad antes de impuestos</i>	<i>impuestos</i>	<i>Utilidad Neta</i>	<i>Gastos de depreciación</i>	<i>Flujo neto de efectivo</i>
1	\$89.4	\$ 16.5	\$73.0	\$525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$525.0	\$ 208.6
2	\$270.4	\$ 49.4	\$ 221.0	\$341.3	-\$ 120.3	-\$36.1	-\$ 84.2	\$ 341.3	\$ 257.1
3	\$ 286.8	\$ 50.9	\$236.0	\$221.8	\$ 14.1	\$ 4.2	\$ 9.9	\$221.8	\$ 231.7
4	\$ 295.4	\$ 52.4	\$ 243.0	\$144.2	\$ 98.9	\$ 29.7	\$ 69.2	\$144.2	\$ 213.4
5	\$ 304.3	\$ 54.0	\$250.3	\$93.7	\$ 156.6	\$ 47.0	\$ 109.6	\$93.7	\$ 203.3
6	\$ 313.4	\$ 55.6	\$257.8	\$ 60.9	\$ 196.9	\$ 59.1	\$ 137.8	\$60.9	\$ 198.8
7	\$ 322.8	\$ 57.3	\$265.6	\$39.6	\$ 226.0	\$67.8	\$ 158.2	\$39.6	\$ 197.8
8	\$ 332.5	\$ 59.0	\$ 273.5	\$25.7	\$ 247.8	\$74.3	\$ 173.5	\$25.7	\$ 199.2
9	\$ 342.5	\$ 60.7	\$ 281.7	\$16.7	\$ 265.0	\$79.5	\$ 185.5	\$16.7	\$ 202.2
10	\$ 352.8	\$ 62.6	\$ 290.2	\$10.9	\$ 279.3	\$ 83.8	\$ 195.5	\$10.9	\$ 206.4
11	\$ 363.3	\$ 64.4	\$298.9		\$ 298.9	\$ 89.7	\$ 209.2		\$ 209.2
12	\$ 374.2	\$ 66.4	\$307.9		\$ 307.9	\$ 92.4	\$ 215.5		\$ 215.5
13	\$ 385.5	\$ 68.4	\$317.1		\$ 317.1	\$95.1	\$ 222.0		\$ 222.0
14	\$ 397.0	\$ 70.4	\$326.6		\$ 326.6	\$ 98.0	\$ 228.6		\$ 228.6
15	\$ 408.9	\$ 72.5	\$336.4		\$ 336.4	\$ 100.9	\$ 235.5		\$ 235.5
16	\$421.2	\$ 74.7	\$ 346.5		\$ 346.5	\$ 104.0	\$ 242.6		\$ 242.6
17	\$ 433.8	\$ 76.9	\$ 356.9		\$ 356.9	\$ 107.1	\$ 249.8		\$ 249.8
18	\$446.9	\$ 79.3	\$367.6		\$ 367.6	\$ 110.3	\$ 257.3		\$ 257.3
19	\$460.3	\$ 81.6	\$378.6		\$ 378.6	\$113.6	\$ 265.0		\$ 265.0
20	\$474.1	\$ 84.1	\$390.0		\$ 390.0	\$117.0	\$ 273.0		\$ 273.0

Ver ANEXO B. Corridas Financieras

Nota: Los precios son en millones de pesos mexicanos.

Resultados Valor Presente Neto

Evaluación de proyectos (Diferentes escenarios)					
<i>Resultados</i>					
	<i>Proyecto 1</i>	<i>Proyecto 2</i>	<i>Proyecto 3</i>	<i>Proyecto 4</i>	<i>Proyecto 5</i>
Inversión Inicial	\$1,500,000,000	\$1,500,000,000	\$1,700,000,000	\$1,500,000,000	\$750,000,000
Precio de Venta de Energía (Pesos/kwh)	0.75	0.5	0.5	1	0.1
TIR	13.47	9.72	7.93	16.7	11.92
Tasas (TREMA)	Valor Presente Neto (VPN)				
5	\$ 1,271,229,096.15	\$ 637,337,855.45	\$437,337,855.45	\$ 1,905,120,336.86	OK
8	\$ 669,439,973.4	\$191,059,326.42	\$-8,940,673.58	\$1,147,820,620.37	OK
10	\$ 375,394,838.97	X		\$778,600,471.00	\$77,060,000
15	\$ -127,086,883.95			\$149,706,507.72	
17				\$- 23,958,739.8	

Tabla 6.6. Resultados de Análisis de Rentabilidad por medio del Valor Presente Neto y por medio de la tasa interna de retorno de la planta de gasificación por arco de plasma.

Nota: Precios en pesos mexicanos.

De la siguiente tabla podemos deducir que los proyectos son rentables mientras se maneje una TREMA (tasa de recuperación mínima atractiva del 7%).

Para el proyecto 1, cuando se sugiere una tasa del 17%, el proyecto ya no es rentable; ya que su VPN es negativo, por lo tanto se descarta esta posibilidad.

Para el proyecto 2, existe una disminución de las ventas por energía (disminuyen los ingresos), por lo que solo es rentable utilizar una tasa del 5% y 8% para que el proyecto resulte factible.

Para el proyecto 3, la inversión inicial aumenta, y los ingresos disminuyen, por lo que para tasas de 5% y 8% el proyecto se hace rentable por el VPN positivo y una TIR del 7.93%.

Para el proyecto 4, la inversión inicial es de los \$1,500,000,000 pesos, los ingresos aumentan por ventas de energía a razón de 1 peso/kwh; por lo que el proyecto es rentable ya que para las tasas de 5,8,10 y 15% el Valor presente neto nos da positivo, y la TIR nos resulta de 16.7%

En el caso de que el gobierno decidiera realizar una aportación por el 50% de la inversión inicial, nuestro proyecto tendría que ser financiado solo por el 50% del valor de la planta. Con una TREMA mínima del 5%, 8% y 10% anual, obtenemos un Valor presente neto positivo y una tasa interna de retorno del 11.92%; por lo cual el proyecto es rentable, ya que la $TIR > TREMA$ (Tasa de interés).

Capítulo VII CONCLUSIONES, OPORTUNIDADES Y RETOS**7.1 De Basura a Energía (El Futuro)**

El cambio de paradigma se está dando, los desechos ya no serán vistos como basura, sino como insumos para la conversión en energía. Los residuos sólidos municipales, con el paso de los años, el ser humano los considerará como fuente de “energía” y se dejará el antiguo razonamiento obsoleto de desechos, materia que no sirve y hay que tirarla. “basura”.

El nuevo modelo de tratamiento de residuos sólidos municipales mediante la tecnología del plasma será algo que va a redituar a cada hogar, colonia, municipio, ciudad, Estado, País, Mundo, mediante la recuperación de la energía, lo cual contribuirá de una manera sustentable y económica a los seres humanos y a nuestro planeta.

El nuevo reto de los investigadores es que no exista la basura, es por eso, que con esta investigación, estoy absolutamente convencido que la basura muy pronto dejara de existir.

Para el año 2040, las personas depositaran su basura o más bien la materia ya utilizada en una red de tuberías, así como depositamos los residuos en las tuberías de drenaje sanitario, estos residuos se depositaran en tuberías de residuos a energía, las cuales será como una especie de autopista por debajo de la Tierra que por medio de la presurización de aire a una velocidad de 60 km/hora, estos residuos llegaran a plantas de plasma, las cuales transformarán los residuos a energía y esta energía será distribuida a lo largo de la red eléctrica para abastecer a cientos de hogares de luz eléctrica o alguna otra manera de energía aprovechable.

Imaginemos esta red como un sistema que adopte el planeta para el tratamiento de sus residuos el cual será autosustentable y producirá energía verde, esta nueva tecnología será 100 % rentable, ese es el reto.

7.2 Oportunidades y retos

Las grandes oportunidades que se presentan para el desarrollo a gran escala de esta tecnología son bastantes ya que la tecnología de gasificación por plasma tiene el gran potencial para transformar este enorme recurso de energía a electricidad, combustibles líquidos o plásticos-.

- 1) Reducción de la necesidad de Rellenos Sanitarios
- 2) Disposición de residuos peligrosos
- 3) Producción de Gas de síntesis (syngas) y remplazarlo por petróleo crudo
- 4) Utilización del material vitrificado para uso en la construcción como material para caminos, ladrillos, mosaicos cerámicos y como agregado para la construcción.

Los retos que tendrá que pasar este proceso serán:

- 1) Falta de estándares o bases de datos de plantas de gasificación por plasma.
- 2) Altos costos de inversión inicial y retorno de la inversión. Justificación financiera
- 3) Escepticismo en los efectos Ambientales, por la falta de datos históricos
- 4) Sistema de control de gases
- 5) Confusión entre gasificación por arco de plasma e Incineración.

7.3 Resultados

Se concluye con la evaluación del proyecto la siguiente tabla:

Evaluación de proyectos (Diferentes escenarios)					
Resultados					
	<i>Proyecto 1</i>	<i>Proyecto 2</i>	<i>Proyecto 3</i>	<i>Proyecto 4</i>	<i>Proyecto 5</i>
Inversión Inicial	\$1,500,000,000	\$1,500,000,000	\$1,700,000,000	\$1,500,000,000	\$750,000,000
Precio de Venta de Energia (Pesos/kwh)	0.75	0.5	0.5	1	0.1
TIR	13.47	9.72	7.93	16.7	11.92
Tasas (TREMA)	Valor Presente Neto (VPN)				
5	\$ 1,271,229,096.15	\$ 637,337,855.45	\$437,337,855.45	\$ 1,905,120,336.86	OK
8	\$ 669,439,973.4	\$191,059,326.42	\$-8,940,673.58	\$1,147,820,620.37	OK
10	\$ 375,394,838.97	X		\$778,600,471.00	\$77,060,000
15	\$ -127,086,883.95			\$149,706,507.72	
17				\$- 23,958,739.8	

Tabla 7.1 Evaluación de proyectos (Diferentes escenarios) **Ver anexo b y capítulo VI.**

Nota: Precios en pesos mexicanos.

Una planta de gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales en el Estado de Guerrero, resulta factible su inversión. Recomendamos un análisis costo – beneficio y estudios previos de factibilidades.

Aún faltan conocer más resultados y un mayor desarrollo en esta tecnología para hacerla más confiable y accesible a países en vías de desarrollo, ya que la operación de estas plantas a nivel internacional se encuentran en fase de prueba y error.

Los resultados son:

1. *Syngas* → *Petróleo*

El syngas va a tender a reemplazar al petróleo, aparte de que es un gas con flexibilidad para convertirlo en varios tipos de energía.

2. *Escoria Vitrificada* → *Material de Construcción*

La escoria vitrificada se vendera como material para la construcción.

3. *Tratamiento* → *Residuos Peligrosos.*

El confinamiento de los residuos peligrosos dejara de existir.

4. *Medio Ambiente* → *No contamina*

En este proceso no se contamina, no hay emisiones, es un proceso limpio y renovable

5. *Tecnología* → *Producción de energía Rentable*

La tecnología del plasma se va a desarrollar cada vez más, por lo tanto será más rentable.

6. *Reducción* → *Rellenos Sanitarios y contaminación*

La desaparición de los rellenos sanitarios se dará paulatinamente con el paso de los años

7. *Futuro* → *Residuos depositados en tuberías de residuos*

El futuro de los residuos será depositarlos en tuberías y conducirlos a plantas para su posterior conversión a energía

7.4 Conclusiones

Como conclusión se puede señalar que esta nueva tecnología mediante plantas de gasificación por arco de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos municipales, para que puedan ser implementadas en nuestro país se necesitará tiempo. Tiempo para crear apoyos nacionales económicos para proyectos ambientales y que beneficien al país, así como nuevos programas ambientales y el desarrollo de una nueva normatividad para los proyectos de innovación.

Aún faltan conocer más resultados y un mayor desarrollo en esta tecnología para hacerla más confiable y accesible a países en vías de desarrollo.

El problema que se enfrenta en los países en vías de desarrollo son los sistemas actuales de gobierno. En nuestro país todavía no se llega a esa transparencia, organización, confianza entre gobierno y empresas privadas. Es por eso que el gran reto es la unión y transparencia entre el gobierno y la industria privada.

Un análisis económico final y una garantía de recuperación de inversión será lo que determine si la tecnología para el tratamiento de los residuos sólidos municipales por medio de la gasificación por arco de plasma es económicamente y ambientalmente atractiva como una alternativa para remplazar a los rellenos sanitarios.

Por otro lado se concluye sobre esta tesis, sobre los grandes beneficios que traerá este tipo de tecnologías nuevas, para el tratamiento de todo tipo de residuos, incluso los peligrosos. Se reducirá la contaminación y los rellenos sanitarios tenderán a desaparecer. El syngas y la escoria serán la principal fuente de ingresos y recursos en el futuro; así como este gas podría ser el reemplazo del petróleo en un futuro muy cercano.

El nuevo concepto será basura igual a una mina de oro, convertida en energía, los desechos viajarán en un futuro cercano a través de redes de residuos/energía hacia las plantas de conversión de plasma.

Solo nos falta ese paso, en el cual, la falta de estándares o bases de datos de plantas de gasificación por plasma, nos hace detenernos, los costos todavía son altos y el retorno de inversión nadie aun lo garantiza. Existe todavía la confusión entre gasificación por arco de plasma e Incineración.

Se requerirá ahora mejorar los programas de educación ambiental, desarrollar la normatividad para nuevos proyectos y la creación de apoyos nacionales económicos para proyectos ambientales.

Se concluye con esta tesis el futuro cercano de las plantas que trataran la basura a energía en el mundo. El método tradicional de disposición de residuos (rellenos sanitarios o vertederos), los residuos son enterrados y por tanto, los materiales que los componen no son aprovechados. A diferencia, con el tratamiento por plasma estos materiales se disocian en sus elementos básicos y pueden ser aprovechados en otros procesos productivos.

A nivel mundial, empresas y universidades se encuentran desarrollando proyectos de gasificación con plasma para el tratamiento de residuos. Aunque la tecnología de plasma tiene sus orígenes en la soldadura y el corte de metales, su aplicación en el área del tratamiento de los residuos sólidos es relativamente reciente. Aún faltan conocer más resultados y un mayor desarrollo en esta tecnología para hacerla más confiable y accesible a países en vías de desarrollo.

Por lo expuesto anteriormente, el plasma puede ser una solución a la problemática de los residuos sólidos al presentar un menor impacto ambiental respecto a otras tecnologías, como la incineración. Su aplicación puede ayudar a minimizar los impactos que una sociedad causa al medio ambiente por el incremento en la generación de residuos con propiedades especiales que complican la disposición final.

Nuestra población mundial sigue creciendo, nosotros seguimos produciendo más basura, incluso con los grandes esfuerzos que se están realizando por reciclarla. Tendremos que transformar y adaptarnos a las condiciones actuales del Hoy. El momento de Hoy es la tecnología en todos los ámbitos la cual ayudará al bienestar y protección de la salud humana y de nuestro ambiente, creando un diseño de infraestructura moderno, diseño, creación y construcción de Procesos sustentables de manejo de residuos sólidos municipales que puedan cambiar nuestro problema de los desechos en **ENERGIA VERDE** utilizable para el mejoramiento de todos.

