

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

DISEÑO Y FACTIBILIDAD DE UNA EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA (EBT) PARA
LA FABRICACIÓN DE MOBILIARIO URBANO EN BASE A RESIDUOS DE
CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

TESIS

PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

SANTIAGO VENTURA CHÁVEZ

Aprobada por:

M.C. José Luis Javier Sánchez González
Director

Dra. Yamile Rangel Martínez
Codirectora

M.I. Julián Israel Aguilar Duque
Sinodal

M.C. Víctor Manuel Juárez Luna
Sinodal

Dr. Jorge Limón Romero
Sinodal

Dra. Claudia Camargo Wilson
Sinodal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTA DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO



“Diseño y factibilidad de una empresa de base tecnológica (EBT) para la fabricación de mobiliario urbano en base a residuos de construcción y demolición (RCD).”

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

SANTIAGO VENTURA CHÁVEZ

Ensenada, Baja California, Abril de 2017.

Agradecimientos

A Dios por proveer en estos años: circunstancias extraordinarias, excelentes personas y experiencias que han determinado mi formación personal y académica.

A mis padres que definitivamente desde siempre han procurado en sus posibilidades darme lo necesario y con ello vivir agradecido. Por enseñarme a que las circunstancias gratas o no de la vida se deben tomar con buena actitud pues eso determina que salgas vencedor. Que el Cielo les conceda el doble de todo lo que me han dado y que este trabajo añada una satisfacción a sus esfuerzos que siempre son correspondidos.

A mis hermanos y hermanas, que son mis compañeros de vida y que en momentos importantes me han mostrado su apoyo con palabras, ánimo y financieramente. En especial a ti hermana, infinitamente gracias por tus esfuerzos deseo pronto verte y abrazarte de nuevo.

A esas personas especiales que se me ha concedido conocer unos pocos minutos y con eso ha bastado para ya apreciarlos bastante, a las que han estado por años y que sin duda alguna también son parte de la motivación en estos logros.

A mi tutor de tesis. M.C. José Luis Javier Sánchez González, por el apoyo, dedicación y esfuerzo en la culminación de este trabajo y durante mi formación profesional apartando siempre un tiempo para revisar detalles. Por la oportunidad de ampliar mi perspectiva académica y por su amistad incondicional.

A mi codirectora de tesis, Dra. Yamile Rangel Martínez, agradezco la oportunidad concedida de obtener nuevas experiencias académicas a través de la invitación a participar en este trabajo pues con esa invitación inició todo. Gracias por sus comentarios precisos y oportunos.

A mis sinodales, M.I. Julián Israel Aguilar Duque, M.C. Víctor Manuel Juárez Luna, Dr. Jorge Limon Romero y Dra. Claudia Camargo Wilson, por el apoyo recibido en la culminación de mi proyecto de tesis a través de su experiencia, palabras y observaciones. También a M.I. Guillermo Amaya Parra por su asesoría oportuna y por la insistencia adecuada en presentar resultados y ser puntual en ellos.

A la universidad Autónoma de Baja California, por la oportunidad de desarrollar mi preparación profesional, por la experiencia de un intercambio estudiantil y de concederme los recursos necesarios favoreciendo a la culminación de esta tesis.

Contenido

Agradecimientos	3
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	7
1.1 Definición del tema	7
1.1.1 Definición de Empresas de Base tecnológica (EBT).	8
1.2 Planteamiento del problema	8
1.3 Justificación	9
1.4 Objetivos de Investigación	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos.....	10
1.5 Establecimiento del título	10
1.6 Hipótesis.....	10
1.7 Alcances del proyecto.	10
1.8 Marco Teórico	10
1.8.1 Residuos de Construcción y de Demolición en Estados Unidos.....	10
1.8.1.1 La Regulación Federal y los RCD.....	12
1.8.1.2 Gestión de RCD en el Estado de Massachusetts	12
1.8.1.3 Programas que Incentivan la Gestión de los RCD	14
1.8.2 Residuos de Construcción y de Demolición en España.....	14
1.8.2.1 Experiencias previas.	17
1.8.2.2 Impacto ambiental del concreto.	18
1.8.3 Residuos de Construcción y de Demolición en Costa Rica.....	18
1.8.3.1 Marco Legal.	20
1.8.3.2 Gestión de residuos y Evaluación de Impacto Ambiental	21
1.8.4 Residuos de Construcción y de Demolición en Argentina.	22
1.8.5 Residuos de Construcción y de Demolición en México.....	22
1.8.5.1 Situación ambiental en México referente a los RCD.....	23
1.8.5.2 El retraso de México en reciclaje de residuos.....	31
1.8.5.3 Estándares y criterios necesarios.	31
1.8.6. Panorama General	34
1.8.7 Antecedentes de reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición.....	34
1.8.7.1 Estados Unidos de América.....	34
1.8.7.2 España	36
1.8.7.3 Costa Rica	36

1.8.7.4 Argentina.....	37
1.8.7.5 México.....	37
1.8.7.5.1. Proceso para el tratamiento de RCD de Concretos Recicladados S.A de C.V.	38
1.8.7.6. Panorama General	39
1.8.8 Medidas sobre gestión de RCD en la Unión Europea.....	39
1.8.8.1 Otras medidas.....	39
1.8.9 Marco Metodológico.....	39
Capítulo 2. Paquete tecnológico (proceso).....	40
2.1 Especificaciones del proceso para control de calidad.	40
2.2 Normas oficiales y estándares aplicables al proceso.....	41
2.3 Memorias de cálculo del proceso.....	42
2.4 Análisis de capacidades instaladas.....	42
2.5 Descripción del proceso	44
2.6 Arreglo general.....	46
2.7 Diagramas de flujo de proceso de bloques.....	47
2.8 Balances de materiales y energía.....	48
2.9 Base de cálculo de rendimientos.....	49
2.10 Especificaciones de materias primas.....	53
2.12 Especificaciones de productos en proceso	53
2.13 Especificaciones de materiales de empaque.....	54
2.14 Especificaciones de productos terminados.....	54
2.15 Especificaciones de subproductos.....	55
2.16 Diseño para tubería.....	56
2.17 Diseño para la instalación mecánica.....	57
2.18 Diseño para la instalación eléctrica.....	58
2.19 Manuales de operación.....	60
2.20 Manuales de mantenimiento.....	60
2.21 Análisis de posibilidades de nuevos procesos tecnológicos.....	61
Paquete tecnológico (producción).....	61
2.22 Especificaciones del proceso para producción.....	61
2.23 Especificaciones del proceso para el control de calidad.....	63
2.24 Hojas de proceso con toda la información relevante para producción.....	65
2.25 Hojas de proceso con toda la información relevante para control de calidad.....	66
2.26 Normas oficiales y estándares de protección contra la contaminación	66

2.27 Normas oficiales y estándares de tratamiento de desechos.	67
2.28 Análisis de producción.	68
2.29 Balance de materiales, cálculo diario, rendimientos, control de costos.	69
2.31 Análisis de seguridad industrial.	69
2.32 Manual de mantenimiento.	70
2.33 Estudio relativo a los inventarios de producto terminado.	71
2.34 Análisis de la capacidad instalada en las operaciones clave de transformación, armado y acabado.	72
2.35 Manuales de servicios de planta.	72
2.36 Formación de centros de documentación técnica.	72
2.37 Diseño y puesta en práctica de sistemas de cómputo - procesamiento de datos.	73
2.38 Análisis de las situaciones de patentes y restricciones de tipo legal de producción, ventas y usos.	73
2.39 Manuales de organización y sistemas de ingeniería.	75
2.40 Manuales de seguridad.	76
2.41 Manuales de administración de la producción.	77
2.42 Manuales de aseguramiento de calidad.	78
2.43 Manuales de administración de inventarios, productos terminados, semi terminados y materias primas.	78
2.44 Manuales de administración de manejo de materiales.	78
2.45 Diseño de sistemas logísticos en suministro.	79
2.46 Diseño de sistemas logísticos de manejo de materiales.	80
2.47 Diseño de sistemas logísticos de distribución.	80
Conclusiones	80
Aportaciones	84
Bibliografía	85

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Definición del tema

En los últimos años se ha despertado un interés de investigación en los temas relacionados a la gestión de residuos de construcción y demolición en Europa y en América Latina con el propósito de evitar y reducir la generación de estos, promover la reutilización y el reciclaje, y mejorar la gestión de aquellos residuos que no se puedan evitar. Este interés es debido al crecimiento exponencial del sector de la construcción en el que intervienen diversos sectores públicos y privados y que no existe una gestión adecuada para la recuperación de estos residuos de una manera eficaz.

La cuantificación de residuos generados en un proyecto de construcción es posible a través de las siguientes metodologías:

(McGrath, 2001) Propuso el Site Methodology to Audit Reduce and Target Waste cuyo propósito es la identificación de fuentes de generación de RC&D y la cuantificación de las cantidades generadas. El principio de este sistema es aumentar la recuperación de materiales para reutilizar y reducir la generación de residuos en sitios futuros mediante la utilización de los residuos auditados como punto de referencia para el control de desperdicios. Site Methodology to Audit Reduce and Target Waste TM es otro método de cuantificación utilizado en el Reino Unido y se basa en información obtenida de experiencias anteriores y calcula el volumen de los residuos en 13 categorías, por ejemplo: cerámica, hormigón, pallet de madera, etc. (Solís Guzmán, Marrero, Montes, & Ramírez, 2009)

(Solís Guzmán, Marrero, Montes, & Ramírez, 2009) Proponen un método que permite la cuantificación de tres clases de volúmenes de residuos asociados con tres fuentes de residuos previamente identificados: Volumen Aparente de Residuos Demolidos (VADi), Volumen Aparente de Restos de Residuos (VARi) y Volumen Aparente de Residuos de Empaques (VAEi). Estos tres volúmenes derivados del Volumen Aparente Construido (VACi) que es el volumen (m^3) por cada m^2 construido del ítem i.

(Wimalasena, Ruwanpura, & Hettiaratchi, 2010) Proponen una metodología para cuantificar los residuos de construcción basada en el valor financiero por cada metro cuadrado construido y la cantidad empírica de residuos (por peso) por metro cuadrado del edificio. (Shen, Tam, Tam, & Ho, 2000) Proponen el Waste Management Mapping Model el cual incorpora las buenas prácticas en Hong Kong sobre la manipulación de residuos. El modelo introdujo un plan de gestión de residuos antes de comenzar las actividades de construcción. El plan especificaría los recursos para manipular los residuos y para mitigar las cantidades generadas de residuos a través de la identificación oportuna del material que debería ser reutilizado. Las anteriores metodologías se enfocan en etapas previas o posteriores al proceso de construcción. (Li, Chen, & Wong, 2003) Han desarrollado una metodología de medición de los residuos durante el proceso de construcción de los proyectos a base de códigos de barra y de un programa de incentivos para facilitar la gestión de estos residuos, se ha aplicado esta metodología en un proyecto residencial en Hong Kong con resultados eficaces en el experimento.

Es necesario contar con medidas legislativas, ventajas fiscales e intervención en el mercado que favorezcan e incentiven la gestión de los residuos, que promueva la reutilización, el reciclaje, y otras acciones que eviten el consumo de materiales nuevos y por ende del consumo de recursos naturales y energía, para de esta forma contribuir a la minimización de los residuos.

Una porción de los residuos producidos en un proyecto de construcción puede ser utilizada y consumida por medio de la reutilización y el reciclaje en la propia construcción. Sin embargo, es necesario establecer y aplicar procedimientos referentes a la generación de residuos, almacenamiento temporal, transporte, aprovechamiento y disposición final dictaminados en las leyes referentes a materia ambiental existentes en los respectivos países para hacerlo de manera efectiva. (Aldana, 2012).

1.1.1 Definición de Empresas de Base tecnológica (EBT).

Las EBT son consideradas importantes dinamizadoras de los procesos de cambio tecnológico y un instrumento para la adquisición y difusión de conocimiento. Así, Fontes y Coombs (2001) agrupan las funciones desarrolladas por las EBT en tres: i) transferencia de conocimiento y tecnología desde la investigación académica al mercado; ii) adquisición de conocimiento procedente de otras fuentes internacionales que, una vez combinado con las habilidades y el conocimiento local, permite desarrollar mejores competencias; iii) densificación de las redes industriales en algunos ámbitos, en los cuales las EBT pueden actuar como intermediarios tecnológicos, adquiriendo conocimiento tecnológico y transfiriéndoselo a otras organizaciones mediante diversos tipos de relaciones. Teniendo en cuenta el importante rol que pueden desempeñar las EBT como dinamizadoras del cambio tecnológico, no es de extrañar que en las últimas décadas hayan suscitado un interés creciente entre académicos, políticos y responsables de la gestión empresarial. (Jesus Nieto & Santamaria, 2010)

Adecuado a la definición anterior, el concepto de una EBT enfocada a los residuos de construcción y demolición proveerá de conocimiento tecnológico, técnico, normativo y de difusión a aquellas organizaciones que lo requieran para llevar a cabo la implementación de metodologías ya sea de conocimiento, valorización o tratamiento de RCD. Así mismo adquirirá estos conocimientos tecnológicos de bases internacionales confiables que le permitan estar actualizada y generar más oportunidades de transferencia a nuevos sectores de la sociedad.

1.2 Planteamiento del problema

La industria de la construcción es la mayor consumidora de energía (Del Río, Izquierdo, & Salto, 2009) y es la segunda mayor consumidora de materias primas después de la industria alimentaria (Halliday, 2008). Una enorme proporción de todos los materiales utilizados para la construcción de las obras se está convirtiendo en un enorme depósito y, a su vez, en un enorme problema de extremadamente difícil eliminación para las generaciones futuras (Kibert, 2007), causando un alto impacto sobre el medio ambiente (Nahmens, 2009). Por lo tanto, la actual tasa de utilización de los recursos naturales y del medio ambiente por parte de esta industria supone una disminución del potencial de los recursos para las generaciones futuras (Alavedra, Dominguez, Gonzalo, & Serra, 1998)

Y, para enfrentar este problema, se podrían reducir las cantidades de los residuos, a través de la mejora de los procesos de construcción para así mejorar la tasa de consumo de los recursos (Halliday, 2008).

El problema va en aumento en especial en nuestro país debido a que solo existen dos empresas una de carácter público y otra privada dedicadas preocupadas por este asunto en específico, la empresa de carácter público ubicada en la Ciudad de México, específicamente en el Bordo Poniente funciona cuando se almacena una cantidad considerable de RCD para su trituración, la empresa privada Concretos Recicladados S.A. de C.V. opera con una capacidad de producción de 2,000 toneladas diarias contando con maquinaria adecuada para este proceso. Las capacidades de procesamiento de residuos de estas empresas no son utilizadas eficientemente ya que se generan residuos a altos volúmenes en la sociedad y no existe una forma adecuada de que sean recolectados en su totalidad a pesar de contar con normativas locales en la Ciudad de México y el Estado de México.

1.3 Justificación

La propuesta de la creación de una empresa de base tecnológica (EBT) dedicada a la gestión de RCD en nuestro país es de suma importancia ya que favorecerá a la interacción con la sociedad al transferirle conocimientos y tecnología de manera que se busquen nuevas alternativas para el cuidado del ambiente específicamente en el tema de los residuos de construcción y demolición definiendo una nueva forma de promover la construcción sostenible, que aportaría beneficios en el ámbito económico, social y ambiental de nuestra sociedad.

Se obtendrían beneficios como la reducción de vertederos clandestinos de RCD y el mejoramiento de la imagen urbana. Sin olvidar que el Medio Ambiente es prioridad y se debe ver beneficiado tanto en la utilización de los residuos como materia prima, para la generación de nuevos materiales constructivos, mejora de la calidad del aire y del agua, debido al control que se ejerce sobre vertimientos y emisiones, reducción de los residuos sólidos, preservación y conservación de los recursos naturales.

1.4 Objetivos de Investigación

Generar alternativas viables para el tratamiento y gestión de residuos de construcción y demolición a través de la investigación normatividad aplicable al tema y de proyectos de gestión ya aplicados en otros países como España, Alemania, Colombia por mencionar algunos analizando la posibilidad de viabilidad de construir una empresa para este propósito.

1.4.1 Objetivo general

Diseñar y desarrollar una empresa de base tecnológica (EBT) que promueva y realice el cuidado sustentable, obteniendo un producto al reciclar RCD, al mismo tiempo que minimiza la generación de estos residuos y maximiza su aprovechamiento para el desarrollo en opciones más sostenibles de generar nuevos productos acordes con la normatividad y legislación existente en México

en materia ambiental, mediante la investigación, recopilación y cumplimiento de los requerimientos principales en las etapas de diseño, creación e implementación de este tipo de empresas.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar y analizar el estado actual al que se enfrenta la industria de la Construcción en México y cuál es su postura ambiental en el manejo integral de sus RCD.
- Diseñar e implementar una empresa EBT dedicada totalmente al reciclaje de RCD y a la obtención del siguiente producto: bancas.
- Establecer una metodología factible y adecuada para la gestión y manejo integral de los RCD basada en las metodologías mencionadas anteriormente sobre la cuantificación de volumen, analizada desde los siguientes aspectos: económico técnico, organizacional y ambiental.
- Formar procedimientos adecuados que fortalezcan la metodología y mejoren las prácticas para garantizar la minimización de RCD. A su vez que se cumple con la maximización de utilización de los mismos para nuevos productos reciclados derivados.
- Cumplir con toda la normatividad existente en nuestro país y con toda la relacionada en dicha materia.

1.5 Establecimiento del título

“Diseño y factibilidad de implementación de una empresa de base tecnológica (EBT) para la fabricación de mobiliario urbano con residuos de construcción y demolición (RCD).”

1.6 Hipótesis

Será factible la implementación de una empresa de base tecnológica (EBT) en México dedicada al reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) para la elaboración de mobiliario urbano (bancas).

1.7 Alcances del proyecto.

Los alcances de este proyecto están identificados hacia la documentación técnica, tecnológica y sobre métodos posibles de tratamientos de residuos de construcción y demolición, así como propuesta de implementación de una planta con la perspectiva de producción de nuevos productos provenientes del tratamiento de estos residuos.

1.8 Marco Teórico

1.8.1 Residuos de Construcción y de Demolición en Estados Unidos

En Estados Unidos el vertido de residuos en tiraderos a cielo abierto era el método de tratamiento más común desde la época de la Gran Depresión hasta bien entrada la década de 1970. En 1972 la “Environmental Protection Agency” (EPA) estimó que más de 14.000 municipios de todo el país utilizó este método para eliminar los Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD).

Muchos de estos tiraderos se ubicaron en zonas de humedales, camas de grava abandonadas, cañadas y barrancos. En los tiraderos controlados por los municipios, se cubría la acumulación de cada día de los residuos y basura con un relleno limpio para reducir los olores y limitar el acceso de los parásitos a los residuos de alimentos. Sin embargo, la mayoría de los tiraderos no eran más que montones de residuos expuestos al medio ambiente. Incluso los tiraderos mejor gestionados no contaban con revestimientos para proteger las aguas subterráneas o para contener el escurrimiento de los lixiviados. Este método de eliminación sigue siendo el más utilizado en todo el país hasta la creación y desarrollo de criterios estrictos para la construcción y mantenimiento de rellenos sanitarios. (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

Los rellenos sanitarios actualmente requieren de:

- Un sistema de revestimiento de arcilla compactada o polietileno de alta densidad.
- Un sistema de recolección de lixiviados para poder extraer estos líquidos desde el fondo del depósito.
- Pozos de captación de gas metano.

Los RCD eran depositados en tiraderos para Residuos Sólidos Urbanos (RSU) lo cuales se colocaban sobre el sistema de revestimiento y de recolección de lixiviados, para ser cubiertos cada día con seis pulgadas de tierra o una cobertura alternativa. En algunos casos, los tipos de RCD inertes se utilizan como un material de cubierta. El cierre de estos tiraderos de todo el país y el costo de la construcción de rellenos sanitarios diseñados ha aumentado significativamente los costos de eliminación de residuos sólidos urbanos.

El incremento en el costo por disponerlos RCD en rellenos ha hecho que el reciclaje de éstos sea una opción económicamente viable.

Como método adicional para reducir la demanda de espacio en los tiraderos, algunos municipios comenzaron a limitar y en algunos casos a prohibir los RCD para evitar su saturación y con ello disminuir su vida útil. Los RCD no suelen mezclarse con grandes volúmenes de RSU para los que los rellenos sanitarios están diseñados. Además, de que éstos pueden ser recuperados y reciclados. Como dato histórico en 1996 se recuperó sólo el 20-30% de los RCD para su reutilización o reciclaje debido a que la mayor parte era tierra para relleno (EE.UU. EPA, 1998). En 2003 la EPA de los Estados Unidos estimó que los RCD ascendían aproximadamente a 170 millones de toneladas (EE.UU. EPA, 2003) (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014).

Esta cantidad se desglosa de la siguiente manera:

Construcción: 15 millones de toneladas (9% del total). Residuos generados durante la construcción inicial. Renovaciones: 71 millones de toneladas (42% del total). Esto incluye la remodelación, remplazos, adiciones. Demolición de edificios: 84 millones de toneladas (49% del total).

De estas cantidades, se hace el siguiente desglose: • Construcción residencial: 6% • Construcción no residencial: 3% • Renovación residencial: 22% • Renovación no residencial: 19% • Demolición residencial: 11% • Demolición no residencial: 39%.

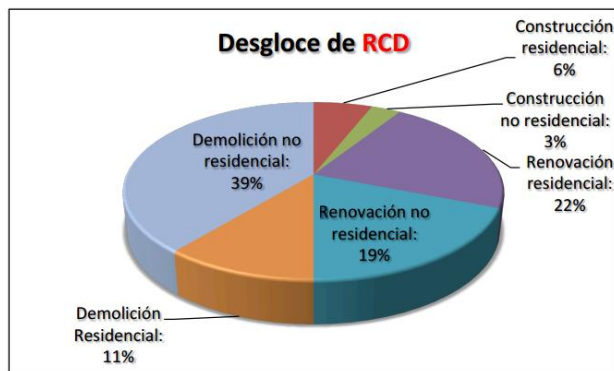


Figura 1. Desglose de la procedencia de los RCD en los Estados Unidos en el 2003. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, 2014.

1.8.1.1 La Regulación Federal y los RCD

Mientras que los RCD no están regulados expresamente en el ámbito federal en los EE.UU., la eliminación de residuos sólidos y peligrosos está cubierta por la Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de 1976, que modificó la Ley de Disposición de Residuos Sólidos de 1965. La RCRA establece los objetivos para: • La protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los riesgos potenciales de la eliminación de residuos. • La conservación de energía y recursos naturales. • Reducir la cantidad de residuos generados. • Asegurar que los residuos sean manejados en forma ambientalmente racional. (EE.UU. EPA, 2010a) (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

La EPA ha delegado la responsabilidad de ejecución de la RCRA a los estados soberanos de manera individual. Desde la promulgación de la RCRA, se han aprobado otras leyes federales que gestionan los RCD incluyendo los “National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants” (NESHAP), que es aplicable a asbestos, y la “Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act” (CERCLA), que se aplica a cualquier material peligroso en los RCD. La Ley de Control de Sustancias Tóxicas regula específicamente la disposición de bifenilo policlorado (PCB, por sus siglas en inglés), en los residuos generados por las actividades relacionadas con la renovación y demolición. (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

1.8.1.2 Gestión de RCD en el Estado de Massachusetts

Como ya se ha mencionado, la “Environmental Protection Agency” EPA ha delegado a cada uno de los estados la gestión de los RSU y de los RCD, los resultados obtenidos que se muestran a continuación, nos indican que la generación de RCD a partir del año 2003 y hasta el año 2010, ha ido disminuyendo gradualmente y comparando los RCD

generados en 2003 vs 2010, se observa una disminución de más de dos millones de toneladas lo que representa alrededor del 43%. (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

Tabla 1. GESTIÓN DE RCD EN MASSACHUSETTS EN TONELADAS POR AÑO. Las cantidades no suman el 100% debido a las mermas y a los redondeos. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

	GESTIÓN DE RCD EN MASSACHUSETTS EN TONELADAS POR AÑO							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total Reportado	4'720,000	5'160,000	5'100,000	4'460,000	3'940,000	3'800,000	2'870,000	2'700,000
Reciclado	3'360,000	3'650,000	3'530,000	3'070,000	2'750,000	2'520,000	1'850,000	1'830,000
% Reciclado	71%	70%	69%	69%	70%	66%	64%	68%
Usos Diversos	630,000	860,000	930,000	670,000	510,000	520,000	380,000	440,000
Disposición en Tiraderos	370,000	270,000	240,000	130,000	60,000	130,000	120,000	120,000

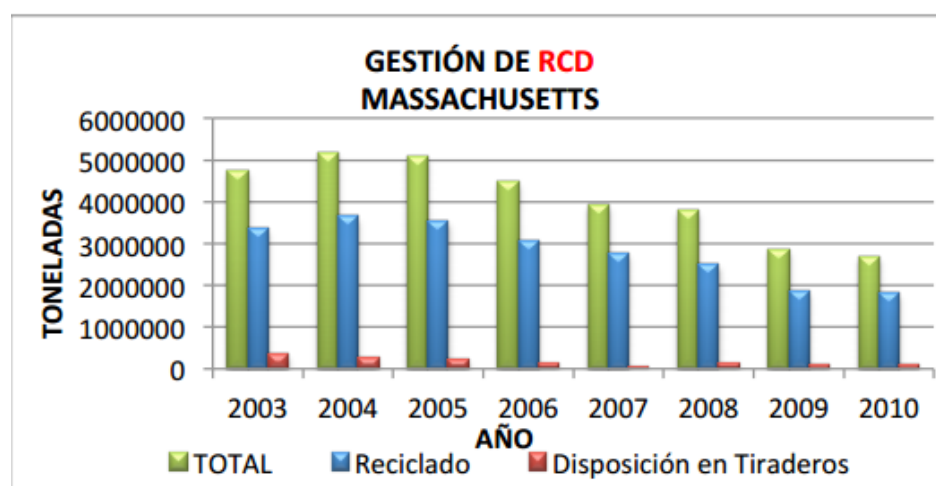


Figura 2. Gestión de los RCD generados en el Estado de Massachusetts. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Se observa también que el reciclado es tan importante que se mantiene de entre un 65% a un 70% para los RCD, lo cual tiene un gran impacto en las actividades económicas, lo que conlleva a los siguientes beneficios:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Evita el consumo de energía generada por la quema de petróleo y sus combustibles derivados.
- Evita el uso de 1,2 millones de toneladas de mineral de hierro, carbón, caliza y otros recursos naturales.

Otro beneficio asociado al aprovechamiento de los RCD es el fortalecimiento de la industria del reciclaje; hasta el año 2010, en el estado de Massachusetts la industria del reúso y reciclaje de residuos (incluidos los RCD), generan alrededor de 14.000 empleos directos, registrando ingresos de 3.2 mil millones de dólares. (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

1.8.1.3 Programas que Incentivan la Gestión de los RCD

Además de la regulación, existen programas específicos que generan incentivos para la gestión de los RCD que no sean dispuestos en tiraderos:

Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), LEED es un programa a través del cual los edificios son certificados en el cumplimiento de los estándares de sostenibilidad. LEED se centra en áreas específicas de la salud del medio ambiente, incluida la eficiencia de los recursos. Los puntos se conceden para un proyecto que minimice la cantidad de RCD enviados a rellenos sanitarios. LEED es aplicable a todos los edificios, incluyendo casas y hospitales.

Enterprise Community Partners administra el programa nacional para desarrollar viviendas ecológicas enfocadas para familias de bajos ingresos. Los Criterios de Green Communities establecidos bajo esta iniciativa se relacionan con el diseño, fabricación adyacente, eficiencia de los recursos, la salud ambiental, y el mantenimiento. Este programa cuenta con características verdes que se encuentran en muchos edificios.

El National Green Building Standard. Tiene características similares a los utilizados por LEED. Códigos ICC se utilizan como base de la construcción de códigos en uso en los Estados Unidos pero va más allá de la certificación de una casa eficiente en energía. Este programa certifica: el diseño de Sitio, eficiencia de los recursos, la eficiencia del agua, eficiencia energética, calidad ambiental interior, y construcción de la Operación y Mantenimiento.

El programa cubierta AirPlus de la EPA es una mejora para el programa ENERGY STAR Home. ENERGY STAR está certificado para llevar a cabo a un nivel de eficiencia energética mayor al de las casas convencionales que es típicamente 20 – 30 por ciento. (Gestión de residuos de construcción y demolición en Estados Unidos de Norteamérica, 2014)

1.8.2 Residuos de Construcción y de Demolición en España.

En España, el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) del período 2001-2006 fijó las actuaciones y reglamentaciones que derivaron en el RD de 1 de febrero, por el que se regula la producción y la gestión de los residuos de construcción y demolición. En su preámbulo se hace mención expresa del artículo 45 de la Constitución española, en el que se señala el derecho de todos los ciudadanos al disfrute de un medio ambiente adecuado al desarrollo de la persona. Por consiguiente, el legislador

reconoce que el reciclaje de los residuos de construcción y demolición supone un beneficio ambiental importante, ya que se traduce en un ahorro en la extracción de recursos naturales y en la disminución de residuos depositados en el vertedero. De manera esquemática, el proceso que se ha de seguir en una planta de tratamiento de estos residuos es el siguiente:

- Recepción del material bruto.
- Separación de residuos orgánicos o tóxicos y peligrosos, y envío de estos a un vertedero o a gestores autorizados, respectivamente.
- Acopio y reutilización de tierras de excavación aptas para su uso.
- Separación de maderas, plásticos, cartones y metales férricos para su reciclado.
- Tratamiento del material apto para el reciclado y Su clasificación.
- Reutilización material reciclado (áridos y restauraciones paisajísticas)
- Eliminación de los residuos Inertes tratados no aptos para el reciclado y sobrantes de reciclado no utilizado. (Cabeza Nieto, 2012)

En España, se genera una tonelada de residuos de construcción y demolición por habitante y año. Menos de 50/0 se recicla ose reutiliza, cuando se podría valorizar el 60%. (Técnicamente ello es factible ya que algún miembro de la UE, como los Países Bajos, supera el 90%). Estos residuos apenas contaminan, pero tienen un fuerte impacto visual sobre el paisaje. El escombros bruto supone aproximadamente el de los residuos de construcción y demolición (RCD), pero además hay un 15% de plásticos y materiales recuperables, un 5% de voluminosos y un porcentaje pequeño de sustancias que si pueden ser contaminantes. Numerosos gobiernos autónomos se han marcado objetivos para reducir un 50/0 la generación de residuos de construcción, garantizar la recogida y la correcta gestión del 90% de los que se produzcan y reciclar o reutilizar el 50%. (Castells & Bordas Alsina, 2011)

En la concepción de la arquitectura se puede usar prácticamente cualquier material, sean cuales sean sus propiedades, siempre que esté debidamente caracterizado de acuerdo con su uso, que las propiedades que lo definen sean suficientemente constantes para poder desarrollar una tecnología de aplicación, y que sean conocidas y aceptadas por el prescriptor que tiene que ordenar su uso. (Castells & Bordas Alsina, 2011)

Son materiales de construcción tanto los que participan en misiones tan poco selectivas como los rellenos, como los que se usan en la fabricación de hormigones de alta resistencia o de hormigones autocompactables (por cierto, en estos hormigones tan especiales se suelen utilizar cenizas volantes y humo de sílice que proceden de residuos industriales).

Hay que albergar la esperanza de que, en un futuro, todos los materiales que se usen en la construcción lleguen a satisfacer uno de los principios fundamentales de la sostenibilidad: poseer un ciclo de vida cerrado, es decir, que la materia prima básica proceda de los residuos de la propia construcción y la demanda de nueva materia prima se justifique únicamente a partir del crecimiento vegetativo. (Castells & Bordas Alsina, 2011)

Este tipo de residuos formaba ya parte de la agenda de la Administración ambiental vasca con anterioridad, debido al volumen en que se generan (1.782.251toneladas/año). De hecho, supone una de las corrientes más importantes en la CAPV y en la UE (25-30%). En segundo lugar, porque según estimaciones realizadas, un

40% de ellos tienen un destino desconocido, es decir, probablemente irregular. No hay que olvidar que una parte de ellos son residuos peligrosos.

La publicación del Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los RCDs, incorpora una serie de obligaciones que atañen a todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo (promotores, constructores, técnicos, Colegios Oficiales, Administraciones, transportistas y gestores de RCDs). (VASCO, 2013)

En la actualidad el Gobierno Vasco se encuentra desarrollando un borrador de Decreto de desarrollo de la normativa autonómica, y los criterios técnicos y ambientales para las distintas aplicaciones de los áridos reciclados.

El II Programa Marco Ambiental 2007-2010 establece el siguiente objetivo: Conseguir la reutilización y el reciclaje del 70% de los RCDs generados en la CAPV para 2010.

Según datos de 2008, los resultados obtenidos en la CAPV son los siguientes:

- Generación: 1.782.251
- Reciclado en plantas fijas: 573.680
- Reciclado en plantas móviles: 172.788
- Total reciclado: 746.467 (41.9%) (VASCO, 2013)

La Constitución Española establece el derecho de todos los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo y la obligación de los poderes públicos de velar por la utilización racional de los recursos naturales con el fin de proteger y mejorar la calidad de vida y defender y restaurar el medio ambiente. En los últimos años, el sector de la construcción ha alcanzado unos índices de actividad muy elevados configurándose como una de las claves del crecimiento de la economía española. Esta situación ha provocado, sin embargo, un auge extraordinario de la generación de residuos procedentes tanto de la construcción de infraestructuras y edificaciones de nueva planta como de la demolición de inmuebles antiguos, sin olvidar los derivados de pequeñas obras de reforma de viviendas y locales. Dichos residuos forman la categoría denominada residuos de construcción y demolición. El problema ambiental que plantean estos residuos se deriva no solo del creciente volumen de su generación, sino de su tratamiento, que todavía hoy es insatisfactorio en la mayor parte de los casos. (Boletín oficial del Estado núm. 38,, 13 DE FEBRERO DE 2008)

Guía española de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD) proyecto Gear.

El Proyecto “Guía Española de Áridos Reciclados Procedentes de Residuos de Construcción y Demolición” (Proyecto GEAR) fue una iniciativa de la Asociación Española de Empresas de Reciclaje de RCD (GERD), cuyo desarrollo como proyecto técnico-científico logró la subvención del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y

Marino del Gobierno de España, en el marco del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. Coordinado por el GERD (Asociación Española de Gestores de Residuos de Construcción y Demolición) entre 2008 y 2011, el Proyecto GEAR se ha convertido en un aglutinador de aquellos agentes del sector de la construcción, implicados e interesados en la consolidación de las actividades del reciclaje de RCD en nuestro país. En ese sentido, el proyecto se ha realizado con la participación directa de 24 empresas de reciclaje de RCD de toda España, 4 universidades y 3 centros de investigación.

La legislación de referencia está formada por la Directiva 89/106/CEE de Producto de Construcción, y las Normas Armonizadas siguientes, publicadas hasta la fecha:

UNE-EN 12620 “Áridos para hormigón”;

UNE-EN 13043 “Áridos para mezclas bituminosas y tratamiento superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas”;

UNE-EN 13055-1 “Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigones, morteros y lechadas”;

UNE-EN 13139 “Áridos para morteros”;

UNE-EN 13242 “Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes de carreteras”;

UNE-EN 13383-1 “Escolleras. Parte 1: Especificaciones”;

UNE-EN 13450 “Áridos para balasto”. Como marco legal básico a nivel nacional, se puede considerar el del Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado en Consejo de Ministros el 1 de junio de 2001, en el que se establecían unos principios de gestión de estos residuos y sus posibilidades de reutilización. Posteriormente, el Ministerio de Medio Ambiente ha elaborado el nuevo Plan Nacional Integrado de Residuos (PNRI), 2008-2015, que contiene en el Anexo 6 el II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (IIPNRCD).