ANEXO A

Anexo A

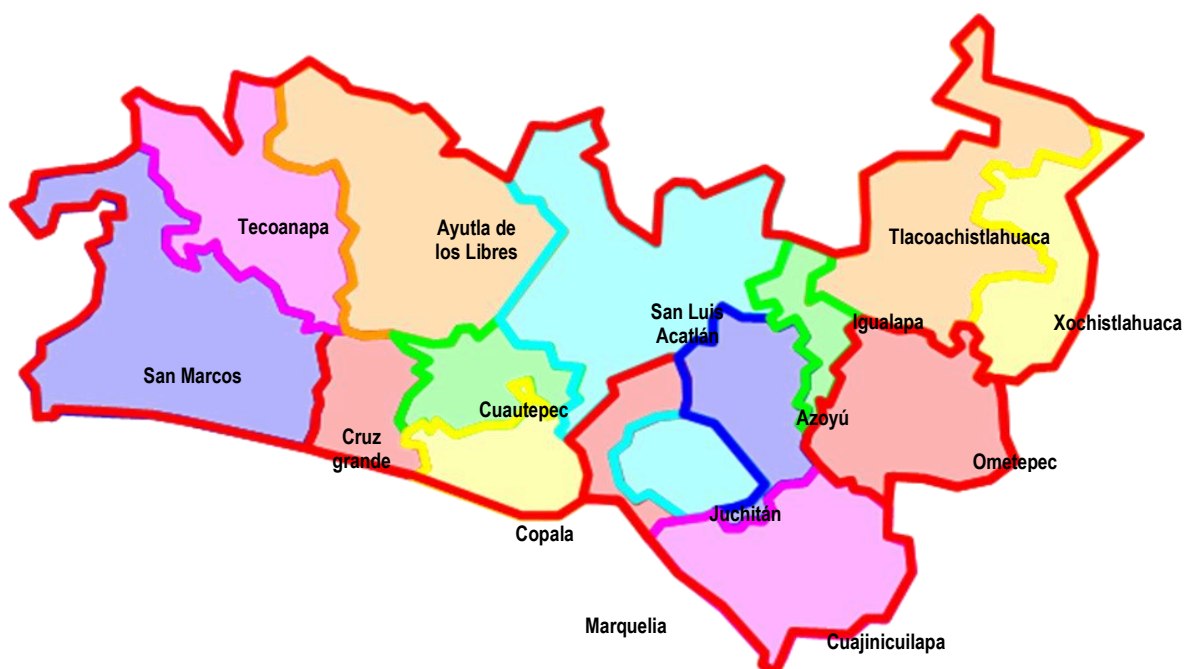
Estudio de diagnóstico de la situación actual realizado en La región de Costa Chica, Guerrero

6.1 Identificación del área de Influencia

Los municipios de Ayutla de los Libres, Azoyú, Copala, Cuajinicuilapa, Cuautepec, Florencio Villareal, Igualapa, Juchitán, Marquelia, Ometepec, San Luis Acatlán, San Marcos, Tecoaapa, Tlacoachistlahuaca y Xochistlahuaca son los 15 municipios que conforman la Región Costa Chica en el Estado de Guerrero y Acapulco de Juárez el otro municipio, por tanto, se analizó de manera general considerando todas las etapas del sistema integral de limpia (desde la generación hasta la disposición final), siendo en este caso el área de influencia.

Para esta aplicación práctica consideremos a la región Costa Chica, integrada por los 15 municipios nombrados anteriormente y Acapulco de Juárez, ubicados en el estado de Guerrero, México.

De acuerdo al Censo Nacional de Población 2005, INEGI, la Región Costa Chica y Acapulco contaba con una población de 401,117 habitantes y su tasa media anual de crecimiento del periodo 2005 –2030 fue de 0.49%. Para estimar la población al año 2008 y su proyección en un periodo de 25 años, se consideró como población inicial la estimada por INEGI en el año 2005 y las tasas de crecimiento utilizadas por CONAPO, obteniéndose los resultados que se muestran a continuación:



De las actividades económicas de los 15 municipios se desprende que se dedican a la agricultura, ganadería, comercio, pesca, turismo, servicios. Siendo la actividad más relevante la agricultura y ganadería.

Cuadro 1.1 Población Estimada en los 15 municipios de la Región Costa Chica, proyectada al 2030.							
Municipio/Años	2005	2008	2010	2015	2020	2025	2030
Ayutla de los Libres	57,047	57,905	58,684	60,167	61,079	61,404	61,019
Azoyú	14,934	12,754	12,117	10,771	9,734	8,938	8327
Copala	12, 198	11,495	11, 058	10,010	9,048	8,177	7,387
Cuajinicuilapa	24,087	22,600	21,637	19,445	17,564	15,966	14,606
Cuautepec	14, 924	14,811	14,817	14,712	14,467	14,097	13,581
Florencio Villareal	18,963	18,171	17,522	15,923	14,404	12,980	11,643
Igualapa	10 524	10 519	10 635	10 744	10 848	10 946	11 038
Juchitán	6,228	7,072	7,638	8,937	10,070	11,018	11,747
Marquelia	11,762	13,238	14,197	16,368	18,221	19,730	20,839
Ometepec	55,933	59,290	61,733	67,223	71,889	75,663	78,342
San Luis Acatlán	41,917	45,898	48,869	56,022	62,784	69,047	74,545
San Marcos	45,963	43,025	41,096	36,806	33,242	30,307	27,887
Tecoanapa	43,410	42,885	42,512	41,269	39,701	37,853	35,698
Tlacoachistlahuaca	18,259	20,107	21,545	25,121	28,652	32,058	35190
Xochistlahuaca	25,508	27,307	28,687	32,002	35,118	37,969	40,408
COSTA CHICA	401,117	407, 302	413, 058	426, 133	437, 628	447, 040	453, 088
Acapulco			621,553				

Nota: Valores estimados según la CONAPO.

6.2 Diagnóstico de la situación actual

La región Costa Chica y Acapulco , actualmente cuentan con sistema de recolección, transporte y disposición final en forma regular. Este sistema de recolección, transporte y disposición ha sido planeado conforme al personal y equipo disponible y se tiene el interés particular en cubrir todas las cabeceras municipales y las principales comunidades de los municipios.

El sistema de limpia no cuenta con un plan específico de recolección, solo está planeado conforme al personal y equipo disponible. El servicio lo brindan trabajadores directos del Ayuntamiento entre barredores, cargadores, choferes y un coordinador. Actualmente se recolectan aproximadamente 1250 ton/día de residuos diariamente, los cuales no son pesados por lo que su peso es estimado y no cuenta con ningún tipo de tratamiento en cuanto a su clasificación, separación o reciclaje. El barrido es manual y se da únicamente en la plaza y centros de reunión o calles principales de acceso al poblado. El área de disposición final actual para varios municipios son tiraderos a cielo abierto, los cuales se encuentran impactados y algunos de ellos se ubican al lado de cañadas y/o barrancos.

En los siguientes apartados se describen la situación actual por etapa del servicio de limpia a nivel integral, considerando las condiciones prevaletientes al momento de la realización de este estudio en la región Costa Chica y Acapulco Guerrero.



Vista panorámica del tiradero a cielo abierto en el Municipio de Azoyú



Vista panorámica del tiradero a cielo abierto en el Municipio de Cuauhtepic

6.3 Generación de Residuos Sólidos Urbanos.

El conocimiento sobre la composición de los residuos sólidos y de las fuentes que los generan es importante para la toma de decisiones que conduzcan a una gestión adecuada de éstos, por lo que es necesario realizar estos estudios.

Al momento de la realización del Estudio de Diagnóstico Integral, no se contaba con información referente a la fuentes de generación de residuos sólidos, ni de la calidad y de la composición de éstos, en los municipios de Acapulco, Ayutla de los Libres, Azoyú, Copala, Cuajinicuilapa, Cuauhtepec, Florencio Villareal, Iguala, Juchitán, Marquelia, Ometepec, San Luis Acatlán, San Marcos, Tecoaapa, Tlacoachistlahuaca, Xochistlahuaca ni tampoco con información sobre parámetros físicos, químicos y biológicos. Por lo anterior, se realizó la investigación en campo con los objetivos específicos de caracterizar y cuantificar los residuos sólidos municipales que se producen en los municipios.

Los residuos sólidos incluyen todo material sólido o semisólido que la persona que lo genera (generador) ya no lo considera de valor suficiente para continuar su posesión. La gestión de este material residual es preocupación fundamental de todas las actividades de planificación locales, regionales, estatales y federales. Por esta razón, de los residuos sólidos es importante conocer:

1. Tipos y cantidades de residuos sólidos por recibir
2. Proporciones en que llegarán estos residuos sólidos
3. Tipos y cantidades de material que se ha seleccionado y retirado para reutilización y reciclaje.
4. Propiedades de los residuos sólidos de valor económico
5. Deber de apartar objetos voluminosos, peligrosos y contaminantes.

a) Composición.

Para determinar la composición de los residuos sólidos la cual se realizó en el mes de enero de 2009, se utilizó el método especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61-1985 (SECOFI 1985), que se modificó en el proceso de selección de las fuentes a muestrear. La selección de estas se realizó recorriendo el área por muestrear y se visitó a los moradores a los cuales se les informó sobre los objetivos del proyecto y preguntando sobre su participación; si la respuesta es afirmativa, se consideraba una fuente a muestrear.

Básicamente se trata de identificar en una base másica o volumétrica los distintos componentes de los residuos. Usualmente los valores de composición de residuos sólidos municipales o domésticos se describen en términos de porcentaje en masa, también usualmente en base húmeda y contenidos como materia orgánica, papeles y cartones, escombros, plásticos, textiles, metales, vidrios, huesos, etc.

La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo.

Simultáneo al muestreo, se aplicó una encuesta en cada una de las fuentes a analizar para conocer los parámetros socioeconómicos como el ingreso total mensual del hogar, número de habitantes por casa, sexo, y edad de cada uno de ellos, escolaridad de los jefes de la familia, régimen de propiedad de la casa y posesión de automóvil.

Caracterización

En cuanto a su caracterización se obtuvo la siguiente información:

CUADRO 2.3	
Resumen de composición de los residuos promedio para los 15 municipios.	
Subproducto	% en Peso
Algodón	0.24
Cartón	5.25
Cuero	0.35
Residuos finos	4.75
Envase de cartón encerado	3.20
Fibra dura vegetal	8.86
Fibra sintética	3.54
Hueso	0.41
Hule	0.45
Lata	1.25
Loza y cerámica	1.86
Madera	1.15
Material de construcción	5.41
Material ferroso	0.75
Papel	6.50
Pañal desechable	5.54
Plástico de película	0.82
Plástico rígido	1.20
Poliuretano	4.54
Polietileno expandido	6.65
Residuos alimenticios	8.28
Residuos de jardinería	11.54
Trapo	5.25
Vidrio de color	2.35
Vidrio transparente	2.63
Otros	7.23
Sumatoria.	100.00

b) Generación per cápita

Para determinar la generación per cápita de los residuos sólidos provenientes de casas habitación como en otro tipo de fuentes en las que se incluyen los señalados en los Cuadros 2.1. Excepto las industriales que no existen o que se presentan en muy bajo porcentaje, se empleo la NOM-AA-61-1985.

Así mismo, se aplicaron programas intensivos de taras y pesajes (enero 2008), para conocer los tonelajes de basura que se generaron en fuentes no domésticas, como es la comercial que es la más representativa en las zonas comerciales y de mercados.

Se hace la aclaración de que se partió de un muestreo estadístico aleatorio, utilizando un muestreo descrito en el método de cuarteo (NOM-AA-15-1985)

El procedimiento de campo fue el siguiente:

1. La información obtenida se tomó de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con duración de 5 días por encontrar que particularmente en los 15 municipios, durante estos días es cuando se recolectan los residuos sólidos, considerando un sólo estrato socioeconómico por ser comunidad de MENOS DE 10,000 habitantes, en su mayoría y por considerarse homogéneo con las reservas ya señaladas.
2. Selección de nivel de confianza con que se realizó el muestreo fue con base en: conocimiento de la localidad, calidad técnica del personal participante, facilidad para realizar el muestreo, características de la localidad a muestrear, etc. ***El nivel de confianza calculado es de 95 %.***
3. El ***Tamaño de la muestra***, a partir del nivel de confianza seleccionado fue de **50 kg.**
4. Se delimitaron las viviendas y comercios por muestrear y se hizo en un universo de trabajo conforme a la ruta de recolección del propio municipio para 100 casas y establecimientos comerciales considerando el estrato socioeconómico con las reservas señaladas.
5. Se recorrió la zona seleccionada, visitando a los habitantes de las viviendas y establecimientos seleccionados de tipo comercial y de servicios para explicarles la razón del muestreo y captar la información general que se indica en la hoja encuesta, además de entregar una bolsa de polietileno.

6. Se visitó nuevamente las casas seleccionadas el día siguiente al que se realizó el período de muestreo, lo más temprano posible, para recoger las bolsas conteniendo los residuos sólidos generados antes de ese día. Esta operación de limpieza se realizó para garantizar que el residuo generado después de ella corresponde a un día. Se entrega una nueva bolsa.
7. A partir del segundo al cuarto día del período de muestreo se recogieron las bolsas conteniendo los residuos generados el día anterior y a su vez se entregó una nueva bolsa. Al quinto día sólo se recogieron las bolsas con los residuos generados el día anterior.
8. Para obtener el valor de la generación per cápita de residuos sólidos en Kg./habitante-día correspondiente a la fecha en que fueron generados, se dividió el peso de los residuos entre el número de habitantes de la casa.

En este sentido se obtuvieron los siguientes resultados:

La Generación Per-Cápita en los 15 municipios de Costa Chica Guerrero.

Cuadro 2.4 Generación Per-Cápita unitaria municipal considerado en los 15 municipios	
Municipio	Generación per cápita (kg/hab/día)
Ayutla de los Libres	0.633
Azoyú	0.545
Copala	0.556
Cuajinicuilapa	0.633
Cuautepec	0.556
Florencio Villareal	0.608
Igualapa	0.545
Juchitán	0.545

Marquelia	0.556
Ometepec	0.633
San Luis Acatlán	0.556
San Marcos	0.608
Tecoanapa	0.545
Tlacoachistlahuaca	0.545
Xochistlahuaca	0.545
Acapulco	1

De acuerdo con el análisis de los indicadores unitarios obtenidos, se realizó la estimación de la generación global de la zona de estudio, la cual considera las diversas fuentes generadoras que se ubican en esta área, así como la producida por los habitantes con lo que se obtuvo la generación global que se tendrá per-cápita. En el Anexo 1, anexo x (costos de recolección, 15 municipios), se presenta el desglose de la estimación en la generación per cápita de los residuos sólidos presentada en el Cuadro 2.4.

6.4 Generación de Residuos Sólidos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos.

De acuerdo con los objetivos del presente diagnóstico es necesario identificar los puntos de generación y tipos de residuos de manejo especial del sector salud por lo que nos referimos a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002 con el fin de uniformizar criterios entre los municipios.

En los 15 municipios se cuentan registrados 143 establecimientos de salud, como se señala en el cuadro **Cuadro 2.5.**; lugares donde se investigó con el personal administrativo u operativo, encontrando los siguientes resultados. En este caso no se realizó el análisis de composición.

Cuadro 2.5. Índices de Generación promedio de Residuos de Manejo Especial y Peligrosos del Sector Salud en la región Costa Chica	
Tipo de Fuente Generadora	Generación Unitaria de Residuos Sólidos en el Sector Salud.
Especiales:	Kg./establecimiento./día
✓ Unidades Médicas 1er. Nivel	1.279 Kg./Consultorio/día
✓ Unidades Médicas 2do. Nivel	4.73 Kg./Cama/día
✓ Laboratorios	6.34 Kg./laboratorio/día
✓ Veterinarias	1.2 Kg./empleado/día

Generación de residuos sólidos peligrosos por día.