1.8.2.1 Experiencias previas.

La normatividad española en materia de residuos de construcción y demolición se crea a partir del aumento exponencial de estos residuos, así como de la población y de la industria de la construcción. Al ver sus efectos adversos en el ambiente y en la imagen del país se generaron estrategias para su tratamiento y reutilización lo cual fue factor importante para que diversas organizaciones y empresas aportaran en investigaciones para desarrollar maneras viables de reducir las cantidades generadas de residuos.

Fue así como también a aparte de la constitución española que dicta que todo ciudadano tiene derecho a un espacio libre y sin contaminación, surgieron normas que se fueron mejorando hasta tener las actuales que rigen la disposición final de los RCD,

fue fundamental también el que la Unión Europea especificara ciertos lineamientos para aquellos países con los que había hecho tratados.

1.8.2.2 Impacto ambiental del concreto.

En España se generan cada año más de 40 millones de toneladas de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Se estima que la producción de RCD en España ha ido creciendo en los últimos años a un ritmo medio del 8,7% anual. Esta tendencia se ha roto pasando a tasas negativas como resultado del descenso en la actividad constructora que se está experimentando actualmente, más acusado en obras de edificación residencial. A pesar de que el sector de la construcción en este país atraviesa un difícil momento, el reciclaje y la gestión de RCD siguen siendo valores en alza. (UPM, 2008)

A una intensa producción de RCD se ha unido hasta ahora que un alto porcentaje (se estima que más del 50%) han venido siendo objeto de vertido incontrolado sin tratamiento alguno. De ahí que estemos tan acostumbrados a ver vertederos a lo largo y ancho de los paisajes españoles, lo que supone un grave problema social y medioambiental. (UPM, 2008)

1.8.3 Residuos de Construcción y de Demolición en Costa Rica.

La industria de la construcción juega un papel de gran importancia en la economía de Costa Rica, pues está directamente relacionada con su desarrollo y crecimiento. Sin embargo, esta misma actividad constituye un riesgo para el medio ambiente, puesto que exige un gran consumo de los recursos naturales y produce grandes volúmenes de residuos. Los escombros generados en las construcciones están constituidos, principalmente, por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillo, tierra y barro, representando todos estos hasta en un 50% o más. Otro 20% a 30% suele ser madera y productos afines, como formaleas, marcos y tablas; y el restante 20% a 30% de desperdicios son misceláneos, como metales, vidrios, asbestos, materiales de aislamiento, tuberías, aluminio y partes eléctricas. En la actualidad lo que se recupera de estos es un porcentaje sumamente bajo. Según el Plan de Residuos Sólidos (PRESOL), se estima que los metros cuadrados de construcción real han seguido el mismo patrón de crecimiento y, en consecuencia, también la cantidad de residuos generados por la construcción.

La generación de residuos de la construcción y escombros es un tema de especial relevancia, debido al gran crecimiento del sector construcción, sobre todo en las zonas costeras como Guanacaste y en la Gran Área Metropolitana (GAM). Estos desechos, generados en enormes cantidades, son una mezcla de residuos que en algunos de los casos incluyen residuos peligrosos y suelen ser gestionados con poco o ningún control. La separación en el origen de los residuos es inadecuada o inexistente, y estos son dispuestos habitualmente en botaderos ilegales o, simplemente, en lotes baldíos cercanos a los sitios de construcción de donde proceden.

La generación de estos residuos suele darse en las actividades de descapotes, excavaciones, explanaciones, demoliciones, levantamiento de estructuras y obra negra, instalaciones, obra gris, acabados, limpieza en áreas de trabajo y almacenamiento que conforman el proceso constructivo. Sin embargo, su gestión no termina allí. En su salida y transporte hacia los destinos de disposición final, es necesario verificar el tipo y estado de las maquinarias y vehículos por utilizar, así como la posibilidad de rescatar residuos valorizables. Para la eliminación de los no aprovechables o inertes, existen también criterios y medidas que permiten una selección oportuna de las escombreras, ya que estas tienen asimismo pautas y lineamientos básicos de diseño, ejecución y manejo ambiental. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

Antes incluso de la aprobación de la Ley de Gestión Integral de Residuos de Costa Rica se habían desarrollado algunas iniciativas en rellenos sanitarios para el uso de escombros de concreto en la estabilización de los suelos. Entre otras acciones positivas que han realizado algunas empresas, destacan la capacitación de sus empleados, la creación de centros de acopio, así como la reutilización y reciclaje de los residuos, aunque no se manejan, en la mayoría de los casos, cifras claras y sistemáticas sobre el resultado de los procesos.

No obstante, en muchos otros casos, los residuos de la construcción son normalmente ubicados en lotes vacíos o en las cercanías de las carreteras. Ocasionalmente se transportan hasta los rellenos sanitarios o los botaderos más cercanos. La problemática asociada a la disposición final de estos residuos en los rellenos sanitarios es el gran volumen que ocupan y, por lo tanto, la disminución que provocan en la vida útil de estos lugares. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011) El país carece, en la actualidad, de plantas para reciclar escombros ni sitios controlados para su disposición. Según la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC), en el año 2007 la construcción alcanzó más de 7 millones de metros cuadrados en Costa Rica, duplicando la cifra del 2005. Se generan en promedio 800.000 toneladas de desperdicios al año. A pesar de que estas cifras se han contraído significativamente debido a la crisis económica de los dos últimos años, muestras que el sector de la construcción es y seguirá siendo uno de los más dinámicos en el país, con la necesidad del manejo de los residuos que este genera. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

Material	Porcentaje
Rebasas de concreto	20
Tierra contaminada (mezclada con otros materiales)	40
Sobrantes de concreto	5
Ladrillos (pedazos pequeños)	25
Pedazos de bloque	5
Otros	5

Figura 3. Composición de los escombros de construcción. Fuente: Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción.

Tipo de residuo	Tonelada/día
Escombros	660
Madera	660
Otros residuos de la construcción	474
Total residuos de la construcción	1.794

Figura 4. Estimación de la generación anual de residuos de construcción. Fuente: Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción.

1.8.3.1 Marco Legal.

En Costa Rica rige desde julio de 2010 la Ley para la Gestión Integral de Residuos (LGIR, número 8839). Esta norma tiene por objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Esta Ley define que la autoridad rectora para la gestión de los residuos es el Ministerio de Salud. De modo general, se puede decir que la gestión de los residuos en Costa Rica se rige tanto por la normativa ambiental, administrativa y la jurisprudencia, como por los Tratados Internacionales ratificados por el país. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

- Tratados internacionales
- Constitución política de Costa Rica
- Legislación nacional - Ley General de Salud - Ley Orgánica del Ambiente - Ley para la Gestión Integral de Residuos
- Reglamentos - Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental
- Planes - Plan de Residuos Sólidos (PRESOL)

- Otros reglamentos de gestión de residuos – Reglamento sobre Llantas de Desecho (Decreto No. 33745-S 8/2/07) – Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos (No. 35933-S). (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

1.8.3.2 Gestión de residuos y Evaluación de Impacto Ambiental

La incorporación de la Evaluación de Impacto Ambiental en Costa Rica se hizo a través del Código de Minería en 1982. Actualmente el sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Costa Rica se fundamenta en la Constitución Política de Costa Rica, la Ley Orgánica del Ambiente (LOA)(Ley No. 8839 para la Gestión Integral de Residuos (Ley GIR) de 13 de julio de 2010.) y el Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental(Reglamento 35906. Reglamento para centros de recuperación de residuos valorizables). (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

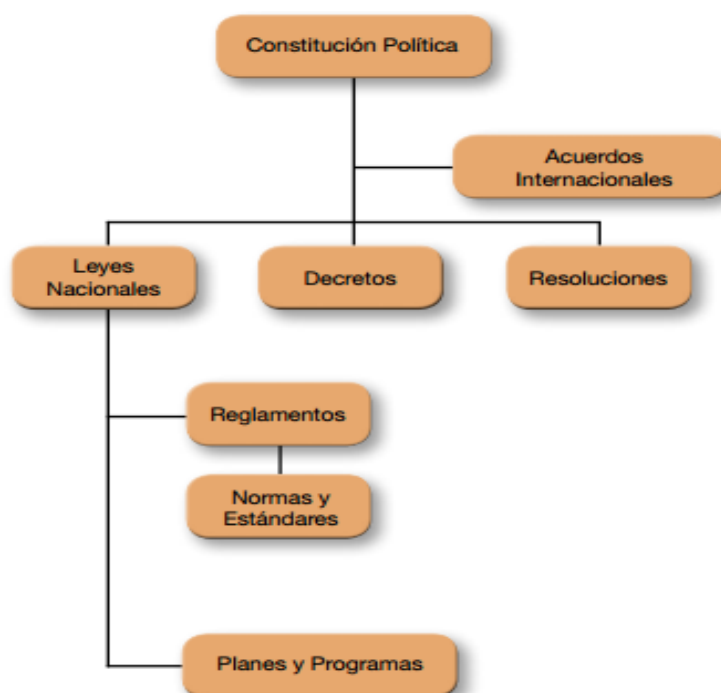


Figura 5. Marco Jurídico aplicable a la EIA. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

Sin embargo, cuando se empieza un proyecto, se deben tener en cuenta otras normas que también regulan el sistema de EIA, tales como convenios internacionales, regulaciones específicas de determinadas leyes, planificación nacional y sectorial, etc.

1.8.4 Residuos de Construcción y de Demolición en Argentina.

En Argentina no existe legislación específica sobre las distintas etapas de gestión de los RCD. La Ley Nacional N° 25.612/2002 “Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios”[6] define residuo industrial como “cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo”. Aún no ha sido reglamentada y por tanto no es de aplicación. La actividad de la construcción está incluida en el borrador de su decreto reglamentario: “Residuos de la construcción y demolición, incluyendo carreteras: hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, maderas, vidrios, plástico, metales, hierro, acero, cables”. Esta sería la primera mención específica respecto a los RCD. Cabe señalar que se trata de una norma de base, umbral, de piso, común, sobre la cual se va a construir el edificio total normativo de la problemática de los residuos industriales en la Argentina, de organización federal. (Estudio comparativos de los aspectos técnicos entre la legislación de RCD en España y América Latina, 2009)

La fracción de residuos peligrosos que pueden encontrarse en los residuos RCD, tales como asbestos, pinturas a base de plomo y envases, solventes y madera tratada deben encuadrarse en la Ley Nacional N° 24051/92 sobre Residuos Peligrosos. (Ley Nacional N° 24051/92 sobre residuos peligrosos) .Las provincias se adhieren a esta ley. En cada provincia los municipios han dictado Ordenanzas específicas respecto a prohibición de vertido de escombros sobre la vía pública. Excepcionalmente algunos municipios están exigiendo el transporte a través de gestores inscriptos en un registro a tal fin, y los propietarios de las obras deben presentar para obtener la licencia, un plan de gestión de residuos. (Municipalidad de Godoy Cruz, Mendoza. B.O. 27/06/05. Ordenanza 5141/04. Pag. 5092) (Estudio comparativos de los aspectos técnicos entre la legislación de RCD en España y América Latina, 2009)

1.8.5 Residuos de Construcción y de Demolición en México.

En México se han realizado varios estudios sobre los residuos de construcción y demolición que se generan en las diferentes entidades del país, estos estudios han estado a cargo de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) se mencionan a continuación dos de ellos por tener un amplio panorama en cuanto al tema y en forma general para las entidades del país, así como los puntos más importantes de cada uno de ellos.

Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición.

Según la (CMIC, 2013) los resultados generales de obtenidos indican una Generación Anual Estimada de 6 millones de toneladas de RCD para el año de referencia (2011), lo que significa una generación diaria de cerca de 17,000 toneladas. Considerando dos escenarios diferentes en el comportamiento del crecimiento de la industria de la construcción (2014-2018), la generación de RCD en los próximos años sería se muestra a continuación. Escenario tendencial: Crecimiento de la industria de la construcción de 3.5% promedio anual; con una generación estimada de residuos 9.2 millones de toneladas para el año 2018 (25,000 Ton/día aproximadamente). Escenario CMIC: Crecimiento de la industria de la construcción de 5.0% promedio anual; con una generación estimada de residuos 9.9 millones de toneladas para el año 2018 (27,000 Ton/día aproximadamente). En ambos casos implica la necesidad de crear infraestructura para manejar adecuadamente los RCD.

Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición. (PM-RCD) guía rápida de apoyo al constructor.

La Construcción Sustentable implica, entre otras acciones el correcto manejo de los materiales y de los residuos generados en el proceso constructivo (RCD). A partir de agosto de 2013 los constructores están obligados a cumplir con la formulación de un PM-RCD conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011. Esta norma establece que los residuos de la construcción se clasifican como Residuos de Manejo Especial, lo que obliga a acciones para su reutilización y reciclaje, así como la disposición de los no aprovechados. La presente guía contiene un resumen de las acciones por parte de los constructores y actores relacionados con el manejo de residuos, así como del apoyo de la CMIC para el cumplimiento de esta obligación. En el disco anexo se incluye el contenido del PM-RCD elaborados por la CMIC, al cual podrán adherirse los diferentes actores involucrados, con las adecuaciones derivadas de las características propias de sus obras y de la legislación local aplicable. (CMIC, 2013)

1.8.5.1 Situación ambiental en México referente a los RCD.

De acuerdo con los estudios de la (CMIC, 2013), la disposición sin separación ni tratamiento, frecuentemente en sitios clandestinos, de una mezcla de material de excavación, restos de ladrillo, azulejos, mortero, concreto, yeso, madera, plásticos, solventes y restos de pintura, metales y otros materiales utilizados en los procesos constructivos de obras, generan un impacto ambiental relevante. A consecuencia del manejo inadecuado de los RCD, principalmente en la disposición final, se han identificado diversos problemas ambientales, de imagen urbana y salud, destacando los siguientes:

- Obstrucción de arroyos, cañadas y barrancas.
- Afectación al drenaje natural.
- Azolve de las partes bajas e inundación de zonas aledañas en temporada de lluvias.

- Afectación al medio físico y medio biótico (flora y fauna).
- Focos de contaminación por mezcla de residuos, incluso peligrosos.
- Contaminación del suelo y subsuelo e incluso de acuíferos.
- Afectación de zonas de recarga de agua subterránea.
- Impacto visual del entorno.
- Proliferación de polvo (contaminación del aire) provoca enfermedades respiratorias.
- Proliferación de fauna nociva.

Desafortunadamente en México existe una casi nula experiencia en el reciclaje de residuos de construcción y demolición por lo cual ante el desarrollo de su infraestructura se requiere una postura urgente en cuanto a normatividad para generar metodologías que ayuden a conocer y reciclar los RCD que se generan actualmente en nuestro territorio. Salvo unos cuantos casos en los que organizaciones han optado por la unión de esfuerzos para contribuir de manera significativa a un mejoramiento de conocimiento en materia reciclaje de residuos de construcción y con ello generar nuevas estrategias para darle una mejor disposición final a estos residuos.

Uno de estos casos específicos es la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción que en conjunto con otras corporaciones se han enfocado en generar nuevos enfoques en materia de reciclaje de los RCD creando nuevas soluciones para el tratamiento adecuado de dichos residuos.

Existen leyes, reglamentos y normas que regulan el marco jurídico y normativo, de los Residuos de Construcción y Demolición, el esquema del fundamento legal del PM-RCD se muestra en la figura 3.

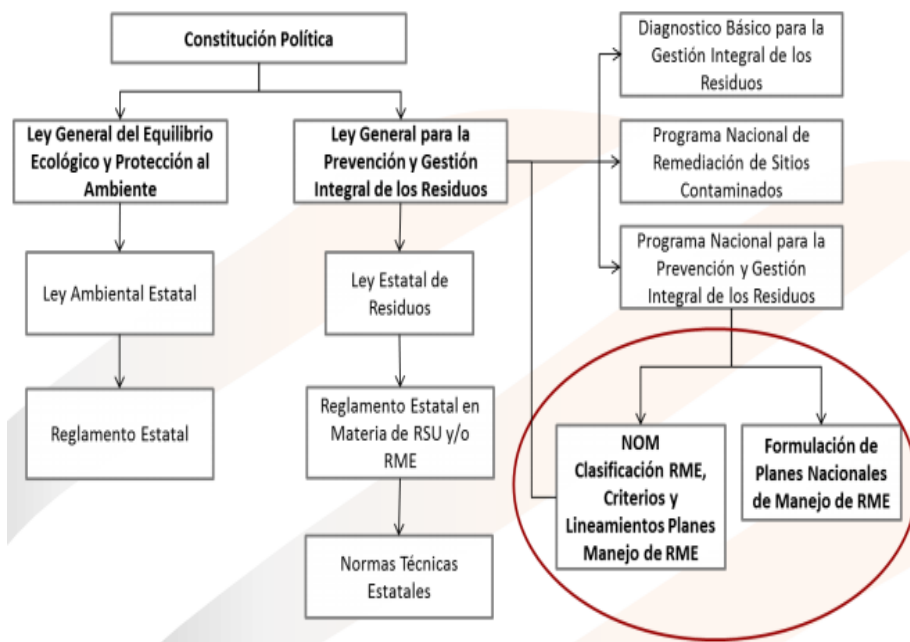


Figura 6. Fundamento del PM-RCD; RME: Residuos de Manejo Especial. RSU: Residuos Sólidos Urbanos. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Derivado de lo anterior, el PM-RCD, se formula de acuerdo con lo establecido en la NOM-161-SEMARNAT-2011, sin embargo, este documento puede ser base de para desarrollar otros planteamientos que se deriven de requisitos legales adicionales los ya mencionados o a las características propias de cada obra, en la figura 4 se ejemplifican sus aplicaciones. (CMIC, 2013)

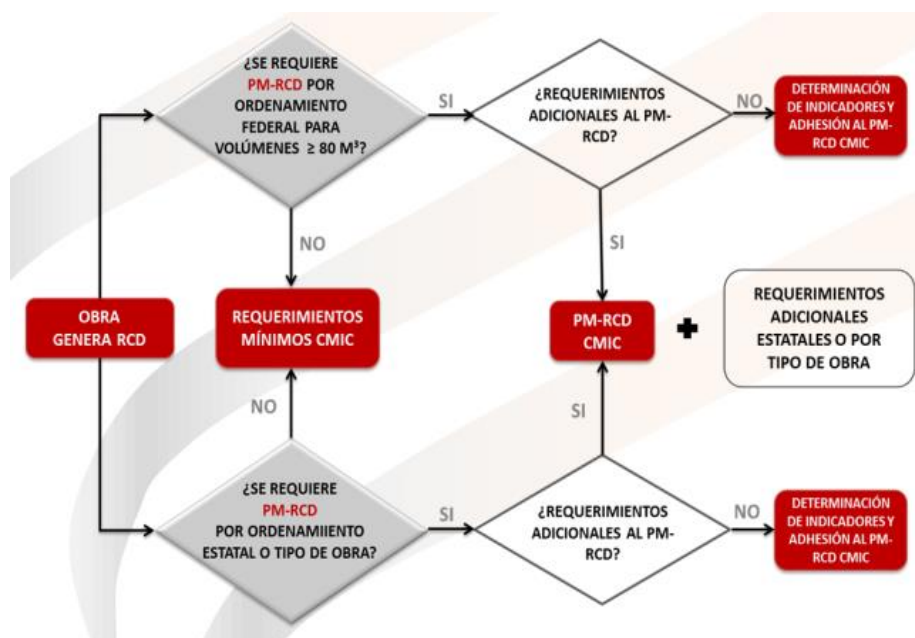


Figura 7. Diagrama de aplicabilidad del PM-RCD. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Algunas entidades federativas han implementado para el manejo de los RCD, padrones de prestadores de servicios, que incluyen la recolección y el transporte de dichos residuos y en algunos casos centros de acopio, transferencia e incluso sitios de disposición final. No obstante lo anterior, la gestión en materia de RCD presenta serias deficiencias, pues son pocas las entidades que cuentan con infraestructura para proporcionar un manejo adecuado a los RCD que se generan en cada demarcación (Actualmente sólo se ha identificado una planta de reciclaje en la Ciudad de México en operación).

Si bien la mayor parte de los RCD generados en las obras pequeñas son retirados por vehículos de carga privados, poco más del 5%, son trasladados por los vehículos recolectores de residuos sólidos urbanos (RSU), y se estima que cerca del 10% de los residuos se disponen en suelo de conservación o la vía pública. Para el caso de las obras público y privadas se estima que el 67% de sus residuos son transportados por vehículos de carga privados, sin embargo, tan sólo el 20% se dispone en sitios autorizados y un 3% se recicla, disponiendo el resto para re nivelación de terrenos, rellenos sanitarios y de manera inapropiada en suelos de conservación (suelo óptimo para la preservación y conservación de la naturaleza, entre otras características, es apto para actividades agroforestales) o vía pública. (CMIC, 2013)

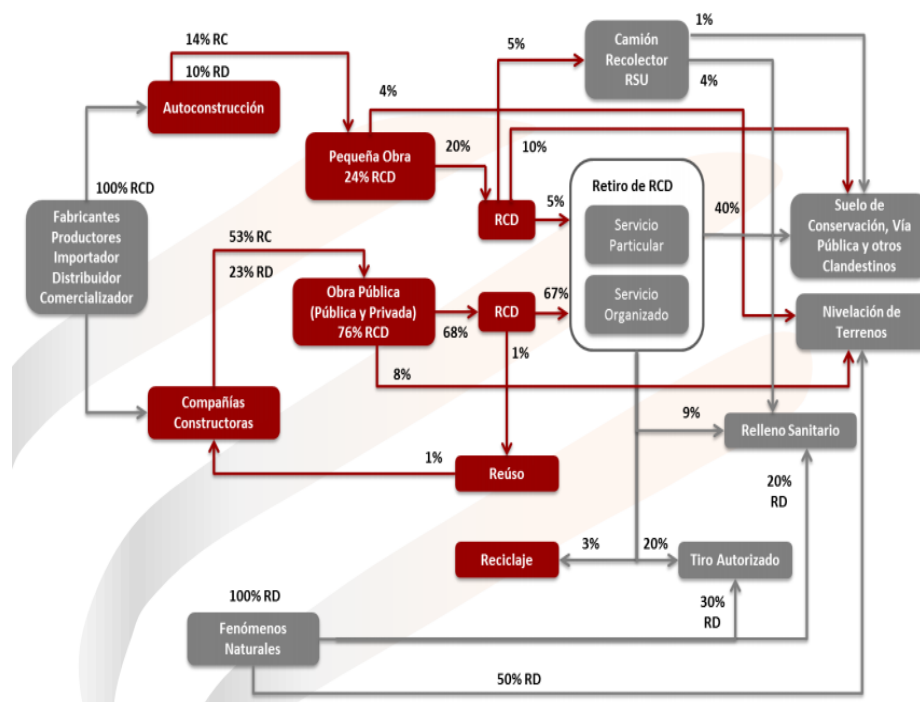


Figura 8. Fuentes potenciales de generación de RCD y su disposición. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

En México a partir del año 2004 se pone en marcha la primera planta privada de reciclaje y única en el país, en la Ciudad de México (Concretos Reciclados S.A.). La Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos LGPGIR (2003 y modificada 2007), en su Título III clasifica a los RCD dentro de los residuos de manejo especial, punto VII: Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general”. En la gaceta

oficial (22/04/2003) se publica la Ley de Residuos Sólidos para el Distrito Federal que regula las disposiciones de la LGPGIR de alcance nacional. Esta Ley regula los residuos considerados como no peligrosos. El Art. 26 tiene una gran connotación en la industria de la construcción, enuncia que los propietarios, directores, responsables de obras, contratistas y encargados de inmuebles en construcción o demolición, son responsables por la gestión de sus residuos y establece la obligación de planes de manejo.

La Ciudad de México es la primera en gestionar normas que regulen el vertido de los residuos de Construcción, a través de la Norma ambiental (NADF-007-RNAT-2004) del 12/07/2006 y su modificación en la Norma ambiental NADF-007-RNAT-2013, que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción. Define a los residuos de construcción y demolición como los materiales, productos o subproductos generados durante de las actividades de excavación, demolición, ampliación, remodelación, modificación o construcción tanto pública como privada. (Estudio comparativos de los aspectos técnicos entre la legislación de RCD en España y América Latina, 2009)

Tabla 2. Clasificación enunciativa no limitativa de los residuos de la construcción.
Fuente: *Gaceta oficial del Distrito Federal de México, 04 de Agosto de 2014. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal.*

Tipo de residuos de construcción y demolición	Posible reúso*
A. PROVENIENTES DE CONCRETOS	HIDRAULICOS Y MORTEROS
Elementos prefabricados Elementos estructurales y no estructurales Sobrantes de concreto en obra y premezclado	Bases hidráulicas en caminos y estacionamientos. Concretos hidráulicos para la construcción de firmes, ciclo pistas, banquetas y guarniciones. Elaboración de productos prefabricados (Blocks, tabiques, adocretos, adopastos, losetas, guarniciones, bordillos, postes de cemento-arena). Bases para ciclistas, firmes, guarniciones y banquetas. Construcción de Andadores y trotapistas. Sub-bases en caminos y estacionamientos. Construcción de terraplenes. Construcción de pedraplenes, Material para relleno o para la elaboración de suelo – cemento. Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno total de cepas. Material para la conformación de terrenos. Rellenos en cimentaciones. Mobiliario urbano. Construcción de muros divisorios.
B. MEZCLADOS	
Concretos hidráulicos, Morteros, Blocks, Tabicones, Adoquines, Tubos de albañal, Cerámicos, Prefabricados de arcilla recocida (Tabiques, ladrillos, etc.), Piedra brasa, Agregados pétreos.	Sub-bases en caminos y estacionamientos. Construcción de terraplenes. Cobertura y caminos interiores en los rellenos sanitarios. Construcción de andadores y trotapistas. Bases para ciclistas, firmes, guarniciones y banquetas. Material para lecho, acostillamiento de tuberías y relleno de cepas. Construcción de pedraplenes. Material para la conformación de terrenos** Relleno en jardineras Rellenos en cimentaciones.

C. PROVENIENTES DE FRESADO DE	CONCRETO ASFÁLTICO*
Carpeta asfáltica Bases negras	Bases asfálticas o negras. Concretos asfálticos elaborados en caliente. Concretos asfálticos templados o tibios. Concretos asfálticos elaborados en frío,
D. RESIDUOS DE EXCAVACIÓN	
Suelos no contaminados y materiales arcillosos, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos.	Deberá privilegiarse su separación para facilitar el reúso y reciclaje.
E. RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Papel y Cartón Madera Metales Plástico Residuos de podas, tala y jardinería. Vidrio	Deberá privilegiarse su separación para facilitar el reúso y reciclaje.
F. OTROS	
Residuos de Impermeabilizantes, tabla roca, instalaciones eléctricas, asbesto, tubería, herrería, lodos bentoníticos.	Deberá privilegiarse su reciclaje.

* Para ser incluidos en el proyecto ejecutivo de la obra.

** En ningún caso se utilizará en suelos de conservación, áreas naturales protegidas, áreas de valor ambiental, de y zonas de recarga de mantos acuíferos.

Tabla 3. Almacenamiento según volumen de residuos de la construcción. *Gaceta oficial del Distrito Federal de México, 12 de Julio de 2006. Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal.*

Cantidad	Tipo de Almacenamiento
Hasta 7 m ³	Casas de materiales o centros de acopio públicos o privados.
Más de 7 m ³	En el predio o centros de acopio públicos o privados

Contiene además especificaciones técnicas y objetivos:

- Cualitativos: - segregación en origen según la clasificación de la Tabla 2 en A, B y C.
- separación y tratamiento según la legislación para los residuos peligrosos.

- recolección, transporte y almacenamiento.

– Cuantitativos: Los generadores deben enviar a reciclaje por lo menos un 30% de los residuos de la construcción durante el primer año de aplicación de la norma ambiental, incrementándose dicho porcentaje en un 15 % anual hasta llegar al 100 % como óptimo.

- Deben reusar directamente en el sitio de generación al menos el 10 % los residuos generados, salvo algunas excepciones. - En las siguientes obras, entre otras, se debe sustituir al menos un 25% de los materiales vírgenes por materiales reciclados:

- Sub-base en caminos y estacionamientos;

- Carpetas asfálticas para vialidades secundarias; demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación, pero no establece objetivos ni disposiciones cuantitativas de gestión.

La regulación de la fracción peligrosa está bajo la Ley Nacional 430/1998 y el Decreto N° 4741/2005 por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral [17] Recientemente se ha sancionado la ley 2159/2008 [18] cuya finalidad es “crear e implementar el Compereando Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros...”. Esta Ley define al “Escombros” como todo tipo de residuo sólido, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles o construcción de obras civiles; es decir, los sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas. (Estudio comparativos de los aspectos técnicos entre la legislación de RCD en España y América Latina, 2009)

Existen otras normas que también deben tomar en cuenta:

Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, esta ley publicada en Diario oficial de la Federación el 8 de Octubre de 2003.

Norma ambiental para el distrito federal nadf-007-rnat-2004: Establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en la Ciudad de México.

Norma técnica ambiental estatal para el manejo de los residuos de la construcción: Tiene el objetivo de establecer la clasificación y el manejo ambiental de los RC para controlar su manejo adecuado y que su aplicación sea obligatoria en todo el territorio del Estado de México. El primer reto en la creación de la NTAE-RC fue clasificar los residuos de la construcción.

En el territorio nacional, en la Ciudad de México se dieron los primeros pasos para mejorar el manejo y reducir los problemas originados por los residuos de la industria de la construcción cuando la Secretaría de Medio Ambiente del GDF estableció, a través de la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004 publicada en la Gaceta Oficial el 12 julio de 2006, el manejo adecuado de los residuos de la industria de la construcción.

Derivado de las leyes y normas anteriores se definen las siguientes sanciones y cuotas referentes a los residuos de construcción y demolición.

Ley de Residuos Sólidos de la Ciudad de México:

Esta Ley de Residuos Sólidos prohíbe depositar los residuos sólidos provenientes de la construcción en los contenedores instalados en la vía pública para el arrojo temporal de residuos sólidos de los transeúntes; así como arrojarlos o abandonarlos en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas. Esta ley contempla una sanción que va de 10 a 150 días de salario mínimo (\$ 455.4 a 6 786) por el incumplimiento de cualquiera de los lineamientos citados anteriormente.

El Código Financiero del Distrito Federal: Se establecen las cuotas a pagar por derecho de recepción de residuos de la construcción en estaciones de transferencia y por el servicio de recepción de residuos no peligrosos de manejo especial en sitios de disposición final, dichas cuotas son de \$ 87.35 y \$ 158.10 por cada 100 kilogramos o fracción, respectivamente.

1.8.5.2 El retraso de México en reciclaje de residuos.

El retraso de México en materia de reciclaje de residuos ha traído consecuencias muy graves, desde la contaminación de suelos, así como de fuentes naturales de agua y por lo tanto un acelerado crecimiento de RCD depositadas en lugares inadecuados para su disposición.

Para dar respuesta a la problemática generada, la implantación del PM-RCD permitir fomentar la prevención en la generación de RCD, la promoción e impulso de sistemas de minimización, reciclaje y aprovechamiento de los mismos, entre los ejecutores de obras, ya sea del sector privado o público, así como un cambio de cultura. (CMIC, 2013)

El 26 de Febrero de 2015 la GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL N.- 39 amplía las disposiciones y normatividad en cuanto a la disposición final de los RCD generados en esta entidad, estableciendo la clasificación y especificaciones de manejo de los residuos de la construcción y demolición para optimizar y fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada siendo el documento más actual en cuanto a normatividad para la el reciclaje de RCD en nuestro país.

1.8.5.3 Estándares y criterios necesarios.

Para que la disposición final de RCD que se generan en nuestro país sea la adecuada y que periódicamente se vaya mejorando en evitar su disposición clandestina es necesario generar propuestas que ayuden a ubicar la problemática en un contexto real y actual que se vive y a la que está expuesta la sociedad al no tener conciencia sobre el cuidado que debe ejercerse al manejar estos residuos. Es necesario visualizar de manera adecuada lo que han hecho otros países en este tema y tomarlo como referencia para mejorar nuestra normatividad en cuando al cuidado ambiental.

La CMIC ha establecido un plan de manejo de residuos de construcción y la demolición que es un avance para lograr un acuerdo en materia ambiental, el cual propone lineamientos específicos que si se ponen en operación junto con la normatividad creada en la Ciudad de México generarán resultados viables para generar más propuestas que ayuden a reforzar este plan.

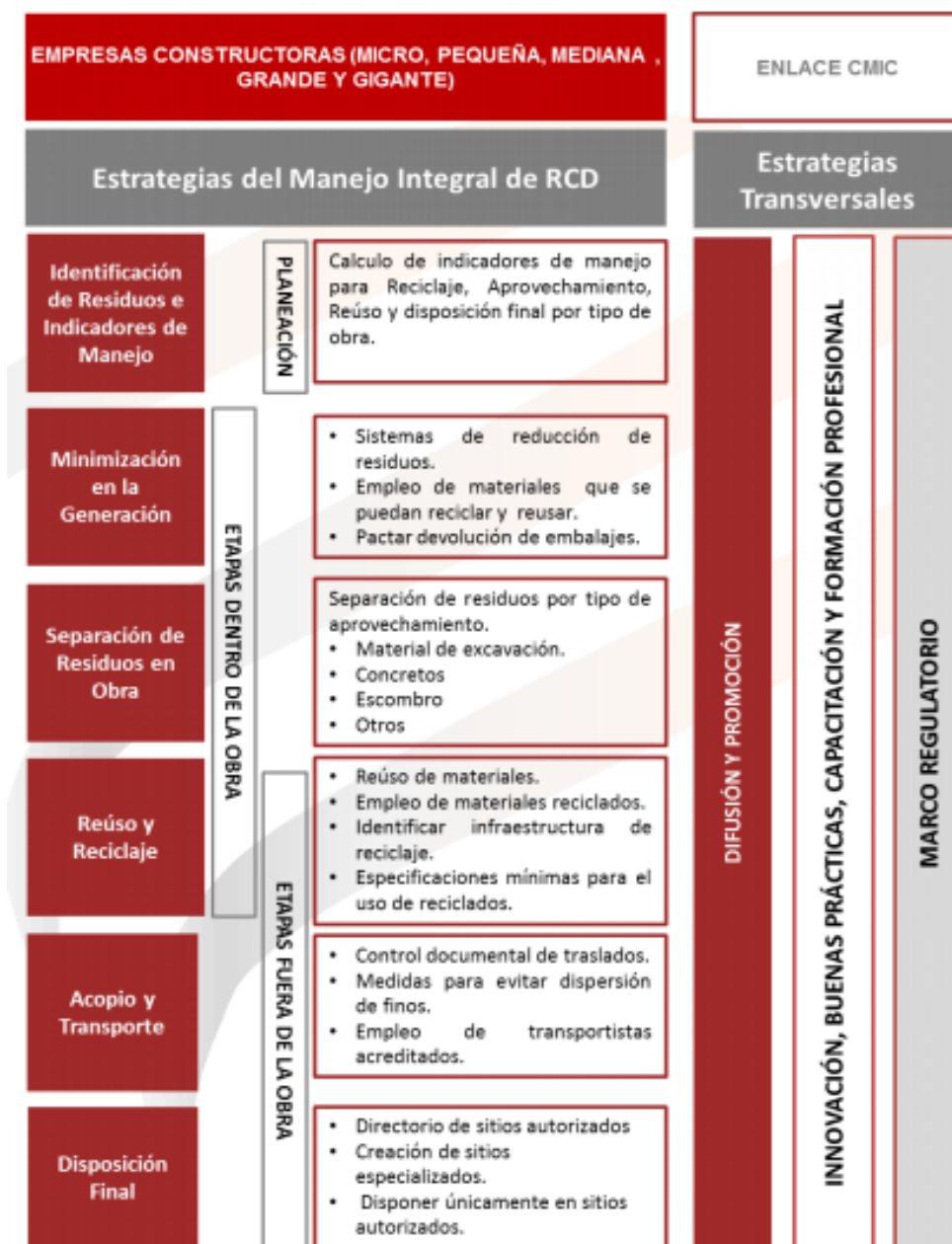


Figura 9. Estrategias del plan de manejo de RCD .Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Identificación de Residuos e Indicadores Manejo		
Estrategias	Metas	Responsables
Identificación de los conceptos de trabajo en donde se emplearán materiales de reúso y reciclaje, así como los tipos de residuos que se generarán del proceso de la obra.	Determinación de indicadores de manejo por obra o proyecto, aplicación y verificación de cumplimiento.	Empresas Constructoras
Cálculo de indicadores de reúso, reciclaje en obra, reciclaje fuera de obra y disposición final.		Empresas Constructoras
Acordar con el dueño o propietario para el empleo de materiales de reúso y reciclaje.		Empresas Constructoras