En los 15 municipios de la región de Costa Chica se cuenta con 143 unidades médicas en operación, de las cuales hay una generación diaria de residuos sólidos peligrosos del tipo biológico infecciosos (Jeringas, navajas, lancetas, agujas, bisturís y estiletes de catéter).

La generación de residuos sólidos peligrosos biológico-infecciosos por día es de **875 Kg/día.**

Cuadro 2.6. Cantidad Total de Residuos Sólidos Recolectados Generados y recolectados en los 15 Municipios de la región Costa Chica, Guerrero.

MUNICIPIO	Población (INEGI 2005)	Generación per cápita (kg/hab/día)	Toneladas generadas (Ton/día)	Toneladas generadas recolectadas (Ton/día)	% de cobertura actual
Ayutla de los Libres	55,974	0.633	35.43	9	25.4%
Azoyú	13,448	0.545	7.33	6	81.9%
Copala	11,896	0.556	6.61	5	75.6%
Cuajinicuilapa	23,537	0.633	14.9	8	53.7%
Cuautepec	14,554	0.556	8.09	2	24.7%
Florencio Villareal	18,713	0.608	11.38	11	96.7%
Igualapa	10,312	0.545	5.62	1.5	26.7%
Juchitán	6,240	0.545	3.4	2.5	73.5%
Marquelia	11,801	0.556	6.56	7	106.7%
Ometepec	55,283	0.633	34.99	30	85.7%
San Luis Acatlán	41,884	0.556	23.29	8	34.3%
San Marcos	44,959	0.608	27.34	8	29.3%
Tecoanapa	42,619	0.545	23.23	5.5	23.7%
Tlacoachistlahuaca	18,055	0.545	9.84	6	61.0%
Xochistlahuaca	25,180	0.545	13.72	4	29.2%
Acapulco	602,401	1.5	903.6	700	75%
Total	394,455		1,134.2	812.5	70.0%
* Valores promedio y estimados con forme al peso volumétrico, capacidad de los camiones y reporte de recolección proporcionado por el área encargada de Saneamiento Básico. NO SE CUENTA CON BÁSCULA PARA SU ESTIMACIÓN EXACTA.					

En Costa Chica y Acapulco se generan 1,1134.2 toneladas diarias de basura, de las cuales solo se recolectan 812.5 según la información proporcionada por el área de saneamiento básico de cada municipio y valores promedio estimados.

Cuadro 2.7. Cantidad Total de Residuos Sólidos Generados durante la vida útil del Relleno Sanitario regional en Costa Chica, Guerrero.				
Año	Población	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación (Ton/día)	Generación (Ton/año)
2012	420,515	0.5914	248.69	90,772.79
Total				2,328,721.41
* Valores promedio y estimados con forme al peso volumétrico, capacidad de los camiones y reporte de recolección proporcionado por el área encargada de Saneamiento Básico. NO SE CUENTA CON BÁSCULA PARA SU ESTIMACIÓN EXACTA.				

2.3.- Recolección de Residuos Sólidos.

a) Barrido de Calles y/o Avenidas.

El barrido en los municipios de Costa Chica y Acapulco, se da en las principales avenidas, es manual en Costa Chica y con equipos en Acapulco, destacando en el barrido personas de la tercera edad.

De igual forma el barrido manual se realiza en los zócalos, las plazas principales y las zonas turísticas. El rendimiento del personal va de 0.6 a 2.0 Km./turno de calle (1.0 a 3.0 Km. de cuneta), dependiendo de la orografía, el clima, el grado de dificultad del barrido y fundamentalmente de la cooperación de la comunidad.

No se cuenta con un plan específico de barrido, se cubren las calles principales y se programan las salidas a lugares públicos por evento, por asignación o por solicitud específica de la población, de los encargados de las áreas como son Deportes, DIF, Desarrollo Social, etc.

b) Uso de Contenedores o Tambos en Festividades.

Debido a los días festivos en los municipios, los encargados del servicio de saneamiento básico, señalan en que partes deberá ponerse atención especial y se suelen colocar algunos tambos para que la basura sea depositada y para su posterior traslado al tiradero a cielo abierto. Se desconoce la cantidad recolectada en las festividades, ya que varía para cada municipio, aunque se incluye un porcentaje de residuos sólidos recolectados por municipio.

c) Recolección de Residuos Sólidos en el área de influencia.

La recolección de los residuos sólidos en los municipios de Costa Chica y Acapulco, Guerrero se da con un personal de trabajadores dedicados únicamente al saneamiento básico del municipio y esto varía constantemente dependiendo de las necesidades del municipio y de la demanda de la temporada.

La recolección de los residuos sólidos en los municipios se da por medio de camiones, los cuales presentan condiciones de buenas a malas para su uso cotidiano, la recolección es de acera y no se sigue ninguna ruta planeada por el municipio.



Aspecto de Camión recolector 2007, en Ayutla de los Libres



Camión recolector, Modelo 2008, en Azoyú

- ***Rutas de recolección***

En la mayoría de los municipios no se cuenta con rutas específicas o rutas trazadas, solo existen rutas en Acapulco, Ometepec, San Marcos, Ayutla de los Libres y Florencio Villareal, ya que como se observó en la mayoría de los municipios es muy ineficiente la recolección ya que no se cuenta con la suficiente organización para llevar planes o realizar esquemas de rutas trazadas para facilitar la recolección y evitar los traslapes.

- ***Método(s) de recolección.***

El ***Método de Recolección***, es de ***Acera y de Contenedores***; se da en las calles y avenidas transitables de la Cabecera Municipal y de las Comunidades principales.

Los camiones no cuentan con un corralón o lugar de estacionamiento definido como resguardo, se estacionan en diferentes lugares como es la Unidad Deportiva, cerca del Palacio Municipal en la calle y en ocasiones se estacionan fuera de los domicilios de los mismos choferes. La recolección se inicia a las 7:00 de la mañana y concluye a las 15:00 horas normalmente. Si existen traslapes de rutas con recolección.

- ***Descripción del recorrido de los camiones durante la recolección.***

Solo existen recorridos en los municipios de Acapulco, Ometepec, San Marcos, Ayutla de los Libres y Florencio Villareal y en los demás no hay rutas trazadas por el municipio, pero en prácticamente todas las calles transitables se recoge la basura en las aceras y se tienen instalados contenedores o recipientes para almacén en los comercios, escuelas, plazas y dependencias varias.

- ***Cantidad de residuos sólidos recolectada por vehículo.***

En los municipios de la región de Costa Chica y Acapulco, Guerrero se cuenta con camiones encargados de la recolección de los residuos sólidos, los cuales presentan condiciones de buenas a malas, para su funcionamiento.

Actualmente en los municipios se recolectan 812.5 ton/día por 6 días que se trabajan a la semana, recolectando 4,875 Ton/semana y 253,500.00 Ton/Año.

- **Identificación de tiraderos clandestinos.**

La región Costa Chica y Acapulco Guerrero, a través de Saneamiento Básico ha identificado tiraderos clandestinos en todo lo largo y ancho del municipio, principalmente en carreteras, caminos y brechas de prácticamente todos los poblados, inclusive en los que se brinda el servicio, es un problema grave entre la población en general y es de cultura en la misma sociedad.

En estos municipios se identificaron varios tiraderos clandestinos a las orillas de los caminos principales como es la carretera No. 200 Acapulco – Pinotepa Nacional y también en caminos secundarios que van hacia las localidades.

Se observó que mucha gente recolecta en sus camionetas residuos sólidos y los lleva directamente a los tiraderos a cielo abierto, pero muchas de las veces la gente al no querer llegar hasta el sitio de disposición final opta por dejar la basura a las orillas de los caminos y hacen sus propios tiraderos clandestinos.



Tiradero clandestino a la orilla de una barranca y cercano a la carretera principal No. 200.



Tiraderos clandestinos a la orilla de la carretera principal No. 200 Acapulco - Pinotepa Nacional.

2.4.- Transporte de Residuos Sólidos.

Es importante señalar que frecuentemente se llevan al taller cuando menos uno de los vehículos que cuenta cada municipio. Esto hace que los cálculos de tiempos y distancias recorridas sean muy diferentes en cada día, sin embargo se ha tratado de establecer una media en cada uno de los vehículos y considerando el tiempo que permanecen por semana en el taller se presenta la siguiente información.

Las cabeceras municipales son las más beneficiadas y el nivel de cobertura es al 100% por lo tanto las distancias totales recorridas están estimadas en base al recorrido que se realiza en la cabecera principalmente, pero también se tomaron en cuenta las demás localidades para realizar el estimado de los kilómetros anuales recorridos en cuanto a recolección y traslado al sitio de disposición final.

a) Distancia Total de Recolección.

Cuadro 2.9 Distancia Total Recorrida por camión durante el servicio de recolección y traslado al tiradero a cielo abierto en los 15 municipios de la región Costa Chica, Guerrero.					
MUNICIPIO	Nº de Camiones	Distancia (Km./día)	Distancia Total (Km./año)	Distancia Total (Km./año) en Recolección	Distancia Total (Km./año) en Traslado
Ayutla de los Libres	3	300	93,852	65,696	28,155.6
Azoyú	2	220	68,825	48,177	20,647.4
Copala	3	270	84,467	59,127	25,340.0
Cuajinicuilapa	2	320	100,109	70,076	30,032.6
Cuautepec	2	120	37,541	26,279	11,262.2
Florencio Villareal	3	330	103,237	72,266	30,971.2
Igualapa	1	110	34,412	24,089	10,323.7
Juchitán	1	100	31,284	21,899	9,385.2
Marquelia	2	210	65,696	45,987	19,708.9
Ometepec	5	880	275,299	192,709	82,589.8
San Luis Acatlán	2	220	68,825	48,177	20,647.4
San Marcos	3	270	84,467	59,127	25,340.0
Tecoanapa	2	260	81,338	56,937	24,401.5
Tlacoachistlahuaca	1	180	56,311	39,418	16,893.4
Xochistlahuaca	2	210	65,696	45,987	19,708.9
Acapulco	101	9000	2,808,000	2,246,400	561,600
Total	135	13000	4,059,360	3,122,352	937,008
* Valores promedio y estimados conforme al plan de recorrido de cada camión en particular, considerando que el vehículo funcionará todo el año. Información proporcionada por Saneamiento Básico.					

2.5.- Etapa de Transferencia De Residuos Sólidos.

No existe ninguna etapa de transferencia de los residuos sólidos.

2.6.- Etapa de Disposición Final de Residuos Sólidos.

Los sitios de disposición final de los Residuos Sólidos Municipales de la región de Costa Chica y Acapulco Guerrero, están ubicados en terrenos irregulares. Algunos son propiedad del municipio y otros son rentados. Las distancias de las cabeceras municipales hacia los sitios de disposición final se encuentran en el cuadro sig:



Cuadro 2.11. Distancias aproximadas de las cabeceras municipales a los tiraderos a cielo abierto.	
Cabeceras Municipales	Distancia a Tiradero a cielo abierto(km)
Ayutla de los Libres	2.8
Azoyú	3.0
Copala	3.5
Cuajinicuilapa	2.5
Cuautepec	3.0
Cruz Grande	2.0
Igualapa	3.0
Juchitán	6.0
Marquelia	4.5
Ometepec	2.0
San Luis Acatlán	2.5
San Marcos	8.0
Tecoanapa	5.0
Tlacoachistlahuaca	3.5
Xochistlahuaca	5.3
Acapulco	10
* Valores aproximados	

a) Camino de acceso

Los caminos actuales que conducen a los tiraderos a cielo abierto en los municipios de la región Costa Chica y Acapulco, Guerrero son tramos de carretera y terracerías de regulares a malas condiciones. Los caminos presentan tramos de curvaturas pronunciadas, anchos de carriles angostos para su tránsito diario al sitio de disposición final.

Los tiempos aproximados hacen los camiones pertenecientes a los municipios a partir de sus cabeceras hasta los tiraderos a cielo abierto son de 3 a 15 minutos con una velocidad promedio de entre de 20 km/ hora hasta 60 km/hora.



Niños jugando en el Tiradero a cielo Abierto en el municipio de Tlacoachistlahuaca.

a) Condiciones Actuales del sitio de disposición final

Las condiciones actuales de los sitios de disposición final corresponden a tiraderos a cielo abierto con un control mínimo, en la mayoría de los municipios se lleva la basura y se deposita directamente sobre el terreno, sin ninguna compactación y cobertura y en otros sólo es compactada y cubierta con una capa de arcilla. Muy a menudo se realizan actividades de quema incontroladas.



Tiradero a cielo Abierto en el municipio de Marquelia

En cuanto al cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003 (Normatividad ambiental vigente), ninguno de los municipios la está cumpliendo.

b) Cantidad de residuos sólidos que ingresan al sitio de disposición final.

Se ingresan 433.5 Toneladas diarias a los tiraderos a cielo abierto aproximadamente según valores estimados y con forme al peso volumétrico, capacidad de los camiones y reporte de recolección proporcionado por el área encargada de saneamiento básico.

Los Tiraderos a cielo abierto presentan impactos graves a la naturaleza, ya que por muchos años ha estado expuesta esta basura a la intemperie.

c) Costo Total del sitio de disposición final

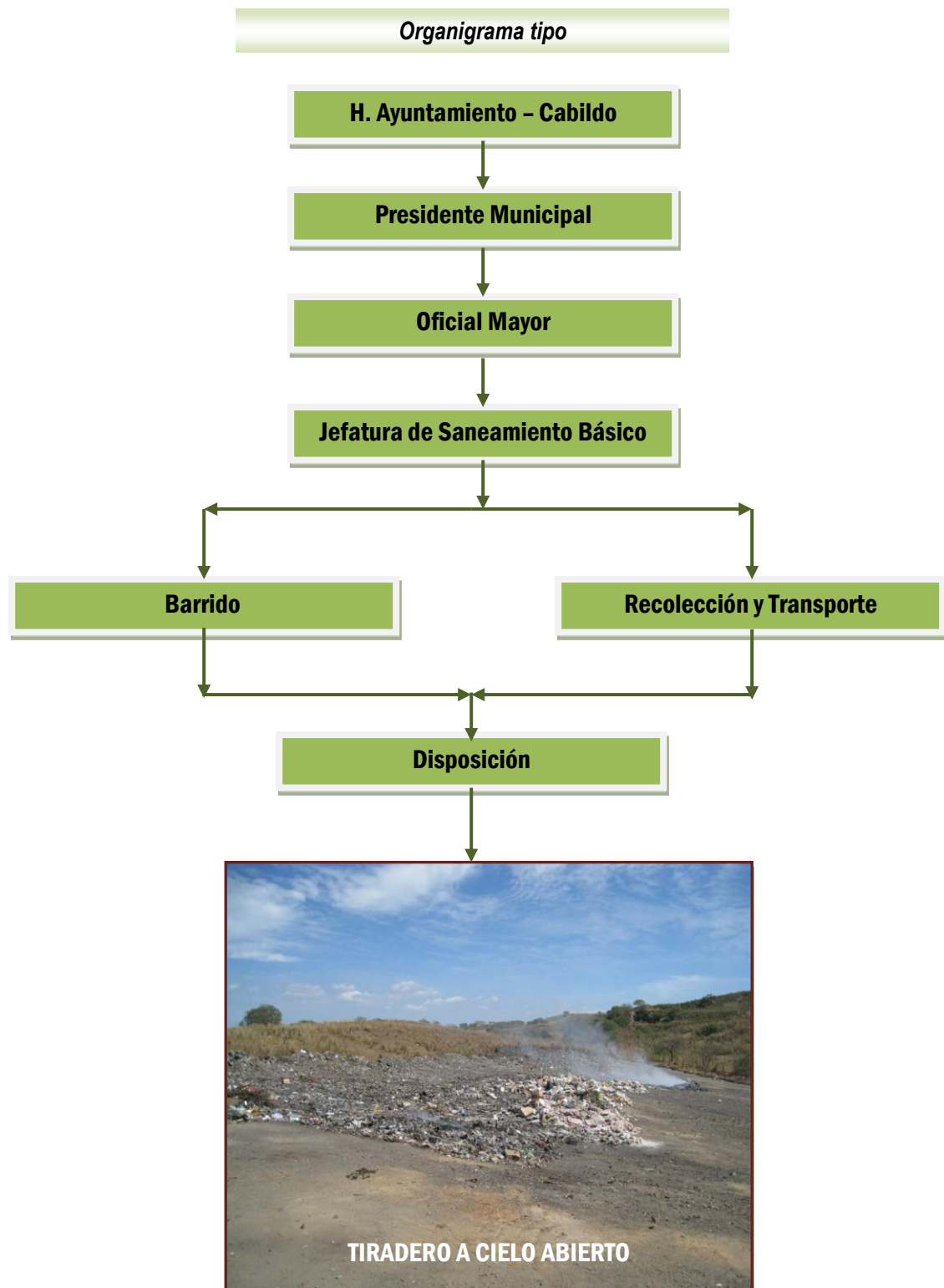
Los sitios de disposición actual en los municipios son tiraderos a cielo abierto, los cuales no tienen ningún control para mantener el predio en buenas condiciones, la basura es quemada en la mayoría de los tiraderos y no existe tratamiento alguno, ni medidas de mitigación que ayuden a mantener estos tiraderos.