Figura 10. Estrategias de manejo integral: Identificación de Residuos e Indicadores de Manejo. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

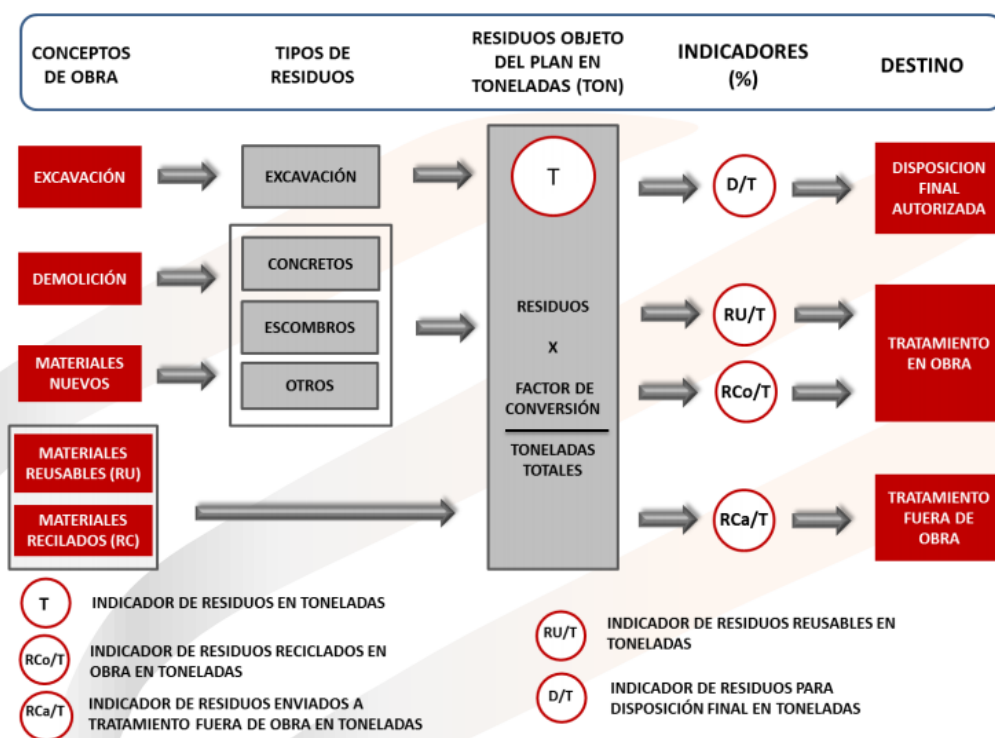


Figura 11. Determinación de indicadores de manejo. Fuente: Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción.

Con objetivos claros y alcanzables sean realizados propuestas en materia de reciclaje de residuos de construcción y demolición los cuales han contribuido a la creación de propuestas y metodologías que promueven el manejo adecuado de estos residuos que se generan a diario en nuestro país.

1.8.6. Panorama General

Se puede ver que en los países mencionados anteriormente (EUA, España, Costa Rica y Argentina) ya tienen un historial sobre la generación de RCD en su territorio e incluso algunos de ellos cuentan con la realización y puesta en práctica de programas que buscan disminuir la generación de estos residuos, su posible tratamiento y reutilización. México es el contraste en este grupo de países ya que se han hecho muy pocos esfuerzos por avanzar en conocimiento sobre este tema, los esfuerzos realizados hasta ahora han sido generales pero sustanciales para avanzar un poco más, la cámara mexicana de la industria de la construcción ha desarrollado ya con anterioridad diferentes publicaciones referentes a los RCD en nuestro país proponiendo nuevos enfoques para su tratamiento y consideración.

1.8.7 Antecedentes de reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición.

Debido al crecimiento continuo y exponencial de las cantidades de RCD's en cualquier parte del mundo donde la sociedad se establezca y realice construcciones o demoliciones de las mismas, las organizaciones, países y empresas han sumado esfuerzos para contrarrestar este crecimiento y buscar estrategias viables y amigables con el medio ambiente para reciclar y crear nuevos productos con los derivados de RCD, si bien merecen ser mencionados todos los esfuerzos y las estrategias que se han desarrollado entorno a este tema se describen solamente los que se han llevado a cabo en los países que se han mencionado anteriormente (EUA, España, Costa Rica, Argentina y México).

1.8.7.1 Estados Unidos de América

La EPA estima que aproximadamente el 48% de los RCD se recuperaron en 2003, lo que significa un 23% más que en 1997 (EE.UU. EPA, 2003). Si bien gran parte de los materiales no recuperados de RCD fueron confinados en tiraderos específicos, una cantidad significativa también fue dispuesta en los tiraderos de RSU o a incineradores. Sin embargo, la cantidad de RCD mezclados con los RSU no se sabe (EE.UU. EPA, 2003).

Mientras que los RCD no están regulados expresamente en el ámbito federal en los EE.UU., la eliminación de residuos sólidos y peligrosos está cubierta por la Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de 1976, que modificó la Ley de Disposición de Residuos Sólidos de 1965. La RCRA establece los objetivos para:

- La protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los riesgos potenciales de la eliminación de residuos.
- La conservación de energía y recursos naturales.
- Reducir la cantidad de residuos generados.

- Asegurar que los residuos sean manejados en forma ambientalmente racional. (EE.UU. EPA, 2010a) (CMIC, 2013)

Según (CalRecycle, 2015) en California se estima que la recuperación de RCD representan entre el 21,7 al 25,5 por ciento del flujo de residuos dispuestos. Estudios de la (EPA, 2003) Sobre la cantidad de materiales de RCD eliminados y recuperados indican que los estados de Florida, Maryland, Massachusetts, New Jersey, North Carolina, Utah, Virginia, Washington, estos estados cuentan con datos sobre la gestión de estos residuos en su territorio (Tabla 4). La gestión de los RCD en el estado de Massachusetts ha resultado muy satisfactoria ya que han logrado reducir la generación de residuos en más de un 40% en un periodo de 7 años y han reciclado un porcentaje que oscila entre el 64 % a un 71 % de los RCD, lo cual ha redundado en los siguientes beneficios:

- Se ha disminuido la necesidad generar más tiraderos especiales.
- Previene la contaminación de los recursos naturales.
- Se preservan los espacios naturales.
- Se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Se ahorra en el uso de mineral de hierro, carbón, caliza y otros.
- Se reduce el gasto de energía con el consiguiente ahorro en combustibles fósiles para la generación de ésta.

Otros beneficios asociados al reúso y reciclaje de los RCD que ha logrado el estado de Massachusetts son el reforzar la economía del estado, la generación de empleos y la generación de riqueza. (CMIC, 2013)

Tabla 4. Cantidad de materiales de RCD dispuestos y recuperados por estados en EUA, Environmental Protection Agency, 2003.

Estado	RCD eliminado (Ton.)	RCD recuperado (Ton.)	Recuperación 2003 %
Florida	5,277,259	1,998,256	
Maryland	1,913,774	2,270,100	
Massachusetts	720,000	3,360,000	
New Jersey	1,519,783	5,582,336	
North Carolina	1,844,409	20,002	
Utah	1,054,296	46,461	
Virginia	3,465,548	95,131	

Washington	1,780,356	2,640,560	
Total	17,575,425	16,012,846	48%

1.8.7.2 España

Los residuos provenientes de construcción y demolición (denominados RCD's) son los residuos sólidos más voluminosos en España, generándose entre 30 y 40 millones de toneladas al año. Resulta evidente que el reaprovechamiento de tan abundante residuo resulta muy interesante, tanto a nivel medioambiental como económico.

En los últimos años se han puesto en marcha una gran cantidad de plantas de RCD's, tanto a nivel regional como nacional, en las que se separan sus componentes (hormigón, metales, cartones, ladrillos, piedra, cerámicos, etc.). Hasta el momento, el reciclaje de RCD's se ha limitado a la separación y reaprovechamiento de la parte inorgánica de los mismos para dar lugar a áridos reciclados, a través de trenes de molienda y tamizado. Dichos áridos son introducidos en la fabricación de un nuevo hormigón, con buenos resultados. (CETIM, 2014)

El Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial ha comenzado recientemente a desarrollar nuevas líneas de investigación dentro del campo de materiales inorgánicos. En concreto, está realizando estudios para el desarrollo de nuevas mezclas de concreto usando métodos de activación por disolución alcalina de áridos y partículas inorgánicas provenientes de materiales reciclados. Dicho concreto puede igualar y mejorar las propiedades del material de construcción convencional, con la ventaja fundamental de no necesitar nuevo cemento para el fraguado.

Las aplicaciones reales de este tipo son cada vez más comunes, como demuestra el reciente uso de 70.000 Toneladas de hormigón geo polímero en la construcción de un aeropuerto en Brisbane (Australia), evitando la emisión de 6.600 Toneladas de CO₂. (CETIM, 2014)

1.8.7.3 Costa Rica

Se estima que en Costa Rica se producen unas 1.800 toneladas diarias de residuos y escombros de construcción, de los cuales un alto porcentaje es potencialmente reciclable. El mal manejo de estos residuos suele generar tiraderos clandestinos, que provocan no solo obstrucciones en ríos, terrenos y vías públicas, sino, también riesgos directos e indirectos sobre la salud humana y elevados costos de mantenimiento y restauración ambiental.

La primera Ley para la Gestión Integral de los Residuos de Costa Rica entró a regir a finales de mayo de 2010. De acuerdo a esta Ley, todas las actividades, las obras o los proyectos nuevos que procesen, almacenen, recuperen, traten, eliminen y dispongan residuos ordinarios y peligrosos deberán cumplir el trámite de evaluación de impacto

ambiental, previo a la obtención de los permisos o las licencias de construcción u operación.

En Costa Rica rige desde julio de 2010 la Ley para la Gestión Integral de Residuos (LGIR, número 8839). Esta norma tiene por objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Esta Ley define que la autoridad rectora para la gestión de los residuos es el Ministerio de Salud. (UICN, Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción, 2011)

1.8.7.4 Argentina

En Argentina no existe legislación específica sobre las distintas etapas de gestión de los RCD. La Ley Nacional N° 25.612/2002 “Presupuestos mínimos de protección ambiental sobre gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios” define residuo industrial como “cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, por la realización de una actividad de servicio, o por estar relacionado directa o indirectamente con la actividad, incluyendo eventuales emergencias o accidentes, del cual su poseedor productor o generador no pueda utilizarlo, se desprenda o tenga la obligación legal de hacerlo”. Aún no ha sido reglamentada y por tanto no es de aplicación. La actividad de la construcción está incluida en el borrador de su decreto reglamentario: “Residuos de la construcción y demolición, incluyendo carreteras: hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, maderas, vidrios, plástico, metales, hierro, acero, cables”. Esta sería la primera mención específica respecto a los RCD. Cabe señalar que se trata de una norma de base, umbral, de piso, común, sobre la cual se va a construir el edificio total normativo de la problemática de los residuos industriales en la Argentina, de organización federal. (REDISA & UNIVERSIDAD DEL NORTE, 2009).

1.8.7.5 México

Los residuos generados por la industria de la construcción tienen potencial de reúso o reciclaje, por lo que la actualización de algunos instrumentos jurídicos como la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, así como la modificación a la NADF-007-RNAT-2013, la cual establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción y demolición en la Ciudad de México, misma que pretende evitar su disposición inadecuada aprovechando al máximo este tipo de residuos. Adicionalmente la Ciudad de México cuenta con una planta portátil itinerante ubicada en el Bordo Poniente y actualmente operable para el tratamiento de residuos de la construcción, la cual genera materia prima, en sus 16 delegaciones políticas.

El total de residuos reciclados este año (2014) fue de 21,653 toneladas. Cabe resaltar que se han realizado actualizaciones a la normatividad en materia de residuos sólidos, tales como la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, su Reglamento y la NADF-007-RNAT-2013. (Ambiente S. d., 2015)

Concretos Reciclados S.A. de C.V. es una empresa privada 100% mexicana dedicada al reciclaje de los Residuos de la construcción, fundada en el año 2004. Es la primera empresa en México y pionera en Latinoamérica dedicada a esta actividad. Su misión es promover la cultura del reciclaje y crear nuevos estándares en el reciclado de los desechos y materiales pétreos producto de la construcción. Además de proveer a la industria de la Construcción con nuevos materiales reciclados de la más alta calidad. Siguiendo los pasos de países desarrollados de la Comunidad Europea y Australia, Concretos Reciclados utiliza tecnología de punta, como es el uso de máquinas de trituración y clasificación, computarizadas y robotizadas, equipadas con motores ecológicos, para reciclar los materiales pétreos. (Concretos Reciclados, 2004)

La planta de Concretos Reciclados tiene una capacidad de producción de 2,000 toneladas diarias. Está ubicada en una depresión de 40 metros por debajo del nivel de la calle, evitando que los polvos salgan de la planta. Cuenta con aspersores de agua tratada para la minimización de los polvos y superficie de protección al impacto ambiental con barreras de árboles.

1.8.7.5.1. Proceso para el tratamiento de RCD de Concretos Reciclados S.A de C.V.

Se describe a continuación el proceso utilizado para el tratamiento de RCD de la empresa privada Concretos Reciclados S.A. de C.V ubicada en la CDMX.

Recepción del escombros: La recepción del escombros es primordial, éste debe estar libre de materiales indeseables que pueden restar calidad a los productos reciclados. Almacenamiento: Dependiendo de las características del escombros, se acomoda en diferentes almacenes.

Almacén de concreto simple o armado.

Almacén de materiales mezclados, como pueden ser morteros, concretos, tabiques, mamposterías, cerámicos, tepetatosos, etc. “Llamado todo en uno”.

Arenas y Arcillas producto de excavaciones.

Fresado de carpeta asfáltica.

Trituración y Clasificación: De acuerdo a la granulometría deseada, se realiza la trituración y clasificación de los materiales de los diferentes almacenes.

Equipo de Trituración: A base de quijadas, montado sobre orugas, computarizado y manejado a control remoto, con electroimán para separación del acero y sistema de aspersión para la estabilización de polvos.

Equipo de Cribado: Montado sobre orugas, computarizado y manejado a control remoto. Este equipo nos permite clasificar materiales con 4 curvas granulométricas diferentes.

Con estos equipos se tiene una gran versatilidad en la operación, ya que pueden ser desplazados de un almacén a otro, lo que economiza la operación sin requerir de instalaciones especiales. (Concretos Reciclados, 2004)

1.8.7.6. Panorama General

En este apartado de antecedentes de reciclaje de RCD los países antes mencionados (EUA, España, Costa Rica y Argentina) cuentan ya desde hace algunos años con normatividad aplicable en su territorio que favorece esta medida y con ello se ha garantizado el avance en conocimiento sobre estos residuos y su reutilización. México cuenta con normativas aplicables solo en el contexto local en la Ciudad de México y en el estado de México lo cual es favorable, aun así queda los demás estados por buscar nuevas alternativas en cuanto a normatividad sobre estos residuos en sus territorios.

1.8.8 Medidas sobre gestión de RCD en la Unión Europea.

Las medidas utilizadas en la Unión Europea para influenciar la gestión de los residuos de construcción y demolición se recogen en el informe Symonds (Febrero 1999) y posteriormente, en el Informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (Enero de 2002). El primero realiza un análisis de las diferentes medidas legislativas llevadas a cabo en Europa con objeto de influenciar sobre la gestión realizada con los RCD.

Informe Symonds (Febrero 1999): Se menciona el informe Symonds ya que es el más significativo en cuanto a RCD y posteriormente como base para la contribución de nuevas normas legislativas para el control de estos residuos en cualquier país.

En dicho informe se analizan hasta 13 tipos de medidas diferentes que se aplican en el conjunto de los Estados Miembros de la Unión Europea. Los más significativos y por lo tanto con mayor impactos sobre la gestión de los RCD son las siguientes:

1. Restricciones o prohibiciones sobre el vertido: Holanda prohíbe el vertido de RCD reciclables desde 1997. En Alemania, siguiendo el mandato contenido en la 'Ley de Ciclos' los residuos recuperables de construcción y demolición, no deben de ser vertidos. En Flandes hay una prohibición de verter residuos de construcción y demolición mezclados que comenzó en julio de 1998. Austria obliga por ley a separar (demolición selectiva) y reciclar RCD desde 1993.

2. Impuestos sobre el vertido: La mayoría de los Estados Miembros han adoptado la medida de exigir un impuesto sobre el vertido de residuos en general y de los RCD en particular. Aunque la naturaleza del impuesto varía de unos Estados Miembros a otros, se trata de un costo añadido al precio de admisión en vertedero.

1.8.8.1 Otras medidas.

Del resto de medidas analizadas en el Informe, la más ampliamente utilizadas tanto por los diferentes Estados Miembros como en el ámbito de la UE, es la de las ayudas a I+D junto a diversos proyectos de gestión de residuos tendentes al reciclaje.

1.8.9 Marco Metodológico.

La metodología que se seguirá para el desarrollo del objetivo de esta tesis es la mencionada en estos libros, los cuales han sido tomados como bases para la implementación de dicha metodología.

1. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2011). Planeación de Instalaciones (Cuarta ed.). México D.F.: CENGAGE Learning.
2. Meyers, F. E. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Así mismo se ampliará el proceso de investigación a través de consultas de otros libros, base de datos y fuentes necesarias como proyectos que se han realizado o que se estén llevando a cabo en otros países. Se analizará la situación actual de México respecto a este tema y así mismo se harán consultas a la normatividad actual para tener un panorama adecuado sobre el tema a investigar.