En la mayoría de los tiraderos a cielo abierto no existe confinamiento alguno de los residuos sólidos generados en los municipios, y en los otros no fue posible estimar los costos por confinamiento.

d) Estimación de la vida útil del sitio.

La vida útil de los sitios queda indefinida, ya que en estos tiraderos constantemente se quema la basura cada cierto periodo.

2.7.- Organización y Administración del Sistema Integral.



Los jefes de Saneamiento Básico, son los encargados de coordinar, organizar y supervisar que el sistema de recolección-transporte, transferencia y disposición final, tanto la administración de los recursos humanos y parque vehicular se realice de la manera más eficiente posible.

2.8.- Aspectos Financieros.

- **Ingresos**

El aspecto más importante en este punto es describir cómo se obtienen los ingresos para el pago de las erogaciones asociadas a los servicios de recolección – transporte, transferencia, y disposición final de los residuos sólidos en el área de influencia y que corresponde a todo el municipio.

Por lo tanto, en el aspecto de cobro por el servicio de recolección a los diferentes usuarios se tiene que señalar que no se cobra ni un solo peso.

- **Egresos**

Los costos han sido estimados con la información proporcionada por los encargados del servicio en el municipio, se incluyó el costo por barrido y los insumos son generalizados en los servicios por ser vehículos y trabajadores multifuncionales.

Cuadro 2.10. Sueldos promedio del personal del área de Saneamiento Básico en la región Costa Chica.				
Personal	No. De Trabajadores	Sueldo promedio. (\$/mes)	Total (\$/mes)	Total (\$/año)
Director	15	2100	31500	378000
Choferes	60	3280	196800	2361600
Chalanes	89	2800	249200	2990400
Barrido	111	2500	277500	3330000
Total	275	10680	755000	9060000

El costo que se tiene por cada tonelada recolectada y depositada en el sitio de disposición final es de 375.89 pesos/Ton.

REFERENCIAS

- *Municipal Solid Waste to Energy Conversion Processes* (Gary C. Young, PhD., P.E. 2010)
- *Circeo, L.J., Engineering and Environmental Applications of Plasma Arc Technology, Presentation, Georgia Tech Research Institute, Atlanta, GA 2005.*
- *Plasco Energy Group, Inc., Ottawa, Canada, 2008.*
- *Solid Waste Management in Developing Countries through Plasma Arc Gasification – An Alternative Approach. (Durgesh Sharma, Anubhav Ojha, Hong Kong 2012).*
- *Moustakas, K., et al., “ Demonstration plasma gasification/vitrification system for effective hazardous waste treatment,” Journal of Hazardous Materials, vol. 123, pp. 120-126, 2005.*
- *Young G.C., “Zapping MSW with plasma arc,” Pollution Engineering, November 2006)*
- *La Tecnología de plasma y Residuos solidos (Taboada – Gonzalez 2009)*
- *The reproductive revolution, John MacInnes y Julio Pérez Díaz, Sociological Review, 57, 2009 pags. 262-284.*
- *Plasma Physics: An Introduction to the Theory of Astrophysical, Geophysical & Laboratory Plasmas.. Cambridge University Press. 1994*
- *Paul R. Ehrlich, Anne H. Ehrlich, The Dominant Animal: Human Evolution and the Environment (2008).*
- *Jeremy Rifkin, -1994- El fin del trabajo, Paidos, 2008, pag. 71 y ss*
- *La izquierda en el umbral del siglo XXI: haciendo posible lo imposible, Marta Harnecker, Siglo XXI, 2001, pág. 182.*
- *Marvin Harris (1974) Vacas, cerdos, guerras y brujas. Los enigmas de la cultura, Alianza 1992, ISBN 84-206-1755-5, pags. 118 - 120, (trad. Juan Oliver Sánchez)*
- *Young G.C., “Zapping MSW with plasma arc,” Pollution Engineering, November 2006).*
- *.C., “From Waste Solid to fuel,” Pollution Engineering, February 2008).*
- *Circeo, L.J., “Evaluation of plasma Arc Technology for the Treatment of Municipal Solid Wastes in Georgia,” Georgia Tech Research Institute, Atlanta, GA, January 1997.*

TABLAS, FIGURAS, Y FOTOS

TABLAS

Tabla 1.1 Población histórica mundial. Contador de Población Mundial, United States Census Bureau. (Perez,MacInnes 2009).

Tabla 3.1 Generación estimada de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo, 2000 a 2011 en MÉXICO (Miles de toneladas) FUENTE: SEMARNAT.

Tabla 3.2 Los Países que generan más basura en el mundo en millones (Ton/Año)(ONU 2010.)

Tabla 3.3 Régimen Jurídico para la Gestión de Residuos Municipales en México

Tabla 3.4 Funciones y Servicios Municipales. Fuente: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 115.

Tabla 3.5 Marco Legal para la gestión de los residuos sólidos municipales. Fuente : SEMARNAT 2002

Tabla 4.1 Instalaciones en Japón que operan con antorchas de plasma de Ebara Fuente: JSIM (2009

Tabla 4.2. Prueba No. 1 en planta Plasco (Prueba Interna del Departamento Ambiental de Ontario)
Nota: E.U.A. Regulaciones combinadas de Talio con cadmio y plomo con metales de clase III.

Tabla 5.1 Análisis Económico de Plantas de Plasma y una planta clásica WTE (Waste to Energy) (Young 2010).

Tabla 5.2 Procesos Tecnológicos Térmicos (Young 2010).

Tabla 5.3 Procesos Tecnológicos Térmicos y Energía Neta a la red

Tabla 5.4 Parámetros en evaluación económica de los diferentes procesos térmicos. (Young 2010).

Tabla 5.5 Comparación de Ingresos netos anuales de los procesos térmicos. (Young 2010).

Tabla 5.6 Resultados de pruebas de Toxicidad en lixiviados sobre Escoria Vitrificada (Circeo 2008).

Tabla 5.7 Parámetros para Análisis de Planta de Gasificación por plasma de Plasco Trail Road, en Ottawa Canadá: Parámetros U.S t-ton= 2000 pounds (907 kg) (Plasco Energy Group, Inc., Private Communication, May 3, 2007

Tabla 5.8 Relleno Sanitario Tonnage, Cedar Rapids/Linn County, Iowa.

Tabla 5.9 Parámetros económicos para el análisis económico.

Tabla 5.10 Capacidad de planta y Ingreso Anual Neto, Economía de Escala

Tabla 5.11 Capacidad de planta vs Capital de Inversión.

Tabla 5.12. Términos económicos básicos. Dodge (2008)

Tabla 6.1 Parámetros en análisis económico.

Tabla 6.2. Residuos sólidos generados y recolectados los 15 Municipios de la región Costa Chica y Acapulco, Guerrero, México. **(CONAPO 2010)**.

Tabla 6.3 Parámetros en análisis económica.

Tabla 6.4 Ingresos y Egresos.

Tabla 6.5 Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día.

Tabla 6.6. Resultados de Análisis de Rentabilidad por medio del Valor Presente Neto y por medio de la tasa interna de retorno de la planta de gasificación por arco de plasma.

FIGURAS

Figura 3.1 Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (por tipo de material) (Environmental Protection Agency EPA, 2010).

Figura 4.1 Proceso esquemático, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.(Young, 2010).

Figura 4.2 Proceso compañía Westinghouse, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.

Figura 4.3 Gas de Síntesis a Energía.

Figura 4.4 Procesos de conversión térmica y productos. (Belgiorno 2003).

Figura 4.5 Diagrama de flujo y energía para el sistema PEM (Heberlein y Murphy 2007).

Figura 4.6. Proceso Plasco Energy Group

Figura 4.7 Proyección de Gasificación avanzada (CHO POWER, Europlasma 2011).

Figura 5.1 Residuos Sólidos Municipales a Energía. (Circeo 2005).

Figura 5.2 Diagrama de flujo del proceso, Sistema de gasificación por plasma, aplicado a RSM (Recovered Energy, Inc., Pocatello, Idaho)

Figura 5.3 Costo del Capital y Capacidad. Sistema de Gasificación por arco de plasma. (Circeo 2005).

Fuente: Circeo, L.J., Engineering and Environmental Applications of plasma Arc Technology, Technological Forum, Kirkwood Training And Outreach Services Center, Marion, Iowa, November 22, 2005.

Figura 5.4 Proceso esquemático, RSM a electricidad vía gasificación por arco de plasma.

Figura 5.5 Capacidad de planta y Ingreso Anual Neto, Economía de Escala.

Figura 6.1. Región Costa Chica y Acapulco, Estado de Guerrero México.

FOTOS

Foto 1.0 Tiradero a Cielo Abierto en el Estado De Guerrero.

Foto 1.1 Tiradero clandestino en la Región Costa Chica, Estado de Guerrero, México

Foto 4.1 Las antorchas de plasma son aparatos sofisticados, pero su objetivo es simple. Las antorchas son dispositivos de alta temperatura.

Foto 4.2 Antorchas de plasma (CHO POWER, Europlasma 2011).

Foto 5.1. Planta Piloto de Gasificación por arco de plasma para conversión a Energía (Proyecto Plasco Trail Road)

Foto 6.1 Vista Panorámica del tiradero a cielo abierto, basura en cañada, en el municipio de Cuatepec Guerrero.

Foto 6.2. Aspecto de Camión recolector 2007, en Ayutla de los Libres

Foto 6.3 Tiraderos clandestinos a la orilla de la carretera principal No. 200 Acapulco - Pinotepa Nacional.

ANEXO B

Proyecto 1	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	5%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 270.4	\$ 49.4	\$ 221.0	\$ 341.3	-\$ 120.3	-\$ 36.1	-\$ 84.2	\$ 341.3	\$ 257.1
3	\$ 286.8	\$ 50.9	\$ 236.0	\$ 221.8	\$ 14.1	\$ 4.2	\$ 9.9	\$ 221.8	\$ 231.7
4	\$ 295.4	\$ 52.4	\$ 243.0	\$ 144.2	\$ 98.9	\$ 29.7	\$ 69.2	\$ 144.2	\$ 213.4
5	\$ 304.3	\$ 54.0	\$ 250.3	\$ 93.7	\$ 156.6	\$ 47.0	\$ 109.6	\$ 93.7	\$ 203.3
6	\$ 313.4	\$ 55.6	\$ 257.8	\$ 60.9	\$ 196.9	\$ 59.1	\$ 137.8	\$ 60.9	\$ 198.8
7	\$ 322.8	\$ 57.3	\$ 265.6	\$ 39.6	\$ 226.0	\$ 67.8	\$ 158.2	\$ 39.6	\$ 197.8
8	\$ 332.5	\$ 59.0	\$ 273.5	\$ 25.7	\$ 247.8	\$ 74.3	\$ 173.5	\$ 25.7	\$ 199.2
9	\$ 342.5	\$ 60.7	\$ 281.7	\$ 16.7	\$ 265.0	\$ 79.5	\$ 185.5	\$ 16.7	\$ 202.2
10	\$ 352.8	\$ 62.6	\$ 290.2	\$ 10.9	\$ 279.3	\$ 83.8	\$ 195.5	\$ 10.9	\$ 206.4
11	\$ 363.3	\$ 64.4	\$ 298.9		\$ 298.9	\$ 89.7	\$ 209.2	\$ -	\$ 209.2
12	\$ 374.2	\$ 66.4	\$ 307.9		\$ 307.9	\$ 92.4	\$ 215.5	\$ -	\$ 215.5
13	\$ 385.5	\$ 68.4	\$ 317.1		\$ 317.1	\$ 95.1	\$ 222.0	\$ -	\$ 222.0
14	\$ 397.0	\$ 70.4	\$ 326.6		\$ 326.6	\$ 98.0	\$ 228.6	\$ -	\$ 228.6
15	\$ 408.9	\$ 72.5	\$ 336.4		\$ 336.4	\$ 100.9	\$ 235.5	\$ -	\$ 235.5
16	\$ 421.2	\$ 74.7	\$ 346.5		\$ 346.5	\$ 104.0	\$ 242.6	\$ -	\$ 242.6
17	\$ 433.8	\$ 76.9	\$ 356.9		\$ 356.9	\$ 107.1	\$ 249.8	\$ -	\$ 249.8
18	\$ 446.9	\$ 79.3	\$ 367.6		\$ 367.6	\$ 110.3	\$ 257.3	\$ -	\$ 257.3
19	\$ 460.3	\$ 81.6	\$ 378.6		\$ 378.6	\$ 113.6	\$ 265.0	\$ -	\$ 265.0
20	\$ 474.1	\$ 84.1	\$ 390.0		\$ 390.0	\$ 117.0	\$ 273.0	\$ -	\$ 273.0
TOTAL	\$ 7,075.6	\$ 1,256.9	\$ 5,818.7						
Nota: Precios en millones de pesos mexicanos									

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.05)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 198.64	\$ 1,271.23	13.47%
2	\$ 257.06	\$ 233.16	TASA	5%
3	\$ 231.71	\$ 200.16		
4	\$ 213.38	\$ 175.55		
5	\$ 203.34	\$ 159.32		
6	\$ 198.76	\$ 148.32		
7	\$ 197.78	\$ 140.56		
8	\$ 199.20	\$ 134.82		
9	\$ 202.24	\$ 130.36		
10	\$ 206.40	\$ 126.71		
11	\$ 209.23	\$ 122.33		
12	\$ 215.51	\$ 120.00		
13	\$ 221.97	\$ 117.72		
14	\$ 228.63	\$ 115.47		
15	\$ 235.49	\$ 113.28		
16	\$ 242.56	\$ 111.12		
17	\$ 249.83	\$ 109.00		
18	\$ 257.33	\$ 106.92		
19	\$ 265.05	\$ 104.89		
20	\$ 273.00	\$ 102.89		
Total	\$ 4,517.03	\$ 2,771.23		

Proyecto 1	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	8%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 270.4	\$ 49.4	\$ 221.0	\$ 341.3	-\$ 120.3	-\$ 36.1	-\$ 84.2	\$ 341.3	\$ 257.1
3	\$ 286.8	\$ 50.9	\$ 236.0	\$ 221.8	\$ 14.1	\$ 4.2	\$ 9.9	\$ 221.8	\$ 231.7
4	\$ 295.4	\$ 52.4	\$ 243.0	\$ 144.2	\$ 98.9	\$ 29.7	\$ 69.2	\$ 144.2	\$ 213.4
5	\$ 304.3	\$ 54.0	\$ 250.3	\$ 93.7	\$ 156.6	\$ 47.0	\$ 109.6	\$ 93.7	\$ 203.3
6	\$ 313.4	\$ 55.6	\$ 257.8	\$ 60.9	\$ 196.9	\$ 59.1	\$ 137.8	\$ 60.9	\$ 198.8
7	\$ 322.8	\$ 57.3	\$ 265.6	\$ 39.6	\$ 226.0	\$ 67.8	\$ 158.2	\$ 39.6	\$ 197.8
8	\$ 332.5	\$ 59.0	\$ 273.5	\$ 25.7	\$ 247.8	\$ 74.3	\$ 173.5	\$ 25.7	\$ 199.2
9	\$ 342.5	\$ 60.7	\$ 281.7	\$ 16.7	\$ 265.0	\$ 79.5	\$ 185.5	\$ 16.7	\$ 202.2
10	\$ 352.8	\$ 62.6	\$ 290.2	\$ 10.9	\$ 279.3	\$ 83.8	\$ 195.5	\$ 10.9	\$ 206.4
11	\$ 363.3	\$ 64.4	\$ 298.9		\$ 298.9	\$ 89.7	\$ 209.2	\$ -	\$ 209.2
12	\$ 374.2	\$ 66.4	\$ 307.9		\$ 307.9	\$ 92.4	\$ 215.5	\$ -	\$ 215.5
13	\$ 385.5	\$ 68.4	\$ 317.1		\$ 317.1	\$ 95.1	\$ 222.0	\$ -	\$ 222.0
14	\$ 397.0	\$ 70.4	\$ 326.6		\$ 326.6	\$ 98.0	\$ 228.6	\$ -	\$ 228.6
15	\$ 408.9	\$ 72.5	\$ 336.4		\$ 336.4	\$ 100.9	\$ 235.5	\$ -	\$ 235.5
16	\$ 421.2	\$ 74.7	\$ 346.5		\$ 346.5	\$ 104.0	\$ 242.6	\$ -	\$ 242.6
17	\$ 433.8	\$ 76.9	\$ 356.9		\$ 356.9	\$ 107.1	\$ 249.8	\$ -	\$ 249.8
18	\$ 446.9	\$ 79.3	\$ 367.6		\$ 367.6	\$ 110.3	\$ 257.3	\$ -	\$ 257.3
19	\$ 460.3	\$ 81.6	\$ 378.6		\$ 378.6	\$ 113.6	\$ 265.0	\$ -	\$ 265.0
20	\$ 474.1	\$ 84.1	\$ 390.0		\$ 390.0	\$ 117.0	\$ 273.0	\$ -	\$ 273.0
TOTAL	\$ 7,075.6	\$ 1,256.9	\$ 5,818.7						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.08)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 193.12	\$ 669.44	13.47%
2	\$ 257.06	\$ 220.38	TASA	8%
3	\$ 231.71	\$ 183.94		
4	\$ 213.38	\$ 156.84		
5	\$ 203.34	\$ 138.39		
6	\$ 198.76	\$ 125.25		
7	\$ 197.78	\$ 115.40		
8	\$ 199.20	\$ 107.62		
9	\$ 202.24	\$ 101.17		
10	\$ 206.40	\$ 95.60		
11	\$ 209.23	\$ 89.74		
12	\$ 215.51	\$ 85.58		
13	\$ 221.97	\$ 81.62		
14	\$ 228.63	\$ 77.84		
15	\$ 235.49	\$ 74.24		
16	\$ 242.56	\$ 70.80		
17	\$ 249.83	\$ 67.52		
18	\$ 257.33	\$ 64.40		
19	\$ 265.05	\$ 61.41		
20	\$ 273.00	\$ 58.57		
Total	\$ 4,517.03	\$ 2,169.44		

Proyecto 1	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	10%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 270.4	\$ 49.4	\$ 221.0	\$ 341.3	-\$ 120.3	-\$ 36.1	-\$ 84.2	\$ 341.3	\$ 257.1
3	\$ 286.8	\$ 50.9	\$ 236.0	\$ 221.8	\$ 14.1	\$ 4.2	\$ 9.9	\$ 221.8	\$ 231.7
4	\$ 295.4	\$ 52.4	\$ 243.0	\$ 144.2	\$ 98.9	\$ 29.7	\$ 69.2	\$ 144.2	\$ 213.4
5	\$ 304.3	\$ 54.0	\$ 250.3	\$ 93.7	\$ 156.6	\$ 47.0	\$ 109.6	\$ 93.7	\$ 203.3
6	\$ 313.4	\$ 55.6	\$ 257.8	\$ 60.9	\$ 196.9	\$ 59.1	\$ 137.8	\$ 60.9	\$ 198.8
7	\$ 322.8	\$ 57.3	\$ 265.6	\$ 39.6	\$ 226.0	\$ 67.8	\$ 158.2	\$ 39.6	\$ 197.8
8	\$ 332.5	\$ 59.0	\$ 273.5	\$ 25.7	\$ 247.8	\$ 74.3	\$ 173.5	\$ 25.7	\$ 199.2
9	\$ 342.5	\$ 60.7	\$ 281.7	\$ 16.7	\$ 265.0	\$ 79.5	\$ 185.5	\$ 16.7	\$ 202.2
10	\$ 352.8	\$ 62.6	\$ 290.2	\$ 10.9	\$ 279.3	\$ 83.8	\$ 195.5	\$ 10.9	\$ 206.4
11	\$ 363.3	\$ 64.4	\$ 298.9		\$ 298.9	\$ 89.7	\$ 209.2	\$ -	\$ 209.2
12	\$ 374.2	\$ 66.4	\$ 307.9		\$ 307.9	\$ 92.4	\$ 215.5	\$ -	\$ 215.5
13	\$ 385.5	\$ 68.4	\$ 317.1		\$ 317.1	\$ 95.1	\$ 222.0	\$ -	\$ 222.0
14	\$ 397.0	\$ 70.4	\$ 326.6		\$ 326.6	\$ 98.0	\$ 228.6	\$ -	\$ 228.6
15	\$ 408.9	\$ 72.5	\$ 336.4		\$ 336.4	\$ 100.9	\$ 235.5	\$ -	\$ 235.5
16	\$ 421.2	\$ 74.7	\$ 346.5		\$ 346.5	\$ 104.0	\$ 242.6	\$ -	\$ 242.6
17	\$ 433.8	\$ 76.9	\$ 356.9		\$ 356.9	\$ 107.1	\$ 249.8	\$ -	\$ 249.8
18	\$ 446.9	\$ 79.3	\$ 367.6		\$ 367.6	\$ 110.3	\$ 257.3	\$ -	\$ 257.3
19	\$ 460.3	\$ 81.6	\$ 378.6		\$ 378.6	\$ 113.6	\$ 265.0	\$ -	\$ 265.0
20	\$ 474.1	\$ 84.1	\$ 390.0		\$ 390.0	\$ 117.0	\$ 273.0	\$ -	\$ 273.0
TOTAL	\$ 7,075.6	\$ 1,256.9	\$ 5,818.7						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.10)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 189.61	\$ 375.39	13.47%
2	\$ 257.06	\$ 212.44	TASA	10%
3	\$ 231.71	\$ 174.09		
4	\$ 213.38	\$ 145.74		
5	\$ 203.34	\$ 126.26		
6	\$ 198.76	\$ 112.19		
7	\$ 197.78	\$ 101.49		
8	\$ 199.20	\$ 92.93		
9	\$ 202.24	\$ 85.77		
10	\$ 206.40	\$ 79.58		
11	\$ 209.23	\$ 73.33		
12	\$ 215.51	\$ 68.67		
13	\$ 221.97	\$ 64.30		
14	\$ 228.63	\$ 60.21		
15	\$ 235.49	\$ 56.37		
16	\$ 242.56	\$ 52.79		
17	\$ 249.83	\$ 49.43		
18	\$ 257.33	\$ 46.28		
19	\$ 265.05	\$ 43.34		
20	\$ 273.00	\$ 40.58		
Total	\$ 4,517.03	\$ 1,875.39		

Proyecto 1	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	15%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE	
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 270.4	\$ 49.4	\$ 221.0	\$ 341.3	-\$ 120.3	-\$ 36.1	-\$ 84.2	\$ 341.3	\$ 257.1
3	\$ 286.8	\$ 50.9	\$ 236.0	\$ 221.8	\$ 14.1	\$ 4.2	\$ 9.9	\$ 221.8	\$ 231.7
4	\$ 295.4	\$ 52.4	\$ 243.0	\$ 144.2	\$ 98.9	\$ 29.7	\$ 69.2	\$ 144.2	\$ 213.4
5	\$ 304.3	\$ 54.0	\$ 250.3	\$ 93.7	\$ 156.6	\$ 47.0	\$ 109.6	\$ 93.7	\$ 203.3
6	\$ 313.4	\$ 55.6	\$ 257.8	\$ 60.9	\$ 196.9	\$ 59.1	\$ 137.8	\$ 60.9	\$ 198.8
7	\$ 322.8	\$ 57.3	\$ 265.6	\$ 39.6	\$ 226.0	\$ 67.8	\$ 158.2	\$ 39.6	\$ 197.8
8	\$ 332.5	\$ 59.0	\$ 273.5	\$ 25.7	\$ 247.8	\$ 74.3	\$ 173.5	\$ 25.7	\$ 199.2
9	\$ 342.5	\$ 60.7	\$ 281.7	\$ 16.7	\$ 265.0	\$ 79.5	\$ 185.5	\$ 16.7	\$ 202.2
10	\$ 352.8	\$ 62.6	\$ 290.2	\$ 10.9	\$ 279.3	\$ 83.8	\$ 195.5	\$ 10.9	\$ 206.4
11	\$ 363.3	\$ 64.4	\$ 298.9		\$ 298.9	\$ 89.7	\$ 209.2	\$ -	\$ 209.2
12	\$ 374.2	\$ 66.4	\$ 307.9		\$ 307.9	\$ 92.4	\$ 215.5	\$ -	\$ 215.5
13	\$ 385.5	\$ 68.4	\$ 317.1		\$ 317.1	\$ 95.1	\$ 222.0	\$ -	\$ 222.0
14	\$ 397.0	\$ 70.4	\$ 326.6		\$ 326.6	\$ 98.0	\$ 228.6	\$ -	\$ 228.6
15	\$ 408.9	\$ 72.5	\$ 336.4		\$ 336.4	\$ 100.9	\$ 235.5	\$ -	\$ 235.5
16	\$ 421.2	\$ 74.7	\$ 346.5		\$ 346.5	\$ 104.0	\$ 242.6	\$ -	\$ 242.6
17	\$ 433.8	\$ 76.9	\$ 356.9		\$ 356.9	\$ 107.1	\$ 249.8	\$ -	\$ 249.8
18	\$ 446.9	\$ 79.3	\$ 367.6		\$ 367.6	\$ 110.3	\$ 257.3	\$ -	\$ 257.3
19	\$ 460.3	\$ 81.6	\$ 378.6		\$ 378.6	\$ 113.6	\$ 265.0	\$ -	\$ 265.0
20	\$ 474.1	\$ 84.1	\$ 390.0		\$ 390.0	\$ 117.0	\$ 273.0	\$ -	\$ 273.0
TOTAL	\$ 7,075.6	\$ 1,256.9	\$ 5,818.7						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.15)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 181.37	-\$ 127.09	13.47%
2	\$ 257.06	\$ 194.37	TASA	15%
3	\$ 231.71	\$ 152.35		
4	\$ 213.38	\$ 122.00		
5	\$ 203.34	\$ 101.10		
6	\$ 198.76	\$ 85.93		
7	\$ 197.78	\$ 74.35		
8	\$ 199.20	\$ 65.12		
9	\$ 202.24	\$ 57.49		
10	\$ 206.40	\$ 51.02		
11	\$ 209.23	\$ 44.97		
12	\$ 215.51	\$ 40.28		
13	\$ 221.97	\$ 36.08		
14	\$ 228.63	\$ 32.31		
15	\$ 235.49	\$ 28.94		
16	\$ 242.56	\$ 25.92		
17	\$ 249.83	\$ 23.22		
18	\$ 257.33	\$ 20.79		
19	\$ 265.05	\$ 18.62		
20	\$ 273.00	\$ 16.68		
Total	\$ 4,517.03	\$ 1,372.91		

Proyecto 2	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	5%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día										
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE		
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6	
2	\$ 206.5	\$ 49.4	\$ 157.1	\$ 341.3	-\$ 184.2	-\$ 55.2	-\$ 128.9	\$ 341.3	\$ 212.3	
3	\$ 222.9	\$ 50.9	\$ 172.1	\$ 221.8	-\$ 49.7	-\$ 14.9	-\$ 34.8	\$ 221.8	\$ 187.0	
4	\$ 229.6	\$ 52.4	\$ 177.2	\$ 144.2	\$ 33.1	\$ 9.9	\$ 23.1	\$ 144.2	\$ 167.3	
5	\$ 236.5	\$ 54.0	\$ 182.6	\$ 93.7	\$ 88.8	\$ 26.7	\$ 62.2	\$ 93.7	\$ 155.9	
6	\$ 243.6	\$ 55.6	\$ 188.0	\$ 60.9	\$ 127.1	\$ 38.1	\$ 89.0	\$ 60.9	\$ 149.9	
7	\$ 250.9	\$ 57.3	\$ 193.7	\$ 39.6	\$ 154.1	\$ 46.2	\$ 107.9	\$ 39.6	\$ 147.5	
8	\$ 258.5	\$ 59.0	\$ 199.5	\$ 25.7	\$ 173.8	\$ 52.1	\$ 121.6	\$ 25.7	\$ 147.4	
9	\$ 266.2	\$ 60.7	\$ 205.5	\$ 16.7	\$ 188.7	\$ 56.6	\$ 132.1	\$ 16.7	\$ 148.8	
10	\$ 274.2	\$ 62.6	\$ 211.6	\$ 10.9	\$ 200.8	\$ 60.2	\$ 140.5	\$ 10.9	\$ 151.4	
11	\$ 282.4	\$ 64.4	\$ 218.0		\$ 218.0	\$ 65.4	\$ 152.6	\$ -	\$ 152.6	
12	\$ 290.9	\$ 66.4	\$ 224.5		\$ 224.5	\$ 67.4	\$ 157.2	\$ -	\$ 157.2	
13	\$ 299.6	\$ 68.4	\$ 231.3		\$ 231.3	\$ 69.4	\$ 161.9	\$ -	\$ 161.9	
14	\$ 308.6	\$ 70.4	\$ 238.2		\$ 238.2	\$ 71.5	\$ 166.7	\$ -	\$ 166.7	
15	\$ 317.9	\$ 72.5	\$ 245.3		\$ 245.3	\$ 73.6	\$ 171.7	\$ -	\$ 171.7	
16	\$ 327.4	\$ 74.7	\$ 252.7		\$ 252.7	\$ 75.8	\$ 176.9	\$ -	\$ 176.9	
17	\$ 337.2	\$ 76.9	\$ 260.3		\$ 260.3	\$ 78.1	\$ 182.2	\$ -	\$ 182.2	
18	\$ 347.3	\$ 79.3	\$ 268.1		\$ 268.1	\$ 80.4	\$ 187.7	\$ -	\$ 187.7	
19	\$ 357.8	\$ 81.6	\$ 276.1		\$ 276.1	\$ 82.8	\$ 193.3	\$ -	\$ 193.3	
20	\$ 368.5	\$ 84.1	\$ 284.4		\$ 284.4	\$ 85.3	\$ 199.1	\$ -	\$ 199.1	
TOTAL	\$ 5,516.1	\$ 1,256.9	\$ 4,259.2							