Capítulo 2. Paquete tecnológico (proceso)

2.1 Especificaciones del proceso para control de calidad.

Los procesos tienen variables de salida, los cuales, por lo general, deben cumplir con ciertas especificaciones para que sea posible considerar que tal proceso funciona de manera satisfactoria. Analizar la capacidad o habilidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada; esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria. (Gutiérrez, 2010)

El programa de parques públicos de bolsillo, empieza con la iniciativa del gobierno de la Ciudad de México al identificar la necesidad de crear nuevos espacios públicos y la recuperación de aquellos que se encuentran invadidos o en un estado de deterioro. El programa consiste en la recuperación de espacios urbanos y viales que son remanentes o subutilizados, para convertirlos en áreas de disfrute de la comunidad con la posibilidad de albergar diversas actividades de acuerdo a las vocaciones de cada espacio. Además de esto el programa promueve generar impactos positivos en la movilidad, peatonalización de los espacios, accesibilidad universal, calidad ambiental y la imagen urbana.

Se ha tomado como referencia este programa ya que contiene estrategias que se enfocan en mejorar la calidad de vida en el ámbito de la recreación y de actividades diarias de las personas que dispongan de estos servicios, así como el mejoramiento de la imagen urbana a través de promover la sostenibilidad en su implementación. Además este programa abre la posibilidad de implementar propuestas como la presentada en esta investigación de nuevos productos que favorezcan al medio ambiente y así mismo que sean favorables para las personas y regiones en que se lleve a cabo.

De acuerdo con los lineamientos sobre el mobiliario urbano que debe contener un parque de bolsillo que hizo el gobierno de la Ciudad de México junto con otras secretarías e institutos, las siguientes especificaciones corresponden al diseño de las bancas y respecto a ellas se fijarán las especificaciones para el proceso para el control de calidad.

Tabla 5: Tabla de especificaciones para el diseño de bancas, Fuente: elaboración propia con datos del gobierno de la CDMX, 2011

Bancas	Dimensiones Recomendadas
Altura del plano del asiento	40-43 cm
Profundidad del plano del asiento	39-41 cm
Altura de apoya brazos respecto al plano del asiento	18-26 cm
Altura del plano del respaldo	45-61 cm
Ángulo que forman el plano del asiento y el de respaldo	105°
Material	Concreto reciclado
Color	negro, gris grafito, verde claro, azul cielo, naranja.
Resistencia del concreto	300 psi

2.2 Normas oficiales y estándares aplicables al proceso.

Tabla 6. Normas oficiales y reglamentos aplicables al proceso de tratamiento residuos de construcción y demolición.

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.
NOM-062-SEMARNAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se

	ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental.	Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.
Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	Texto vigente. Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

2.3 Memorias de cálculo del proceso.

Es el documento donde se anotan los cálculos y consideraciones que se han hecho para llegar a un resultado final. Las “memorias de cálculo” son los procedimientos descritos de forma detallada de cómo se realizaron los cálculos de las ingenierías que intervienen en el desarrollo del proyecto. (Serrano, 2010)

2.4 Análisis de capacidades instaladas.

El trabajo define cuatro tipos de capacidad en una organización. Los dos primeros (técnica y económica) consideran la potencialidad de los recursos y los siguientes (instalada y disponible), la disponibilidad, requerimiento y uso en el tiempo. Nos enfocaremos en este apartado solo de la capacidad instalada.

La capacidad instalada: representa la producción posible. Habla de los resultados productivos máximos especificados por un productor. El vocablo es empleado con frecuencia para referir la capacidad de espacio para usar en almacenaje o en la configuración de espacios de trabajo. (Manyoma Velásquez, Orejuela Cabrera, & Gil González, 2011)

La expresión “capacidad instalada” se suele abordar desde dos enfoques: a capacidad de atención a la demanda y la máxima velocidad de producción esperada de bienes y servicios. El primero, es atribuible a la demanda actual y futura por un bien o servicio que una organización puede suplir dada una cantidad de factores productivos disponibles, entendidos estos como la combinación de mano de obra y recursos que interactúan en un periodo específico de tiempo (Manyoma Velásquez, Orejuela Cabrera, & Gil González, 2011). El segundo, está en función de la velocidad máxima que puede alcanzar un sistema para realizar un trabajo (Narasimhan, McLeavey, & Billington, Planeación de la Producción y Control de Inventarios, 1996). En este caso se tomará el primer enfoque pues nos permite desarrollar la propuesta a través de la combinación mano

de obra con los recursos que pueden estar disponibles y en un periodo de tiempo específico. Con el enfoque anterior se tomaron en cuenta los siguientes factores para el análisis de capacidad instalada de la propuesta de la empresa de base tecnológica.

Espacio: Para la distribución de la localización física que debe estar destinada para el funcionamiento de la planta se requiere de una extensión aproximada de 167 hectáreas localizables en un entorno en el que el impacto ambiental sea nulo o mínimo.

Mano de obra: La cantidad total de mano de obra directa ha sido obtenida tomando en cuenta los criterios de mano de obra directa e indirecta, el primer criterio referente a las operaciones en proceso con sus actividades principales y el segundo enfocado a las actividades administrativas o externas al proceso, en conjunto se define la cantidad de 40 personas distribuidas de la siguiente forma.

Tabla 7. Distribución de la mano de obra en la planta. Fuente elaboración propia.

Operaciones	Personal
Ingreso de material	
Pesaje de material	1
Separación manual	6
Transporte a tolva	1
Trituración primaria	
Cribado de material	
Separación por aire	
Separación magnética	
Trituración secundaria	
Cribado de material	0
Director de planta	1
Secretaria	1
Almacén	6
Laboratorio	2
Conductores	15
Depto. Financiero	2
Depto. Comercial	3
Depto. Calidad	1
Depto. RH	1
Total	40

Tecnologías de la información: La empresa puede y tiene la habilidad de adquirir algún software que le permita controlar el flujo de materia prima así como las cantidades de material que se estén procesando, también para controlar la calidad del producto terminado.

Insumos: Se hace la propuesta que se inicie con un 33% de la capacidad de la planta es decir, con 5 camiones para obtener los residuos de construcción y demolición (RCD) ya que será la manera en empezar a surtir a la posible demanda y posteriormente se ampliara el resto de su capacidad en diferentes etapas de acuerdo al progreso de la demanda.

2.5 Descripción del proceso

El proceso de producción que enmarca el tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD) está compuesto generalmente por las siguientes estaciones de trabajo las cuales serán descritas a continuación:

Recepción del Material: Los vehículos que ingresan son sometidos a los procesos de pesaje y basculación, mediante un programa informático se conoce el volumen de material que ingresa.

Control: Tras el pesaje, el material de entrada es inspeccionado visualmente, observando que no ingresen elementos que contaminen el proceso u ocupen un lugar no previsto.

Clasificación primaria: Luego de la descarga se procede a la separación, teniendo en cuenta las características propias de composición. Puede realizarse manualmente o combinada con medios mecánicos; aquí se obtienen materiales como metales, maderas, plásticos, compuestos orgánicos, elementos visibles, etc. Los separados en esta operación son depositados en acopios o contenedores adecuados para cada tipo, donde son almacenados para ser entregados a la empresa de gestión autorizada.

Clasificación por tamaños o granulométrica: Se realiza con equipos mecánicos de tamizado, consistentes en separar las partículas grandes de las pequeñas por medio del movimiento a través de unas mallas o láminas perforadas. Este proceso se complementa con el transporte de material de diferente granulometría a través de las bandas mecánicas.

Siguiendo la secuencia del proceso (Cribado): El material de entrada es cargado a la tolva de alimentación y de aquí a la cinta dosificadora que conduce al trómel de clasificación donde se dividen en dos fracciones: 0-60 mm y > 60 mm. Estas cintas transportadoras están diseñadas especialmente para este tipo de material; presenta un ancho útil de 1,000 mm y un carenado especial para reducir el efecto del viento con el fin de prevenir el arrastre de material [26]. La fracción de material > 60 mm y < 250 mm será sometida a un proceso de separación manual con las mismas características de la clasificación primaria, descrita anteriormente. Inmediatamente después de este proceso, es conducido a la trituradora primaria que lo muele y conduce a una criba vibratoria (Cribado) donde nuevamente se clasifica en dos fracciones, < 35mm y > 35mm.

Operaciones de trituración primaria: Donde se reduce el tamaño, existe la trituración primaria y secundaria según sea el tamaño alimentado y la granulometría del producto requerido. Dentro del proceso se implementará inicialmente la primaria, en donde las partículas que tienen una granulometría > 35 mm luego de ser trituradas, siguen con las operaciones de separación magnética y neumática.

Clasificación neumática: Después de la trituración primaria se realiza una separación neumática utilizada para retirar fragmentos de los elementos de baja densidad, como son los papeles y plásticos, que aún están contenidos produciendo contaminación.

Separación magnética: Al mismo tiempo, se retiran los elementos metálicos valorizables que obstaculizan la fase siguiente del proceso, utilizando un electroimán.

Operaciones de trituración secundaria: Donde el material > 35 mm es sometido de nuevo a un proceso de pulverización para obtener fracciones más finas, que finalizan el proceso al ser cribadas nuevamente, obteniendo como producto final agregados reciclados con granulometrías < 10 mm que comercialmente se conocen como agregados finos.

Una vez estructurado el proceso, se procede con la elección de la tecnología a utilizar en cada una de las operaciones, analizando el tipo, capacidad, características y dimensiones de cada una de las máquinas y equipos necesarios. Se han tomado datos de Metso Corporation por ser referente global en las industrias de minería, agregados, reciclaje, petróleo, gas, pulpa, papel y de proceso proporcionando productos y servicios en el mundo con excelencia tecnológica, experiencia y los más altos estándares de seguridad. Su enfoque principal está en los problemas sociales y ambientales a nivel mundial creando bienestar para todos sus grupos de interés, incluida la sociedad al aportar soluciones a los retos de sostenibilidad para dar lugar a nuevas oportunidades de negocio.

Tabla 8. Análisis de rendimiento de diversas plantas para la trituración. Fuente: elaboración propia con datos de metso Expect result, 2010.

Propiedades	planta de impacto	planta de mandíbula	Planta de Cono
Capacidad	300 mtph – 400 mtph	350 mtph – 450 mtph	Media
Costos de producción	Alto	Bajo	Medio
Desgaste	Alto	Bajo	Bajo
Calidad de árido	Alta	Baja	Medio
Contenido de finos	Alto	Bajo	Medio
Consumo de energía	Alto	Bajo	Medio

Para la clasificación neumática existen diversas opciones en el mercado las siguientes son opciones para considerar:

De aspiración vertical: Consiste en un alimentador que almacena el material cribado sobre un depósito cilíndrico unido a un ventilador, el cual crea una depresión que aspira los ligeros por la parte superior.

Criba neumática: Consiste en una bandeja inclinada con un tamiz a través del cual se introduce aire desde la parte inferior. El material ligero es expulsado hacia un lateral mientras el pesado continúa su avance.

Túnel de viento de doble efecto: Mediante una corriente de aire los materiales ligeros son desplazados a la salida de un transportador. (Ambiente, 2009)

2.6 Arreglo general.

El siguiente *Lay-out* es una propuesta de arreglo general del proceso y la distribución de la planta.

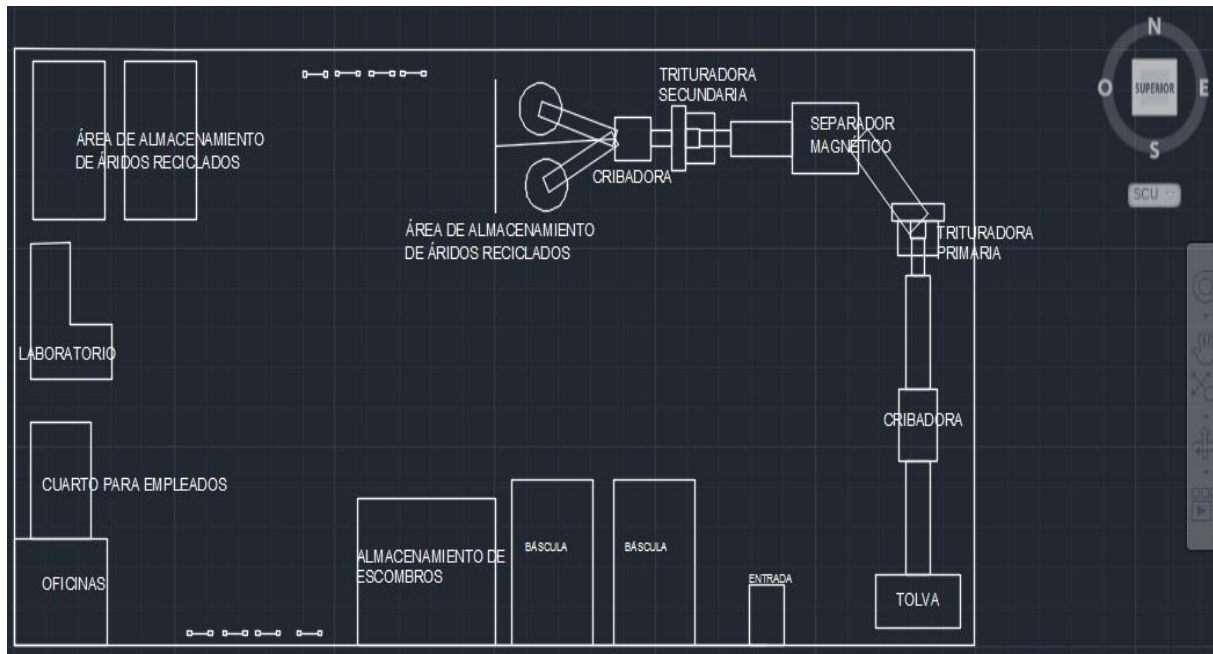


Figura 12. *Propuesta de Lay-out de arreglo general del proceso y distribución de planta.*
Fuente: *Elaboración propia.*

2.7 Diagramas de flujo de proceso de bloques.

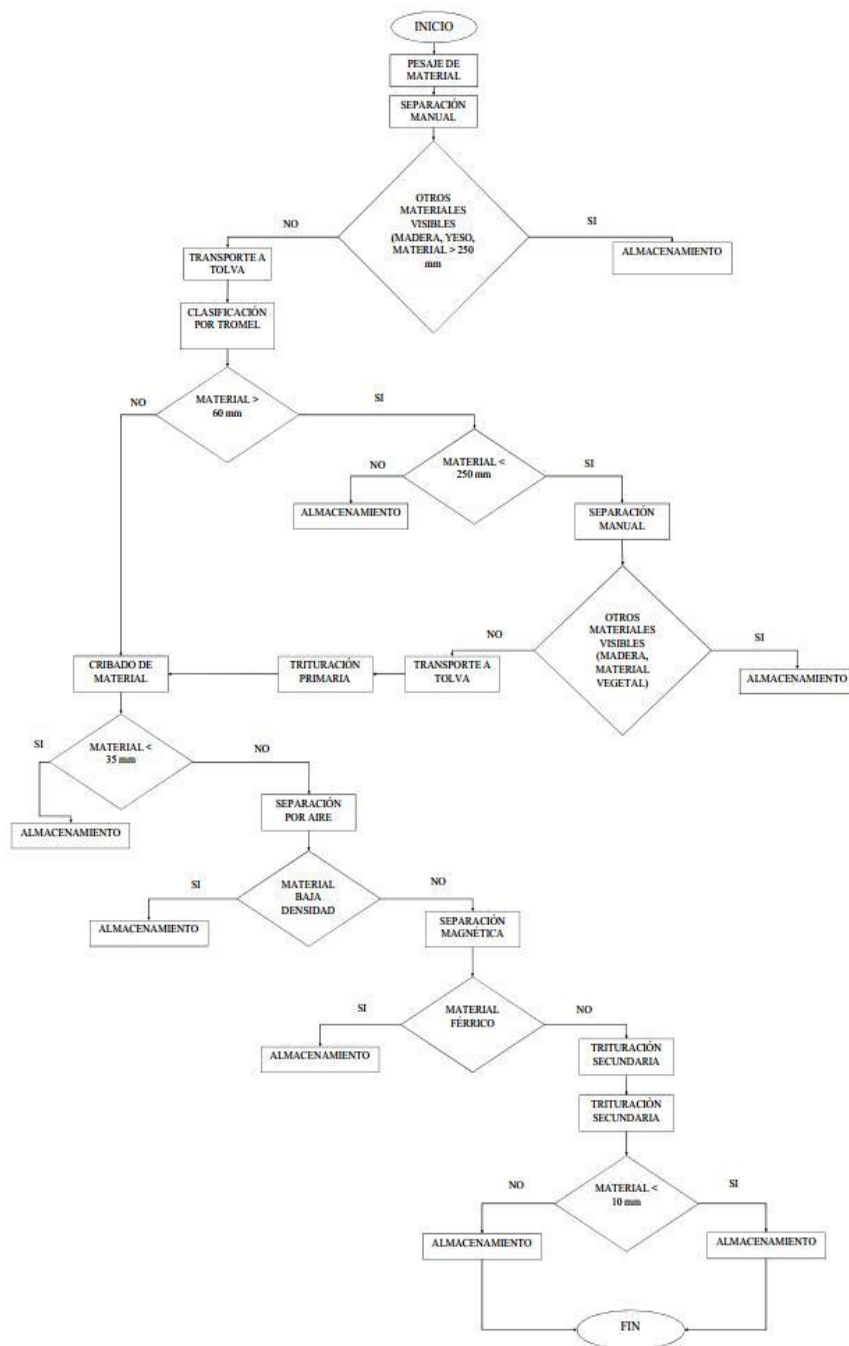


Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Fuente: elaboración propia.