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.05)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 198.64	\$ 637.34	9.72%
2	\$ 212.34	\$ 192.60	TASA	5%
3	\$ 187.00	\$ 161.54		
4	\$ 167.32	\$ 137.66		
5	\$ 155.91	\$ 122.16		
6	\$ 149.90	\$ 111.86		
7	\$ 147.45	\$ 104.79		
8	\$ 147.36	\$ 99.74		
9	\$ 148.85	\$ 95.95		
10	\$ 151.41	\$ 92.95		
11	\$ 152.59	\$ 89.22		
12	\$ 157.17	\$ 87.52		
13	\$ 161.88	\$ 85.85		
14	\$ 166.74	\$ 84.21		
15	\$ 171.74	\$ 82.61		
16	\$ 176.89	\$ 81.04		
17	\$ 182.20	\$ 79.49		
18	\$ 187.67	\$ 77.98		
19	\$ 193.30	\$ 76.49		
20	\$ 199.10	\$ 75.04		
Total	\$ 3,425.40	\$ 2,137.34		

Proyecto 2	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	8%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE	
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 206.5	\$ 49.4	\$ 157.1	\$ 341.3	-\$ 184.2	-\$ 55.2	-\$ 128.9	\$ 341.3	\$ 212.3
3	\$ 222.9	\$ 50.9	\$ 172.1	\$ 221.8	-\$ 49.7	-\$ 14.9	-\$ 34.8	\$ 221.8	\$ 187.0
4	\$ 229.6	\$ 52.4	\$ 177.2	\$ 144.2	\$ 33.1	\$ 9.9	\$ 23.1	\$ 144.2	\$ 167.3
5	\$ 236.5	\$ 54.0	\$ 182.6	\$ 93.7	\$ 88.8	\$ 26.7	\$ 62.2	\$ 93.7	\$ 155.9
6	\$ 243.6	\$ 55.6	\$ 188.0	\$ 60.9	\$ 127.1	\$ 38.1	\$ 89.0	\$ 60.9	\$ 149.9
7	\$ 250.9	\$ 57.3	\$ 193.7	\$ 39.6	\$ 154.1	\$ 46.2	\$ 107.9	\$ 39.6	\$ 147.5
8	\$ 258.5	\$ 59.0	\$ 199.5	\$ 25.7	\$ 173.8	\$ 52.1	\$ 121.6	\$ 25.7	\$ 147.4
9	\$ 266.2	\$ 60.7	\$ 205.5	\$ 16.7	\$ 188.7	\$ 56.6	\$ 132.1	\$ 16.7	\$ 148.8
10	\$ 274.2	\$ 62.6	\$ 211.6	\$ 10.9	\$ 200.8	\$ 60.2	\$ 140.5	\$ 10.9	\$ 151.4
11	\$ 282.4	\$ 64.4	\$ 218.0		\$ 218.0	\$ 65.4	\$ 152.6	\$ -	\$ 152.6
12	\$ 290.9	\$ 66.4	\$ 224.5		\$ 224.5	\$ 67.4	\$ 157.2	\$ -	\$ 157.2
13	\$ 299.6	\$ 68.4	\$ 231.3		\$ 231.3	\$ 69.4	\$ 161.9	\$ -	\$ 161.9
14	\$ 308.6	\$ 70.4	\$ 238.2		\$ 238.2	\$ 71.5	\$ 166.7	\$ -	\$ 166.7
15	\$ 317.9	\$ 72.5	\$ 245.3		\$ 245.3	\$ 73.6	\$ 171.7	\$ -	\$ 171.7
16	\$ 327.4	\$ 74.7	\$ 252.7		\$ 252.7	\$ 75.8	\$ 176.9	\$ -	\$ 176.9
17	\$ 337.2	\$ 76.9	\$ 260.3		\$ 260.3	\$ 78.1	\$ 182.2	\$ -	\$ 182.2
18	\$ 347.3	\$ 79.3	\$ 268.1		\$ 268.1	\$ 80.4	\$ 187.7	\$ -	\$ 187.7
19	\$ 357.8	\$ 81.6	\$ 276.1		\$ 276.1	\$ 82.8	\$ 193.3	\$ -	\$ 193.3
20	\$ 368.5	\$ 84.1	\$ 284.4		\$ 284.4	\$ 85.3	\$ 199.1	\$ -	\$ 199.1
TOTAL	\$ 5,516.1	\$ 1,256.9	\$ 4,259.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$	1,500.00	FNE/(1.08)^N	VPN 20	TIR
1	\$	208.57	\$ 193.12	\$ 191.06	9.72%
2	\$	212.34	\$ 182.05	TASA	8%
3	\$	187.00	\$ 148.45		
4	\$	167.32	\$ 122.99		
5	\$	155.91	\$ 106.11		
6	\$	149.90	\$ 94.46		
7	\$	147.45	\$ 86.04		
8	\$	147.36	\$ 79.62		
9	\$	148.85	\$ 74.46		
10	\$	151.41	\$ 70.13		
11	\$	152.59	\$ 65.44		
12	\$	157.17	\$ 62.41		
13	\$	161.88	\$ 59.52		
14	\$	166.74	\$ 56.77		
15	\$	171.74	\$ 54.14		
16	\$	176.89	\$ 51.63		
17	\$	182.20	\$ 49.24		
18	\$	187.67	\$ 46.96		
19	\$	193.30	\$ 44.79		
20	\$	199.10	\$ 42.72		
Total	\$	3,425.40	\$ 1,691.06		

Proyecto 2	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	10%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día										
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE		
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6	
2	\$ 206.5	\$ 49.4	\$ 157.1	\$ 341.3	-\$ 184.2	-\$ 55.2	-\$ 128.9	\$ 341.3	\$ 212.3	
3	\$ 222.9	\$ 50.9	\$ 172.1	\$ 221.8	-\$ 49.7	-\$ 14.9	-\$ 34.8	\$ 221.8	\$ 187.0	
4	\$ 229.6	\$ 52.4	\$ 177.2	\$ 144.2	\$ 33.1	\$ 9.9	\$ 23.1	\$ 144.2	\$ 167.3	
5	\$ 236.5	\$ 54.0	\$ 182.6	\$ 93.7	\$ 88.8	\$ 26.7	\$ 62.2	\$ 93.7	\$ 155.9	
6	\$ 243.6	\$ 55.6	\$ 188.0	\$ 60.9	\$ 127.1	\$ 38.1	\$ 89.0	\$ 60.9	\$ 149.9	
7	\$ 250.9	\$ 57.3	\$ 193.7	\$ 39.6	\$ 154.1	\$ 46.2	\$ 107.9	\$ 39.6	\$ 147.5	
8	\$ 258.5	\$ 59.0	\$ 199.5	\$ 25.7	\$ 173.8	\$ 52.1	\$ 121.6	\$ 25.7	\$ 147.4	
9	\$ 266.2	\$ 60.7	\$ 205.5	\$ 16.7	\$ 188.7	\$ 56.6	\$ 132.1	\$ 16.7	\$ 148.8	
10	\$ 274.2	\$ 62.6	\$ 211.6	\$ 10.9	\$ 200.8	\$ 60.2	\$ 140.5	\$ 10.9	\$ 151.4	
11	\$ 282.4	\$ 64.4	\$ 218.0		\$ 218.0	\$ 65.4	\$ 152.6	\$ -	\$ 152.6	
12	\$ 290.9	\$ 66.4	\$ 224.5		\$ 224.5	\$ 67.4	\$ 157.2	\$ -	\$ 157.2	
13	\$ 299.6	\$ 68.4	\$ 231.3		\$ 231.3	\$ 69.4	\$ 161.9	\$ -	\$ 161.9	
14	\$ 308.6	\$ 70.4	\$ 238.2		\$ 238.2	\$ 71.5	\$ 166.7	\$ -	\$ 166.7	
15	\$ 317.9	\$ 72.5	\$ 245.3		\$ 245.3	\$ 73.6	\$ 171.7	\$ -	\$ 171.7	
16	\$ 327.4	\$ 74.7	\$ 252.7		\$ 252.7	\$ 75.8	\$ 176.9	\$ -	\$ 176.9	
17	\$ 337.2	\$ 76.9	\$ 260.3		\$ 260.3	\$ 78.1	\$ 182.2	\$ -	\$ 182.2	
18	\$ 347.3	\$ 79.3	\$ 268.1		\$ 268.1	\$ 80.4	\$ 187.7	\$ -	\$ 187.7	
19	\$ 357.8	\$ 81.6	\$ 276.1		\$ 276.1	\$ 82.8	\$ 193.3	\$ -	\$ 193.3	
20	\$ 368.5	\$ 84.1	\$ 284.4		\$ 284.4	\$ 85.3	\$ 199.1	\$ -	\$ 199.1	
TOTAL	\$ 5,516.1	\$ 1,256.9	\$ 4,259.2							

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.1)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 189.61	-\$ 27.81	9.72%
2	\$ 212.34	\$ 175.49	TASA	10%
3	\$ 187.00	\$ 140.50		
4	\$ 167.32	\$ 114.28		
5	\$ 155.91	\$ 96.81		
6	\$ 149.90	\$ 84.61		
7	\$ 147.45	\$ 75.67		
8	\$ 147.36	\$ 68.75		
9	\$ 148.85	\$ 63.13		
10	\$ 151.41	\$ 58.37		
11	\$ 152.59	\$ 53.48		
12	\$ 157.17	\$ 50.08		
13	\$ 161.88	\$ 46.89		
14	\$ 166.74	\$ 43.91		
15	\$ 171.74	\$ 41.11		
16	\$ 176.89	\$ 38.50		
17	\$ 182.20	\$ 36.05		
18	\$ 187.67	\$ 33.75		
19	\$ 193.30	\$ 31.61		
20	\$ 199.10	\$ 29.59		
Total	\$ 3,425.40	\$ 1,472.19		

Proyecto 3	
INVERSION INICIAL	\$1,700,000,000
TASA	5%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE	
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 206.5	\$ 49.4	\$ 157.1	\$ 341.3	-\$ 184.2	-\$ 55.2	-\$ 128.9	\$ 341.3	\$ 212.3
3	\$ 222.9	\$ 50.9	\$ 172.1	\$ 221.8	-\$ 49.7	-\$ 14.9	-\$ 34.8	\$ 221.8	\$ 187.0
4	\$ 229.6	\$ 52.4	\$ 177.2	\$ 144.2	\$ 33.1	\$ 9.9	\$ 23.1	\$ 144.2	\$ 167.3
5	\$ 236.5	\$ 54.0	\$ 182.6	\$ 93.7	\$ 88.8	\$ 26.7	\$ 62.2	\$ 93.7	\$ 155.9
6	\$ 243.6	\$ 55.6	\$ 188.0	\$ 60.9	\$ 127.1	\$ 38.1	\$ 89.0	\$ 60.9	\$ 149.9
7	\$ 250.9	\$ 57.3	\$ 193.7	\$ 39.6	\$ 154.1	\$ 46.2	\$ 107.9	\$ 39.6	\$ 147.5
8	\$ 258.5	\$ 59.0	\$ 199.5	\$ 25.7	\$ 173.8	\$ 52.1	\$ 121.6	\$ 25.7	\$ 147.4
9	\$ 266.2	\$ 60.7	\$ 205.5	\$ 16.7	\$ 188.7	\$ 56.6	\$ 132.1	\$ 16.7	\$ 148.8
10	\$ 274.2	\$ 62.6	\$ 211.6	\$ 10.9	\$ 200.8	\$ 60.2	\$ 140.5	\$ 10.9	\$ 151.4
11	\$ 282.4	\$ 64.4	\$ 218.0		\$ 218.0	\$ 65.4	\$ 152.6	\$ -	\$ 152.6
12	\$ 290.9	\$ 66.4	\$ 224.5		\$ 224.5	\$ 67.4	\$ 157.2	\$ -	\$ 157.2
13	\$ 299.6	\$ 68.4	\$ 231.3		\$ 231.3	\$ 69.4	\$ 161.9	\$ -	\$ 161.9
14	\$ 308.6	\$ 70.4	\$ 238.2		\$ 238.2	\$ 71.5	\$ 166.7	\$ -	\$ 166.7
15	\$ 317.9	\$ 72.5	\$ 245.3		\$ 245.3	\$ 73.6	\$ 171.7	\$ -	\$ 171.7
16	\$ 327.4	\$ 74.7	\$ 252.7		\$ 252.7	\$ 75.8	\$ 176.9	\$ -	\$ 176.9
17	\$ 337.2	\$ 76.9	\$ 260.3		\$ 260.3	\$ 78.1	\$ 182.2	\$ -	\$ 182.2
18	\$ 347.3	\$ 79.3	\$ 268.1		\$ 268.1	\$ 80.4	\$ 187.7	\$ -	\$ 187.7
19	\$ 357.8	\$ 81.6	\$ 276.1		\$ 276.1	\$ 82.8	\$ 193.3	\$ -	\$ 193.3
20	\$ 368.5	\$ 84.1	\$ 284.4		\$ 284.4	\$ 85.3	\$ 199.1	\$ -	\$ 199.1
TOTAL	\$ 5,516.1	\$ 1,256.9	\$ 4,259.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,700.00	FNE/(1.05)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 198.64	\$ 437.34	7.93%
2	\$ 212.34	\$ 192.60	TASA	5%
3	\$ 187.00	\$ 161.54		
4	\$ 167.32	\$ 137.66		
5	\$ 155.91	\$ 122.16		
6	\$ 149.90	\$ 111.86		
7	\$ 147.45	\$ 104.79		
8	\$ 147.36	\$ 99.74		
9	\$ 148.85	\$ 95.95		
10	\$ 151.41	\$ 92.95		
11	\$ 152.59	\$ 89.22		
12	\$ 157.17	\$ 87.52		
13	\$ 161.88	\$ 85.85		
14	\$ 166.74	\$ 84.21		
15	\$ 171.74	\$ 82.61		
16	\$ 176.89	\$ 81.04		
17	\$ 182.20	\$ 79.49		
18	\$ 187.67	\$ 77.98		
19	\$ 193.30	\$ 76.49		
20	\$ 199.10	\$ 75.04		
Total	\$ 3,425.40	\$ 2,137.34		