2.8 Balances de materiales y energía.

Según (Foseca Vigoya & German Pastrana, 2009) un balance de materiales establece las relaciones contables de cantidades mensurables de materiales que entran y que salen en un proceso industrial. Los balances de materiales se aplican, entre otros, para:

- Establecer necesidades de materias primas e insumos para una producción predeterminada.
- Calcular las mermas y rendimientos de materias primas e insumos.
- Definir programas de adquisiciones.
- Manejar y rotar inventarios.
- Establecer costos de insumos para un producto.
- Dimensionar y diseñar procesos y operaciones unitarias.
- Dimensionar y diseñar equipos.
- Diseñar plantas industriales.

El siguiente balance de materiales es para el diseño de la propuesta de la planta.

1. Días de operación al año.

El horario de recepción de residuos en la Planta será el siguiente:

- Domingos: de 8:00 h a 13:00 h.
- Lunes a viernes: de 8:00 h a 18:00 h.

La metodología de trabajo serán turnos fijos con una hora de descanso, respetando los días festivos, horas extras, vacaciones y salario conforme a la Ley Federal del Trabajo en México.

Tabla 9. Metodología de Operaciones de la planta. Fuente: Elaboración propia.

ACTIVIDADES	HORARIO	CANTIDAD DE HORAS	SEMANA	MESES	AÑO
JORNADA LABORAL (L-V)	8:00 h-13:00 h y 14:00 h-16:00 h	8	45	1170	370890
DOMINGO	8:00 h - 13:00 h	5		0	0
MANTENIMIENTO		1	6	156	49452
DÍAS DE VACACIONES		-6			-6
HORAS DE DESCANSO	13:00 h – 14:00 h	-1	-5	-130	-41210

TOTAL HORAS OPERACIÓN	DE DE					37912 6
-----------------------------	----------	--	--	--	--	------------

Tabla 10. Resultado de días de Operación de la planta. Fuente: Elaboración propia.

DATOS	CANTIDAD	
PRODUCCION ANUAL	47074.5	TON/AÑO
MESES DE OPERACIÓN POR AÑO	12	
SEMANAS DE OPERACIÓN POR AÑO	45	
DÍAS DE OPERACIÓN POR AÑO	317	
HORAS DE OPERACIÓN POR AÑO	379126	

Tabla 11.Comparaciones de la producción de la planta. Fuente: Elaboración propia.

CUADRO DE COMPARACIONES (TONELADAS)	
PRODUCCIÓN ANUAL	47074.5
PRODUCCIÓN MENSUAL	3922.875
PRODUCCIÓN SEMANAL	1046.1
PRODUCCIÓN DIARIA	148.5
PRODUCCIÓN HORARIA	18.5625

2.9 Base de cálculo de rendimientos.

Tabla 12. Calculo de rendimiento para mano de obra. Fuente: Elaboración propia.

PERSONAL	No.	JORNADA	CANTIDAD DE OBRA	RENDIMIENTO
INGRESO Y PESAJE DE MATERIAL	1	8 HORAS	148.5 TON/DÍA	18.56 TON/DÍA
SEPARACION MANUAL	6	8 HORAS	148.5 TON/DÍA	18.56 TON/DÍA
TRANSPORTE A TOLVA	1	8 HORAS	140 TON/DÍA	17.5 TON/DÍA

ALMACÉN	6	8 HORAS	140 TON/DÍA	17.5 TON/DÍA
CONDUCTORES	15	8 HORAS	148.5 TON/DÍA	18.56 TON/DÍA

Tabla 13. Calculo de rendimiento para equipo. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO: TRITURADORA DE IMPACTO	No.	UNIDAD
COSTO	\$ 9,999.00	PIEZA
VALOR DE ADQUISICIÓN (VA)	\$ 10,998.90	PIEZA
VALOR DE RESCATE (Vr)	\$ 999.90	PIEZA
VIDA ECONÓMICA DEL EQUIPO (VE)	9510.00	HORAS*3 AÑOS
PRONÓSTICO DE HORAS DE TRABAJO	2536.00	HORAS
INVERSIÓN	50%	
SEGUROS	25%	
EFICIENCIA	33%	FASE I

Tabla 14. Calculo de rendimiento para equipo. Fuente: Elaboración propia.

	CARGOS FIJOS		
D	$(VA - Vr) / VE$	\$ 1.0514	\$ 105.142
I	$(VA + Vr) * (I / 2HA)$	\$ 1.1828	\$ 118.2847
S	$(VA + Vr) * (S / 2HA)$	\$ 0.5914	\$ 59.1424
Q	$(EFIC. * D)$	\$ 0.3470	\$ 0.3470
	SUBTOTAL		\$ 282.92

Tabla 15. Calculo de rendimiento para criba portátil. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO: CRIBA PORTÁTIL	No.	UNIDAD
COSTO	\$ 70,000.00	PIEZA
VALOR DE ADQUISICIÓN (VA)	\$ 77,000.00	PIEZA
VALOR DE RESCATE (Vr)	\$ 7,000.00	PIEZA
VIDA ECONÓMICA DEL EQUIPO (VE)	9510.00	HORAS*3 AÑOS
PRONÓSTICO DE HORAS DE TRABAJO	2536.00	HORAS
INVERSIÓN	50%	
SEGUROS	25%	
EFICIENCIA	33%	FASE I

Tabla 16. Calculo de rendimiento para criba portátil. Fuente: Elaboración propia.

	CARGOS FIJOS		
D	$(VA - Vr) / VE$	\$ 7.3607	\$ 736.067
I	$(VA + Vr) * (I / 2HA)$	\$ 8.2808	\$ 828.0757
S	$(VA + Vr) * (S / 2HA)$	\$ 4.1404	\$ 414.0379
Q	$(EFIC. * D)$	\$ 2.4290	\$ 2.4290
	SUBTOTAL		\$ 1,980.61

Tabla 17. Calculo de rendimiento para trascabo Caterpillar¹. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO: TRASCABO CATERPILLAR	No.	UNIDAD
COSTO	\$ 34,490.00	PIEZA
VALOR DE ADQUISICIÓN (VA)	\$ 37,939.00	PIEZA
VALOR DE RESCATE (Vr)	\$ 3,449.00	PIEZA
VIDA ECONÓMICA DEL EQUIPO (VE)	9510.00	HORAS*3 AÑOS
PRONÓSTICO DE HORAS DE TRABAJO	2536.00	HORAS
INVERSIÓN	50%	
SEGUROS	25%	
EFICIENCIA	33%	FASE I

Tabla 18. Calculo de rendimiento para trascabo Caterpillar. Fuente: Elaboración propia.

	CARGOS FIJOS		
D	$(VA - Vr) / VE$	\$ 3.6267	\$ 362.671
I	$(VA + Vr) * (I / 2HA)$	\$ 4.0800	\$ 408.0047
S	$(VA + Vr) * (S / 2HA)$	\$ 2.0400	\$ 204.0024
Q	$(EFIC. * D)$	\$ 1.1968	\$ 1.1968
	SUBTOTAL		\$ 975.87

Tabla 19. Calculo de rendimiento para retroexcavadora Caterpillar. Fuente: Elaboración propia.

¹ Metso Corporation hace análisis de rendimiento a diferentes equipos de diversas marcas que son indispensables en un proceso

EQUIPO: RETROEXACBADORA CATERPILLAR	No.	UNIDAD
COSTO	\$ 59,523.81	PIEZA
VALOR DE ADQUISICIÓN (VA)	\$ 65,476.19	PIEZA
VALOR DE RESCATE (Vr)	\$ 5,952.38	PIEZA
VIDA ECONÓMICA DEL EQUIPO (VE)	9510.00	HORAS*3 AÑOS
PRONÓSTICO DE HORAS DE TRABAJO	2536.00	HORAS
INVERSIÓN	50%	
SEGUROS	25%	
EFICIENCIA	33%	FASE I

Tabla 20. Calculo de rendimiento para retroexcavadora Caterpillar *. Fuente: Elaboración propia.

	CARGOS FIJOS		
D	$(VA - Vr) / VE$	\$ 6.26	\$ 625.91
I	$(VA + Vr) * (I / 2HA)$	\$ 7.04	\$ 704.15
S	$(VA + Vr) * (S / 2HA)$	\$ 3.52	\$ 352.07
Q	$(EFIC. * D)$	\$ 2.07	\$ 2.07
	SUBTOTAL	\$	1,684.19

Tabla 21. Calculo de rendimiento de producción. Fuente: Elaboración propia.

EQUIPO	HORA S	CAPACIDA D TON/HORA	EFICIENCI A	PRODUCCIÓ N POR HORA (TON)
TRITURADORA DE IMPACTO	8	400	33%	132
CRIBA PORTÁTIL	8	350	33%	115.5
TRASCABO CATERPILLAR	8	10	33%	3.3
RETROEXCAVADOR A CATERPILLAR	8	10	33%	3.3

2.10 Especificaciones de materias primas.

Para el recibimiento de los residuos de construcción y demolición según (CMIC, 2013) las especificaciones son las siguientes:

Los RCD deberán separarse principalmente en las siguientes fracciones:

1. Material de excavación (Arcillosos, Granulares, Tepetatosos).
2. Concreto (Simple, Armado, asfálticos).
3. Escombros (Fragmentos de Block, Tabique, Adoquín, Tubos, Ladrillos, Piedra, etc.).
4. Otros (Madera, Cerámica, Plásticos y Plafón, Yeso, Muros Falsos, Materiales Ferrosos, Material de Despalme y Suelos Orgánicos).

Para el proceso de fabricación de bancas las especificaciones de la materia prima, en este caso, del árido reciclado resultante del tratamiento de residuos de construcción y demolición son las siguientes:

El árido reciclado resultante del proceso de este tratamiento debe tener una granulometría de 0 – 40 mm y 0 – 5 mm ya que esta especificación otorga al árido un mejor manejo y adaptación a proyectos de urbanización o residenciales. (Volbas, 1990)

2.12 Especificaciones de productos en proceso.

Tabla 22. Especificaciones de producto para el proceso de bancas. Fuente: Elaboración propia.

Bancas	Dimensiones Recomendadas
Altura del plano del asiento	40-43 cm
Profundidad del plano del asiento	39-41 cm
Altura de apoyo brazos respecto al plano del asiento	18-26 cm
Altura del plano del respaldo	45-61 cm
Ángulo que forman el plano del asiento y el de respaldo	105°
Material	Concreto reciclado
Color	Negro, gris grafito, verde claro, azul cielo, naranja.
Resistencia del concreto	300 psi

2.13 Especificaciones de materiales de empaque.

Tabla 23. Especificaciones de empaque de bancas. Fuente: Elaboración propia.

Bancas	Dimensiones Recomendadas
Altura del plano del asiento	40-43 cm
Profundidad del plano del asiento	39-41 cm
Altura de apoya brazos respecto al plano del asiento	18-26 cm
Altura del plano del respaldo	45-61 cm
Ángulo que forman el plano del asiento y el de respaldo	105°
Material	Concreto reciclado
Color	negro, gris grafito, verde claro, azul cielo, naranja.
Resistencia del concreto	300 psi

2.14 Especificaciones de productos terminados.

Tabla 24. Especificaciones de producto terminado. Fuente: Elaboración propia.

Bancas	Dimensiones Recomendadas
Altura del plano del asiento	40-43 cm
Profundidad del plano del asiento	39-41 cm
Altura de apoya brazos respecto al plano del asiento	18-26 cm
Altura del plano del respaldo	45-61 cm
Ángulo que forman el plano del asiento y el de respaldo	105°
Material	Concreto reciclado
Color	Negro, gris grafito, verde claro, azul cielo, naranja.
Resistencia del concreto	300 psi

2.15 Especificaciones de subproductos.

Las bancas en esta investigación son el producto principal que se desea elaborar pero existe variedad de subproducto que se pueden obtener utilizando el árido resultante del tratamiento de residuos de construcción y demolición. A continuación se mencionan los relacionados a mobiliario para parques de bolsillos:

Tabla 25. Especificaciones de posibles subproductos. Fuente: Elaboración propia.

Asiento tipo abanico
Dimensiones: 56 cm (a) x 60 cm (l) x 48 cm (h)

Tabla 26. Especificaciones de posibles subproductos. Fuente: Elaboración propia.

Asiento tipo cubo
Dimensiones 62 cm (a) x 62 cm (l) x 48 cm (h)

Tabla 27. Especificaciones de posibles subproductos. Fuente: Elaboración propia.

Bolardos
Altura máximo 90 cm, colocar material reflectivo en grado diamante color amarillo 2"

Tabla 28. Especificaciones de posibles subproductos. Fuente: Elaboración propia.

Contenedores vegetales
1. - 60 x 120 x 60 cm. 2. - 60 x 120 x 45 cm. 3. - 120 x 120 x 90 cm. 4. - 90 x 90 x 90 cm. 5. - D = 90 x 120 cm. 6.- D = 90 x 30 cm.

2.16 Diseño para tubería.



Figura 14. Diseño de tubería para cuarto de empleados. Fuente: elaboración propia.

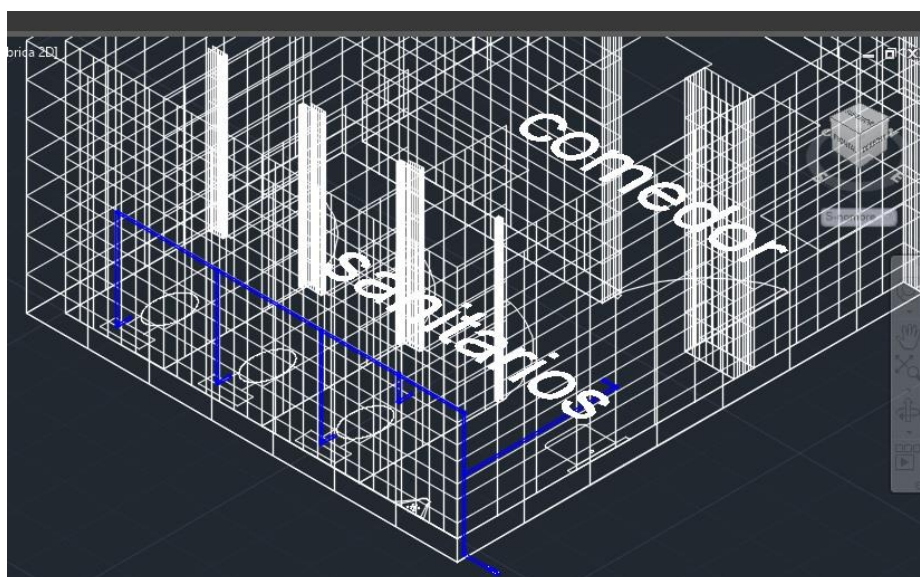


Figura 15. Diseño 3D de tubería para cuarto de empleados. Fuente: elaboración propia.

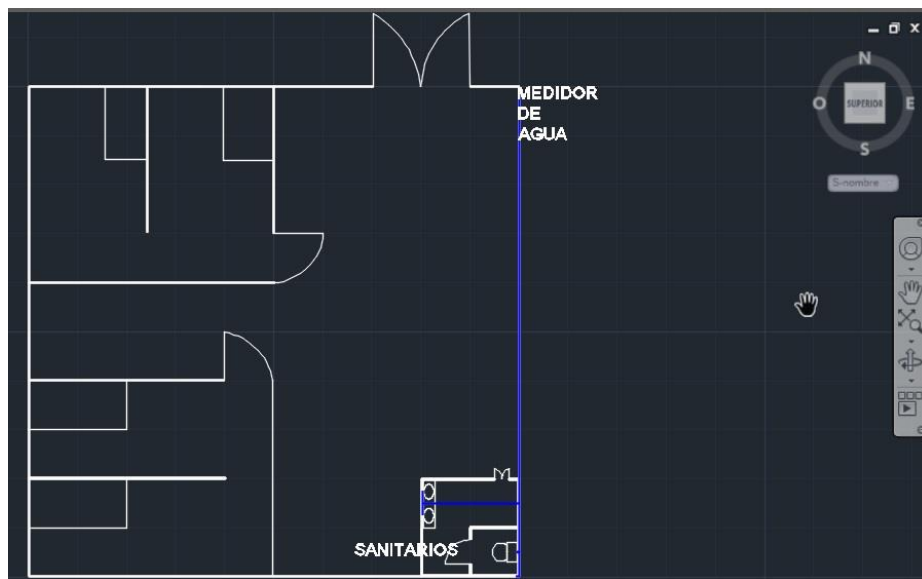


Figura 16. Diseño de tubería para cuarto oficinas. Fuente: elaboración propia.

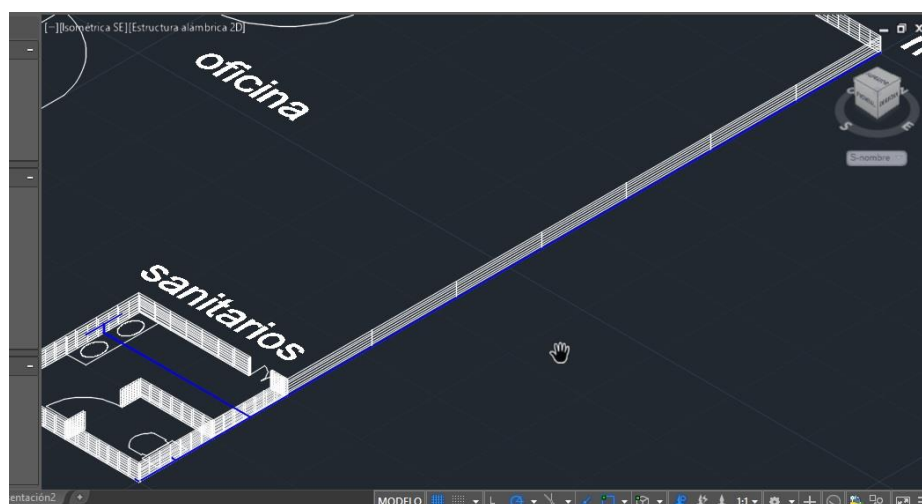


Figura 17. Diseño de tubería para cuarto de empleados. Fuente: elaboración propia.