Proyecto 3	
INVERSION INICIAL	\$1,700,000,000
TASA	8%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 206.5	\$ 49.4	\$ 157.1	\$ 341.3	-\$ 184.2	-\$ 55.2	-\$ 128.9	\$ 341.3	\$ 212.3
3	\$ 222.9	\$ 50.9	\$ 172.1	\$ 221.8	-\$ 49.7	-\$ 14.9	-\$ 34.8	\$ 221.8	\$ 187.0
4	\$ 229.6	\$ 52.4	\$ 177.2	\$ 144.2	\$ 33.1	\$ 9.9	\$ 23.1	\$ 144.2	\$ 167.3
5	\$ 236.5	\$ 54.0	\$ 182.6	\$ 93.7	\$ 88.8	\$ 26.7	\$ 62.2	\$ 93.7	\$ 155.9
6	\$ 243.6	\$ 55.6	\$ 188.0	\$ 60.9	\$ 127.1	\$ 38.1	\$ 89.0	\$ 60.9	\$ 149.9
7	\$ 250.9	\$ 57.3	\$ 193.7	\$ 39.6	\$ 154.1	\$ 46.2	\$ 107.9	\$ 39.6	\$ 147.5
8	\$ 258.5	\$ 59.0	\$ 199.5	\$ 25.7	\$ 173.8	\$ 52.1	\$ 121.6	\$ 25.7	\$ 147.4
9	\$ 266.2	\$ 60.7	\$ 205.5	\$ 16.7	\$ 188.7	\$ 56.6	\$ 132.1	\$ 16.7	\$ 148.8
10	\$ 274.2	\$ 62.6	\$ 211.6	\$ 10.9	\$ 200.8	\$ 60.2	\$ 140.5	\$ 10.9	\$ 151.4
11	\$ 282.4	\$ 64.4	\$ 218.0		\$ 218.0	\$ 65.4	\$ 152.6	\$ -	\$ 152.6
12	\$ 290.9	\$ 66.4	\$ 224.5		\$ 224.5	\$ 67.4	\$ 157.2	\$ -	\$ 157.2
13	\$ 299.6	\$ 68.4	\$ 231.3		\$ 231.3	\$ 69.4	\$ 161.9	\$ -	\$ 161.9
14	\$ 308.6	\$ 70.4	\$ 238.2		\$ 238.2	\$ 71.5	\$ 166.7	\$ -	\$ 166.7
15	\$ 317.9	\$ 72.5	\$ 245.3		\$ 245.3	\$ 73.6	\$ 171.7	\$ -	\$ 171.7
16	\$ 327.4	\$ 74.7	\$ 252.7		\$ 252.7	\$ 75.8	\$ 176.9	\$ -	\$ 176.9
17	\$ 337.2	\$ 76.9	\$ 260.3		\$ 260.3	\$ 78.1	\$ 182.2	\$ -	\$ 182.2
18	\$ 347.3	\$ 79.3	\$ 268.1		\$ 268.1	\$ 80.4	\$ 187.7	\$ -	\$ 187.7
19	\$ 357.8	\$ 81.6	\$ 276.1		\$ 276.1	\$ 82.8	\$ 193.3	\$ -	\$ 193.3
20	\$ 368.5	\$ 84.1	\$ 284.4		\$ 284.4	\$ 85.3	\$ 199.1	\$ -	\$ 199.1
TOTAL	\$ 5,516.1	\$ 1,256.9	\$ 4,259.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,700.00	FNE/(1.08)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 193.12	-\$ 8.94	7.93%
2	\$ 212.34	\$ 182.05	TASA	8%
3	\$ 187.00	\$ 148.45		
4	\$ 167.32	\$ 122.99		
5	\$ 155.91	\$ 106.11		
6	\$ 149.90	\$ 94.46		
7	\$ 147.45	\$ 86.04		
8	\$ 147.36	\$ 79.62		
9	\$ 148.85	\$ 74.46		
10	\$ 151.41	\$ 70.13		
11	\$ 152.59	\$ 65.44		
12	\$ 157.17	\$ 62.41		
13	\$ 161.88	\$ 59.52		
14	\$ 166.74	\$ 56.77		
15	\$ 171.74	\$ 54.14		
16	\$ 176.89	\$ 51.63		
17	\$ 182.20	\$ 49.24		
18	\$ 187.67	\$ 46.96		
19	\$ 193.30	\$ 44.79		
20	\$ 199.10	\$ 42.72		
Total	\$ 3,425.40	\$ 1,691.06		

Proyecto 4	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	5%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día										
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE		
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6	
2	\$ 334.2	\$ 49.4	\$ 284.8	\$ 341.3	-\$ 56.4	-\$ 16.9	-\$ 39.5	\$ 341.3	\$ 301.8	
3	\$ 350.7	\$ 50.9	\$ 299.8	\$ 221.8	\$ 78.0	\$ 23.4	\$ 54.6	\$ 221.8	\$ 276.4	
4	\$ 361.2	\$ 52.4	\$ 308.8	\$ 144.2	\$ 164.6	\$ 49.4	\$ 115.3	\$ 144.2	\$ 259.4	
5	\$ 372.1	\$ 54.0	\$ 318.1	\$ 93.7	\$ 224.4	\$ 67.3	\$ 157.1	\$ 93.7	\$ 250.8	
6	\$ 383.2	\$ 55.6	\$ 327.6	\$ 60.9	\$ 266.7	\$ 80.0	\$ 186.7	\$ 60.9	\$ 247.6	
7	\$ 394.7	\$ 57.3	\$ 337.5	\$ 39.6	\$ 297.9	\$ 89.4	\$ 208.5	\$ 39.6	\$ 248.1	
8	\$ 406.6	\$ 59.0	\$ 347.6	\$ 25.7	\$ 321.8	\$ 96.6	\$ 225.3	\$ 25.7	\$ 251.0	
9	\$ 418.8	\$ 60.7	\$ 358.0	\$ 16.7	\$ 341.3	\$ 102.4	\$ 238.9	\$ 16.7	\$ 255.6	
10	\$ 431.3	\$ 62.6	\$ 368.8	\$ 10.9	\$ 357.9	\$ 107.4	\$ 250.5	\$ 10.9	\$ 261.4	
11	\$ 444.3	\$ 64.4	\$ 379.8		\$ 379.8	\$ 113.9	\$ 265.9	\$ -	\$ 265.9	
12	\$ 457.6	\$ 66.4	\$ 391.2		\$ 391.2	\$ 117.4	\$ 273.8	\$ -	\$ 273.8	
13	\$ 471.3	\$ 68.4	\$ 402.9		\$ 402.9	\$ 120.9	\$ 282.1	\$ -	\$ 282.1	
14	\$ 485.4	\$ 70.4	\$ 415.0		\$ 415.0	\$ 124.5	\$ 290.5	\$ -	\$ 290.5	
15	\$ 500.0	\$ 72.5	\$ 427.5		\$ 427.5	\$ 128.2	\$ 299.2	\$ -	\$ 299.2	
16	\$ 515.0	\$ 74.7	\$ 440.3		\$ 440.3	\$ 132.1	\$ 308.2	\$ -	\$ 308.2	
17	\$ 530.5	\$ 76.9	\$ 453.5		\$ 453.5	\$ 136.1	\$ 317.5	\$ -	\$ 317.5	
18	\$ 546.4	\$ 79.3	\$ 467.1		\$ 467.1	\$ 140.1	\$ 327.0	\$ -	\$ 327.0	
19	\$ 562.8	\$ 81.6	\$ 481.1		\$ 481.1	\$ 144.3	\$ 336.8	\$ -	\$ 336.8	
20	\$ 579.7	\$ 84.1	\$ 495.6		\$ 495.6	\$ 148.7	\$ 346.9	\$ -	\$ 346.9	
TOTAL	\$ 8,635.1	\$ 1,256.9	\$ 7,378.2							

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.05)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 198.64	\$ 1,905.12	16.70%
2	\$ 301.77	\$ 273.71	TASA	5%
3	\$ 276.42	\$ 238.79		
4	\$ 259.43	\$ 213.43		
5	\$ 250.78	\$ 196.49		
6	\$ 247.62	\$ 184.78		
7	\$ 248.10	\$ 176.32		
8	\$ 251.03	\$ 169.91		
9	\$ 255.63	\$ 164.78		
10	\$ 261.39	\$ 160.47		
11	\$ 265.87	\$ 155.45		
12	\$ 273.85	\$ 152.49		
13	\$ 282.06	\$ 149.58		
14	\$ 290.52	\$ 146.73		
15	\$ 299.24	\$ 143.94		
16	\$ 308.22	\$ 141.20		
17	\$ 317.46	\$ 138.51		
18	\$ 326.99	\$ 135.87		
19	\$ 336.80	\$ 133.28		
20	\$ 346.90	\$ 130.74		
Total	\$ 5,608.66	\$ 3,405.12		

Proyecto 4	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	8%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 334.2	\$ 49.4	\$ 284.8	\$ 341.3	-\$ 56.4	-\$ 16.9	-\$ 39.5	\$ 341.3	\$ 301.8
3	\$ 350.7	\$ 50.9	\$ 299.8	\$ 221.8	\$ 78.0	\$ 23.4	\$ 54.6	\$ 221.8	\$ 276.4
4	\$ 361.2	\$ 52.4	\$ 308.8	\$ 144.2	\$ 164.6	\$ 49.4	\$ 115.3	\$ 144.2	\$ 259.4
5	\$ 372.1	\$ 54.0	\$ 318.1	\$ 93.7	\$ 224.4	\$ 67.3	\$ 157.1	\$ 93.7	\$ 250.8
6	\$ 383.2	\$ 55.6	\$ 327.6	\$ 60.9	\$ 266.7	\$ 80.0	\$ 186.7	\$ 60.9	\$ 247.6
7	\$ 394.7	\$ 57.3	\$ 337.5	\$ 39.6	\$ 297.9	\$ 89.4	\$ 208.5	\$ 39.6	\$ 248.1
8	\$ 406.6	\$ 59.0	\$ 347.6	\$ 25.7	\$ 321.8	\$ 96.6	\$ 225.3	\$ 25.7	\$ 251.0
9	\$ 418.8	\$ 60.7	\$ 358.0	\$ 16.7	\$ 341.3	\$ 102.4	\$ 238.9	\$ 16.7	\$ 255.6
10	\$ 431.3	\$ 62.6	\$ 368.8	\$ 10.9	\$ 357.9	\$ 107.4	\$ 250.5	\$ 10.9	\$ 261.4
11	\$ 444.3	\$ 64.4	\$ 379.8		\$ 379.8	\$ 113.9	\$ 265.9	\$ -	\$ 265.9
12	\$ 457.6	\$ 66.4	\$ 391.2		\$ 391.2	\$ 117.4	\$ 273.8	\$ -	\$ 273.8
13	\$ 471.3	\$ 68.4	\$ 402.9		\$ 402.9	\$ 120.9	\$ 282.1	\$ -	\$ 282.1
14	\$ 485.4	\$ 70.4	\$ 415.0		\$ 415.0	\$ 124.5	\$ 290.5	\$ -	\$ 290.5
15	\$ 500.0	\$ 72.5	\$ 427.5		\$ 427.5	\$ 128.2	\$ 299.2	\$ -	\$ 299.2
16	\$ 515.0	\$ 74.7	\$ 440.3		\$ 440.3	\$ 132.1	\$ 308.2	\$ -	\$ 308.2
17	\$ 530.5	\$ 76.9	\$ 453.5		\$ 453.5	\$ 136.1	\$ 317.5	\$ -	\$ 317.5
18	\$ 546.4	\$ 79.3	\$ 467.1		\$ 467.1	\$ 140.1	\$ 327.0	\$ -	\$ 327.0
19	\$ 562.8	\$ 81.6	\$ 481.1		\$ 481.1	\$ 144.3	\$ 336.8	\$ -	\$ 336.8
20	\$ 579.7	\$ 84.1	\$ 495.6		\$ 495.6	\$ 148.7	\$ 346.9	\$ -	\$ 346.9
TOTAL	\$ 8,635.1	\$ 1,256.9	\$ 7,378.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.08)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 193.12	\$ 1,147.82	16.70%
2	\$ 301.77	\$ 258.72	TASA	8%
3	\$ 276.42	\$ 219.43		
4	\$ 259.43	\$ 190.69		
5	\$ 250.78	\$ 170.68		
6	\$ 247.62	\$ 156.04		
7	\$ 248.10	\$ 144.76		
8	\$ 251.03	\$ 135.62		
9	\$ 255.63	\$ 127.88		
10	\$ 261.39	\$ 121.07		
11	\$ 265.87	\$ 114.03		
12	\$ 273.85	\$ 108.75		
13	\$ 282.06	\$ 103.71		
14	\$ 290.52	\$ 98.91		
15	\$ 299.24	\$ 94.33		
16	\$ 308.22	\$ 89.97		
17	\$ 317.46	\$ 85.80		
18	\$ 326.99	\$ 81.83		
19	\$ 336.80	\$ 78.04		
20	\$ 346.90	\$ 74.43		
Total	\$ 5,608.66	\$ 2,647.82		

Proyecto 4	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	10%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE	
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 334.2	\$ 49.4	\$ 284.8	\$ 341.3	-\$ 56.4	-\$ 16.9	-\$ 39.5	\$ 341.3	\$ 301.8
3	\$ 350.7	\$ 50.9	\$ 299.8	\$ 221.8	\$ 78.0	\$ 23.4	\$ 54.6	\$ 221.8	\$ 276.4
4	\$ 361.2	\$ 52.4	\$ 308.8	\$ 144.2	\$ 164.6	\$ 49.4	\$ 115.3	\$ 144.2	\$ 259.4
5	\$ 372.1	\$ 54.0	\$ 318.1	\$ 93.7	\$ 224.4	\$ 67.3	\$ 157.1	\$ 93.7	\$ 250.8
6	\$ 383.2	\$ 55.6	\$ 327.6	\$ 60.9	\$ 266.7	\$ 80.0	\$ 186.7	\$ 60.9	\$ 247.6
7	\$ 394.7	\$ 57.3	\$ 337.5	\$ 39.6	\$ 297.9	\$ 89.4	\$ 208.5	\$ 39.6	\$ 248.1
8	\$ 406.6	\$ 59.0	\$ 347.6	\$ 25.7	\$ 321.8	\$ 96.6	\$ 225.3	\$ 25.7	\$ 251.0
9	\$ 418.8	\$ 60.7	\$ 358.0	\$ 16.7	\$ 341.3	\$ 102.4	\$ 238.9	\$ 16.7	\$ 255.6
10	\$ 431.3	\$ 62.6	\$ 368.8	\$ 10.9	\$ 357.9	\$ 107.4	\$ 250.5	\$ 10.9	\$ 261.4
11	\$ 444.3	\$ 64.4	\$ 379.8		\$ 379.8	\$ 113.9	\$ 265.9	\$ -	\$ 265.9
12	\$ 457.6	\$ 66.4	\$ 391.2		\$ 391.2	\$ 117.4	\$ 273.8	\$ -	\$ 273.8
13	\$ 471.3	\$ 68.4	\$ 402.9		\$ 402.9	\$ 120.9	\$ 282.1	\$ -	\$ 282.1
14	\$ 485.4	\$ 70.4	\$ 415.0		\$ 415.0	\$ 124.5	\$ 290.5	\$ -	\$ 290.5
15	\$ 500.0	\$ 72.5	\$ 427.5		\$ 427.5	\$ 128.2	\$ 299.2	\$ -	\$ 299.2
16	\$ 515.0	\$ 74.7	\$ 440.3		\$ 440.3	\$ 132.1	\$ 308.2	\$ -	\$ 308.2
17	\$ 530.5	\$ 76.9	\$ 453.5		\$ 453.5	\$ 136.1	\$ 317.5	\$ -	\$ 317.5
18	\$ 546.4	\$ 79.3	\$ 467.1		\$ 467.1	\$ 140.1	\$ 327.0	\$ -	\$ 327.0
19	\$ 562.8	\$ 81.6	\$ 481.1		\$ 481.1	\$ 144.3	\$ 336.8	\$ -	\$ 336.8
20	\$ 579.7	\$ 84.1	\$ 495.6		\$ 495.6	\$ 148.7	\$ 346.9	\$ -	\$ 346.9
TOTAL	\$ 8,635.1	\$ 1,256.9	\$ 7,378.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.1)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 189.61	\$ 778.60	16.70%
2	\$ 301.77	\$ 249.40	TASA	10%
3	\$ 276.42	\$ 207.68		
4	\$ 259.43	\$ 177.19		
5	\$ 250.78	\$ 155.71		
6	\$ 247.62	\$ 139.77		
7	\$ 248.10	\$ 127.32		
8	\$ 251.03	\$ 117.11		
9	\$ 255.63	\$ 108.41		
10	\$ 261.39	\$ 100.78		
11	\$ 265.87	\$ 93.19		
12	\$ 273.85	\$ 87.26		
13	\$ 282.06	\$ 81.70		
14	\$ 290.52	\$ 76.50		
15	\$ 299.24	\$ 71.64		
16	\$ 308.22	\$ 67.08		
17	\$ 317.46	\$ 62.81		
18	\$ 326.99	\$ 58.81		
19	\$ 336.80	\$ 55.07		
20	\$ 346.90	\$ 51.56		
Total	\$ 5,608.66	\$ 2,278.60		

Proyecto 4	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	15%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 334.2	\$ 49.4	\$ 284.8	\$ 341.3	-\$ 56.4	-\$ 16.9	-\$ 39.5	\$ 341.3	\$ 301.8
3	\$ 350.7	\$ 50.9	\$ 299.8	\$ 221.8	\$ 78.0	\$ 23.4	\$ 54.6	\$ 221.8	\$ 276.4
4	\$ 361.2	\$ 52.4	\$ 308.8	\$ 144.2	\$ 164.6	\$ 49.4	\$ 115.3	\$ 144.2	\$ 259.4
5	\$ 372.1	\$ 54.0	\$ 318.1	\$ 93.7	\$ 224.4	\$ 67.3	\$ 157.1	\$ 93.7	\$ 250.8
6	\$ 383.2	\$ 55.6	\$ 327.6	\$ 60.9	\$ 266.7	\$ 80.0	\$ 186.7	\$ 60.9	\$ 247.6
7	\$ 394.7	\$ 57.3	\$ 337.5	\$ 39.6	\$ 297.9	\$ 89.4	\$ 208.5	\$ 39.6	\$ 248.1
8	\$ 406.6	\$ 59.0	\$ 347.6	\$ 25.7	\$ 321.8	\$ 96.6	\$ 225.3	\$ 25.7	\$ 251.0
9	\$ 418.8	\$ 60.7	\$ 358.0	\$ 16.7	\$ 341.3	\$ 102.4	\$ 238.9	\$ 16.7	\$ 255.6
10	\$ 431.3	\$ 62.6	\$ 368.8	\$ 10.9	\$ 357.9	\$ 107.4	\$ 250.5	\$ 10.9	\$ 261.4
11	\$ 444.3	\$ 64.4	\$ 379.8		\$ 379.8	\$ 113.9	\$ 265.9	-	\$ 265.9
12	\$ 457.6	\$ 66.4	\$ 391.2		\$ 391.2	\$ 117.4	\$ 273.8	-	\$ 273.8
13	\$ 471.3	\$ 68.4	\$ 402.9		\$ 402.9	\$ 120.9	\$ 282.1	-	\$ 282.1
14	\$ 485.4	\$ 70.4	\$ 415.0		\$ 415.0	\$ 124.5	\$ 290.5	-	\$ 290.5
15	\$ 500.0	\$ 72.5	\$ 427.5		\$ 427.5	\$ 128.2	\$ 299.2	-	\$ 299.2
16	\$ 515.0	\$ 74.7	\$ 440.3		\$ 440.3	\$ 132.1	\$ 308.2	-	\$ 308.2
17	\$ 530.5	\$ 76.9	\$ 453.5		\$ 453.5	\$ 136.1	\$ 317.5	-	\$ 317.5
18	\$ 546.4	\$ 79.3	\$ 467.1		\$ 467.1	\$ 140.1	\$ 327.0	-	\$ 327.0
19	\$ 562.8	\$ 81.6	\$ 481.1		\$ 481.1	\$ 144.3	\$ 336.8	-	\$ 336.8
20	\$ 579.7	\$ 84.1	\$ 495.6		\$ 495.6	\$ 148.7	\$ 346.9	-	\$ 346.9
TOTAL	\$ 8,635.1	\$ 1,256.9	\$ 7,378.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.15)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 181.37	\$ 149.71	16.70%
2	\$ 301.77	\$ 228.18	TASA	15%
3	\$ 276.42	\$ 181.75		
4	\$ 259.43	\$ 148.33		
5	\$ 250.78	\$ 124.68		
6	\$ 247.62	\$ 107.05		
7	\$ 248.10	\$ 93.27		
8	\$ 251.03	\$ 82.06		
9	\$ 255.63	\$ 72.67		
10	\$ 261.39	\$ 64.61		
11	\$ 265.87	\$ 57.15		
12	\$ 273.85	\$ 51.18		
13	\$ 282.06	\$ 45.84		
14	\$ 290.52	\$ 41.06		
15	\$ 299.24	\$ 36.77		
16	\$ 308.22	\$ 32.94		
17	\$ 317.46	\$ 29.50		
18	\$ 326.99	\$ 26.42		
19	\$ 336.80	\$ 23.67		
20	\$ 346.90	\$ 21.20		
Total	\$ 5,608.66	\$ 1,649.71		

Proyecto 4	
INVERSION INICIAL	\$1,500,000,000
TASA	17%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día									
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE	
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6
2	\$ 334.2	\$ 49.4	\$ 284.8	\$ 341.3	-\$ 56.4	-\$ 16.9	-\$ 39.5	\$ 341.3	\$ 301.8
3	\$ 350.7	\$ 50.9	\$ 299.8	\$ 221.8	\$ 78.0	\$ 23.4	\$ 54.6	\$ 221.8	\$ 276.4
4	\$ 361.2	\$ 52.4	\$ 308.8	\$ 144.2	\$ 164.6	\$ 49.4	\$ 115.3	\$ 144.2	\$ 259.4
5	\$ 372.1	\$ 54.0	\$ 318.1	\$ 93.7	\$ 224.4	\$ 67.3	\$ 157.1	\$ 93.7	\$ 250.8
6	\$ 383.2	\$ 55.6	\$ 327.6	\$ 60.9	\$ 266.7	\$ 80.0	\$ 186.7	\$ 60.9	\$ 247.6
7	\$ 394.7	\$ 57.3	\$ 337.5	\$ 39.6	\$ 297.9	\$ 89.4	\$ 208.5	\$ 39.6	\$ 248.1
8	\$ 406.6	\$ 59.0	\$ 347.6	\$ 25.7	\$ 321.8	\$ 96.6	\$ 225.3	\$ 25.7	\$ 251.0
9	\$ 418.8	\$ 60.7	\$ 358.0	\$ 16.7	\$ 341.3	\$ 102.4	\$ 238.9	\$ 16.7	\$ 255.6
10	\$ 431.3	\$ 62.6	\$ 368.8	\$ 10.9	\$ 357.9	\$ 107.4	\$ 250.5	\$ 10.9	\$ 261.4
11	\$ 444.3	\$ 64.4	\$ 379.8		\$ 379.8	\$ 113.9	\$ 265.9	\$ -	\$ 265.9
12	\$ 457.6	\$ 66.4	\$ 391.2		\$ 391.2	\$ 117.4	\$ 273.8	\$ -	\$ 273.8
13	\$ 471.3	\$ 68.4	\$ 402.9		\$ 402.9	\$ 120.9	\$ 282.1	\$ -	\$ 282.1
14	\$ 485.4	\$ 70.4	\$ 415.0		\$ 415.0	\$ 124.5	\$ 290.5	\$ -	\$ 290.5
15	\$ 500.0	\$ 72.5	\$ 427.5		\$ 427.5	\$ 128.2	\$ 299.2	\$ -	\$ 299.2
16	\$ 515.0	\$ 74.7	\$ 440.3		\$ 440.3	\$ 132.1	\$ 308.2	\$ -	\$ 308.2
17	\$ 530.5	\$ 76.9	\$ 453.5		\$ 453.5	\$ 136.1	\$ 317.5	\$ -	\$ 317.5
18	\$ 546.4	\$ 79.3	\$ 467.1		\$ 467.1	\$ 140.1	\$ 327.0	\$ -	\$ 327.0
19	\$ 562.8	\$ 81.6	\$ 481.1		\$ 481.1	\$ 144.3	\$ 336.8	\$ -	\$ 336.8
20	\$ 579.7	\$ 84.1	\$ 495.6		\$ 495.6	\$ 148.7	\$ 346.9	\$ -	\$ 346.9
TOTAL	\$ 8,635.1	\$ 1,256.9	\$ 7,378.2						

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 1,500.00	FNE/(1.17)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 178.27	-\$ 23.96	16.70%
2	\$ 301.77	\$ 220.45	TASA	17%
3	\$ 276.42	\$ 172.59		
4	\$ 259.43	\$ 138.45		
5	\$ 250.78	\$ 114.38		
6	\$ 247.62	\$ 96.53		
7	\$ 248.10	\$ 82.67		
8	\$ 251.03	\$ 71.49		
9	\$ 255.63	\$ 62.22		
10	\$ 261.39	\$ 54.38		
11	\$ 265.87	\$ 47.27		
12	\$ 273.85	\$ 41.62		
13	\$ 282.06	\$ 36.64		
14	\$ 290.52	\$ 32.25		
15	\$ 299.24	\$ 28.39		
16	\$ 308.22	\$ 25.00		
17	\$ 317.46	\$ 22.01		
18	\$ 326.99	\$ 19.37		
19	\$ 336.80	\$ 17.05		
20	\$ 346.90	\$ 15.01		
Total	\$ 5,608.66	\$ 1,476.04		

Proyecto 5	
INVERSION INICIAL	\$750,000,000
TASA	10%

Corrida Financiera para la construcción y operación de la planta de gasificación por arco de plasma, para una capacidad de 700 ton/día										
Periodo	Ingresos	Egresos	Utilidad	Gastos dep	Utilidad ante impuestos	Utilidad Neta	Gastos deprec	FNE		
1	\$ 89.4	\$ 16.5	\$ 73.0	\$ 525.0	-\$ 452.0	-\$ 135.6	-\$ 316.4	\$ 525.0	\$ 208.6	
2	\$ 104.3	\$ 49.4	\$ 54.9	\$ 341.3	-\$ 286.4	-\$ 85.9	-\$ 200.4	\$ 341.3	\$ 140.8	
3	\$ 120.7	\$ 50.9	\$ 69.9	\$ 221.8	-\$ 151.9	-\$ 45.6	-\$ 106.4	\$ 221.8	\$ 115.5	
4	\$ 124.4	\$ 52.4	\$ 72.0	\$ 144.2	-\$ 72.2	-\$ 21.7	-\$ 50.5	\$ 144.2	\$ 93.6	
5	\$ 128.1	\$ 54.0	\$ 74.1	\$ 93.7	-\$ 19.6	-\$ 5.9	-\$ 13.7	\$ 93.7	\$ 80.0	
6	\$ 131.9	\$ 55.6	\$ 76.4	\$ 60.9	\$ 15.4	\$ 4.6	\$ 10.8	\$ 60.9	\$ 71.7	
7	\$ 135.9	\$ 57.3	\$ 78.7	\$ 39.6	\$ 39.1	\$ 11.7	\$ 27.3	\$ 39.6	\$ 66.9	
8	\$ 140.0	\$ 59.0	\$ 81.0	\$ 25.7	\$ 55.3	\$ 16.6	\$ 38.7	\$ 25.7	\$ 64.4	
9	\$ 144.2	\$ 60.7	\$ 83.4	\$ 16.7	\$ 66.7	\$ 20.0	\$ 46.7	\$ 16.7	\$ 63.4	
10	\$ 148.5	\$ 62.6	\$ 85.9	\$ 10.9	\$ 75.1	\$ 22.5	\$ 52.5	\$ 10.9	\$ 63.4	
11	\$ 153.0	\$ 64.4	\$ 88.5		\$ 88.5	\$ 26.6	\$ 62.0	\$ -	\$ 62.0	
12	\$ 157.6	\$ 66.4	\$ 91.2		\$ 91.2	\$ 27.4	\$ 63.8	\$ -	\$ 63.8	
13	\$ 162.3	\$ 68.4	\$ 93.9		\$ 93.9	\$ 28.2	\$ 65.7	\$ -	\$ 65.7	
14	\$ 167.1	\$ 70.4	\$ 96.7		\$ 96.7	\$ 29.0	\$ 67.7	\$ -	\$ 67.7	
15	\$ 172.2	\$ 72.5	\$ 99.6		\$ 99.6	\$ 29.9	\$ 69.7	\$ -	\$ 69.7	
16	\$ 177.3	\$ 74.7	\$ 102.6		\$ 102.6	\$ 30.8	\$ 71.8	\$ -	\$ 71.8	
17	\$ 182.6	\$ 76.9	\$ 105.7		\$ 105.7	\$ 31.7	\$ 74.0	\$ -	\$ 74.0	
18	\$ 188.1	\$ 79.3	\$ 108.9		\$ 108.9	\$ 32.7	\$ 76.2	\$ -	\$ 76.2	
19	\$ 193.8	\$ 81.6	\$ 112.1		\$ 112.1	\$ 33.6	\$ 78.5	\$ -	\$ 78.5	
20	\$ 199.6	\$ 84.1	\$ 115.5		\$ 115.5	\$ 34.7	\$ 80.9	\$ -	\$ 80.9	
TOTAL	\$ 3,021.0	\$ 1,256.9	\$ 1,764.1							

Nota: Precios en millones de pesos mexicanos

COSTO INVERSION	-\$ 750.00	FNE/(1.1)^N	VPN 20	TIR
1	\$ 208.57	\$ 189.61	\$ 77.06	11.92%
2	\$ 140.80	\$ 116.37	TASA	10%
3	\$ 115.46	\$ 86.75		
4	\$ 93.64	\$ 63.96		
5	\$ 80.01	\$ 49.68		
6	\$ 71.73	\$ 40.49		
7	\$ 66.93	\$ 34.35		
8	\$ 64.43	\$ 30.06		
9	\$ 63.43	\$ 26.90		
10	\$ 63.42	\$ 24.45		
11	\$ 61.97	\$ 21.72		
12	\$ 63.82	\$ 20.34		
13	\$ 65.74	\$ 19.04		
14	\$ 67.71	\$ 17.83		
15	\$ 69.74	\$ 16.70		
16	\$ 71.83	\$ 15.63		
17	\$ 73.99	\$ 14.64		
18	\$ 76.21	\$ 13.71		
19	\$ 78.50	\$ 12.83		
20	\$ 80.85	\$ 12.02		
Total	\$ 1,678.79	\$ 827.06		