2.17 Diseño para la instalación mecánica.

Se entiende como instalaciones mecánicas a determinados sistemas industriales que se encuentran presentes, en todas las plantas de proceso (refinerías, químicas, farmacéuticas, alimenticias, textiles, papeleras, metal mecánica), que hacen posible la transformación de la materia prima en materiales y/o productos terminados. Desde el punto de vista de ingeniería, las instalaciones mecánicas están relacionadas con los

principios básicos de física clásica, como es el caso de sistemas que cuentan con equipos que aplican el principio de transformación de la energía entre los que podemos citar:

Compresores. (Tipo centrífugo, reciprocantes, rotatorios, de tornillo).

Bombas. (Centrífuga, desplazamiento positivo, de diafragma

Motores de combustión interna.

Turbinas. (Balper, 2015)

2.18 Diseño para la instalación eléctrica.

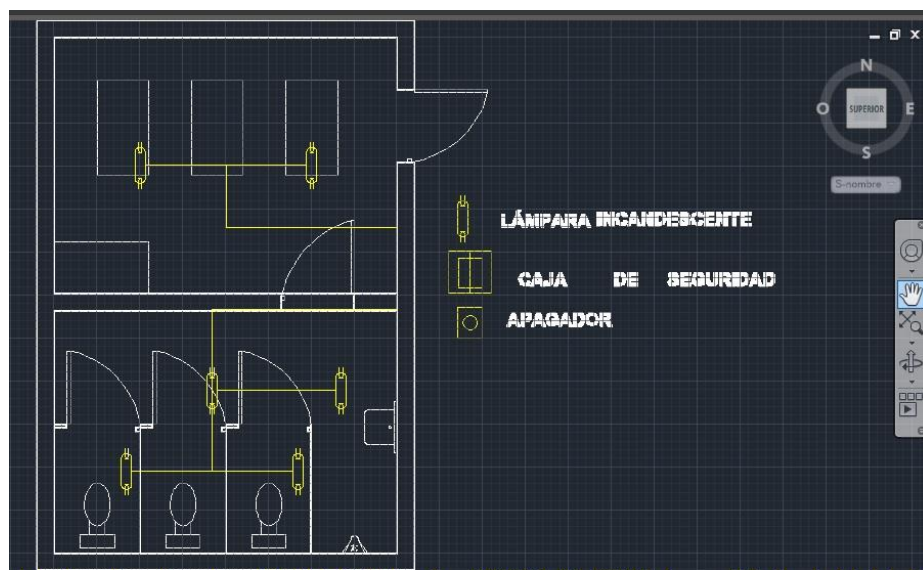


Figura 18. Diseño para la instalación eléctrica para cuarto de empleados. Fuente: elaboración propia.

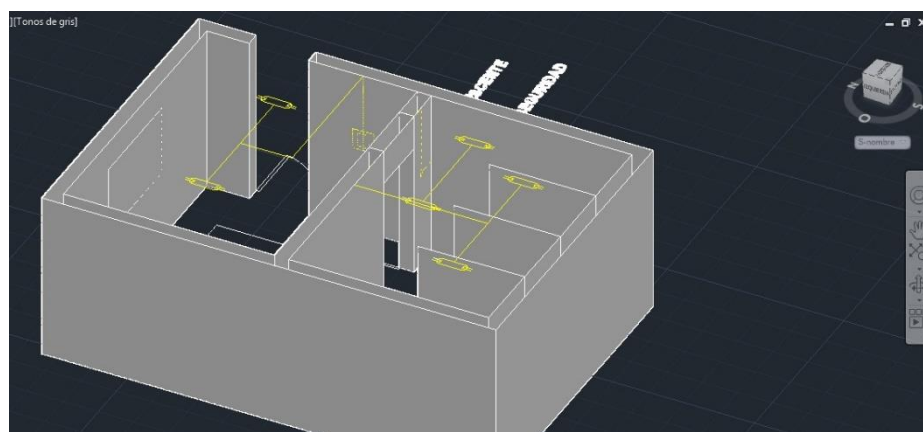


Figura 19. Diseño 3D para instalación eléctrica para cuarto de empleados. Fuente: elaboración propia.

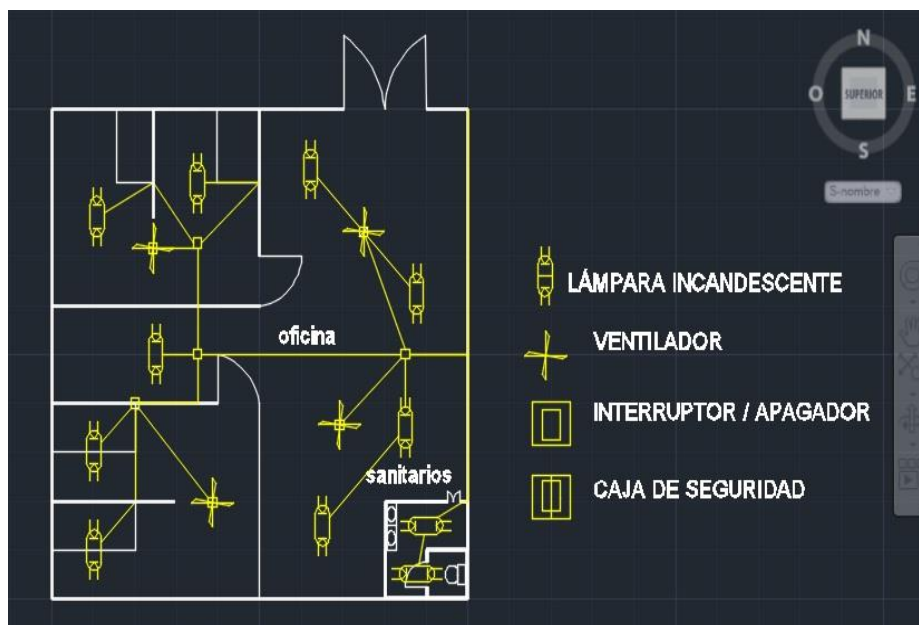


Figura 20. Diseño 3D para instalación eléctrica de oficinas. Fuente: elaboración propia.



Figura 21. Diseño 3D para instalación eléctrica de oficinas. Fuente: elaboración propia.

2.19 Manuales de operación.²

Manual de operaciones o de procedimientos es un instrumento administrativo que apoya el quehacer cotidiano de las diferentes áreas de una empresa. En los manuales de procedimientos son consignados, metódicamente tanto las acciones como las operaciones que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la empresa. Además, con los manuales puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades anteriormente programadas en orden lógico y en un tiempo definido. Los procedimientos, en cambio, son una sucesión cronológica y secuencial de un conjunto de labores concatenadas que constituyen la manera de efectuar un trabajo dentro de un ámbito predeterminado de aplicación.

Todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológico y financiero, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa. Definir el contenido:

- Introducción.
- Objetivos
- Áreas de aplicación.
- Responsables.
- Políticas.
- Descripción de las operaciones.
- Formatos.
- Diagramas de flujo.
- Terminología. (UNAM, 2015)

2.20 Manuales de mantenimiento.³

Un adecuado sistema de información para mantenimiento admite varios niveles de informatización y debe tener las siguientes características, clasificadas por módulos, para hacer de este un paquete fácil de operar:

- Establecimiento de un archivo de datos de los equipos, para obtener listados totales y parciales en función de diversos parámetros. Este módulo recopila

² En este apartado elaborar un manual de operación o de procedimientos requerirá más profundidad en el tema ya que este manual precisa de tener datos de tiempos de cada actividad así como la secuencia específica y los procedimientos reales que se realizaran en cada etapa del proceso.

³ En este apartado elaborar un manual de mantenimiento requerirá más profundidad en el tema tomado en cuenta que no se tiene un historial de datos de equipos así como sus repuestos y componentes por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionados con los puntos antes citados referente a los equipos y sus elementos principales.

información de cada equipo: descripción funcional y estructural, motores, tareas sistemáticas, componentes y repuestos.

- Lanzamiento y edición de órdenes de trabajo para trabajos programados y no programados. Este módulo debe permitirnos lanzar órdenes correctivas, actualizando automáticamente el historial. Comparara costes estimados y reales de los recursos utilizados.
- Proceso de datos de los trabajos realizados , que incluyan la creación del historial de los equipos y de la realimentación a la programación. Asimismo este módulo puede incluir la generación de informes periódicos.
- Mantenimiento sistemático, manejando una lista de actividades por equipos, talleres, áreas que se introducen en el sistema de forma de gamas tras un estudio similar al de mantenimiento correctivo y programado. El sistema debe:
- Permitir mantener un registro de actividades a realizar, con una descripción detallada de las tareas a ejecutar en cada actividad.
- Gestión de repuestos: creación de catálogo de o libro de intercambiabilidad de repuestos incluyendo su identificación, control de existencias con consulta directa, control de pedidos.
- Mano de obra: permite manejar un registro de los profesionales de la organización dedicados a actividades de mantenimiento y a cada uno de ellos asignarles una profesión y un nivel de intervención.
- Tratamiento específico de trabajos con análisis de tendencias, predicciones y reprogramación de las tomas de datos periódicas.
- Elaboración de informes especiales, como son: trabajos con parada, indicando la causa principal, análisis de fallos facilitando una estadística de averías. (Rey Sacristán, 2001)

2.21 Análisis de posibilidades de nuevos procesos tecnológicos.

Se pueden introducir posteriormente nuevos procesos tecnológicos que ayuden a la solución de algunos problemas ambientales a través del tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD), elaborando nuevos productos como bolardos y asientos derivados de los áridos reciclados y tomando en cuenta la capacidad que tiene la planta, sus equipos respectivos así como la inversión que requerirá el nuevo proceso tecnológico.

Paquete tecnológico (producción)

2.22 Especificaciones del proceso para producción.

Para el proceso de producción de bancas se tomó en cuenta la viabilidad de hacer esta pieza en tres sub ensambles con las especificaciones correspondientes para bancas para parques de bolsillos, a continuación se detallan las especificaciones para cada parte:

Soportes (2):

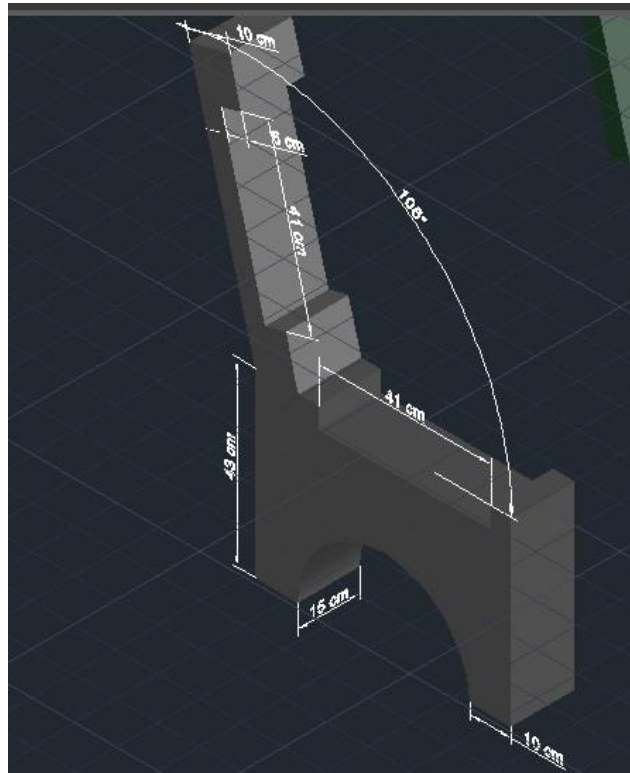


Figura 22. Diseño 3D de propuesta de soporte para la banca. Fuente: elaboración propia.

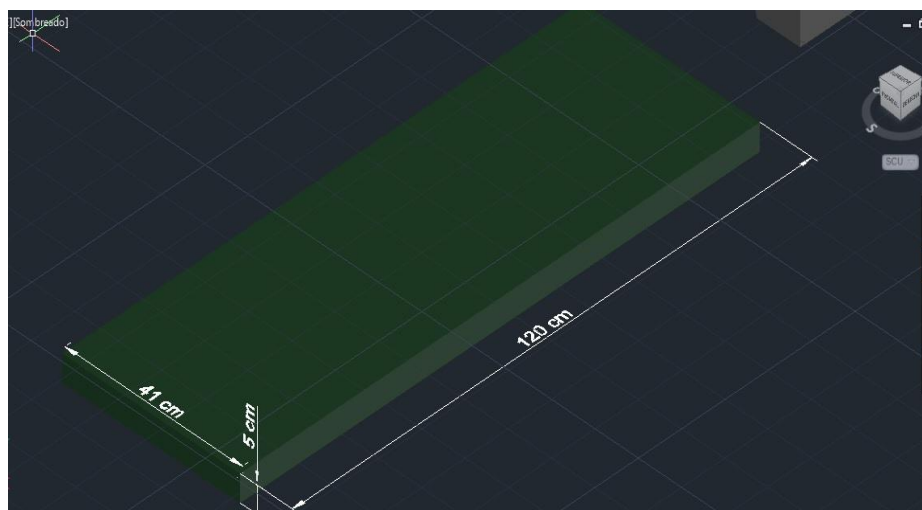


Figura 23. Diseño 3D de propuesta de respaldo para la banca. Fuente: elaboración propia.

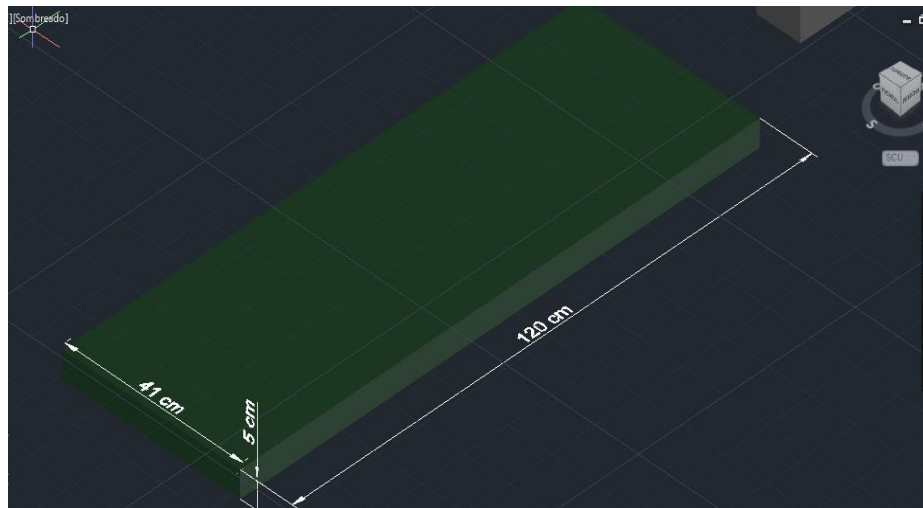


Figura 24. Diseño 3D de propuesta plano de asiento para la banca. Fuente: elaboración propia.

2.23 Especificaciones del proceso para el control de calidad.

Soportes (2)

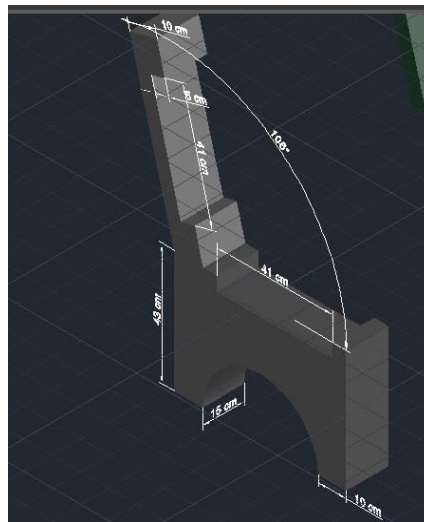


Figura 25. Diseño 3D de propuesta de soporte para la banca. Fuente: elaboración propia.

Tabla 29. Especificaciones propuestas para el control de calidad de soporte de banca.
Fuente: Elaboración propia

Altura del plano del asiento	40-43 cm
Profundidad del plano del asiento	39-41 cm
Altura de apoya brazos respecto al plano del asiento	18-26 cm
Altura del plano del respaldo	45-61 cm
Ángulo que forman el plano del asiento y el de respaldo	105°
Resistencia del concreto	300 psi

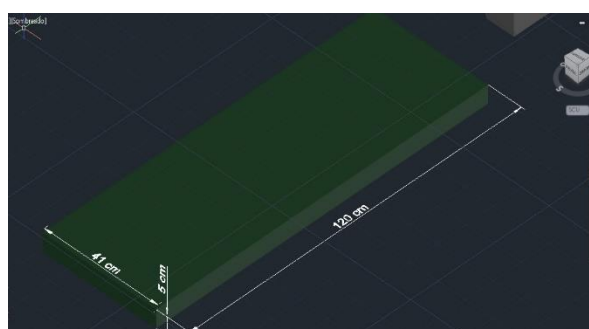


Figura 26. Diseño 3D de propuesta de respaldo para la banca. Fuente: elaboración propia.

Tabla 30. Especificaciones propuestas para el control de calidad del respaldo de banca.
Fuente: elaboración propia.

ancho	40 – 43 cm
largo	120 cm
grosor	5 cm

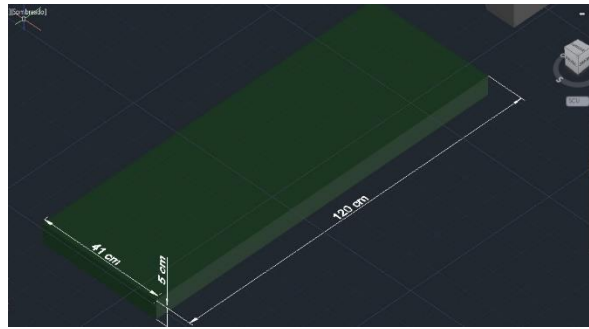


Figura 27. Diseño 3D de propuesta del plano de asiento para la banca. Fuente: elaboración propia.

Tabla 31. Especificaciones propuestas para el control de calidad del plano de asiento de banca. Fuente: elaboración propia.

ancho	40 – 43 cm
largo	120 cm
grosor	5 cm

2.24 Hojas de proceso con toda la información relevante para producción.

Es un sencillo documento donde se recoge las tareas o pasos que se han de realizar para completar un trabajo. La hoja de proceso de una pieza es una hoja informativa en la que se recogen todas las características necesarias para su fabricación, operaciones a realizar y su secuencia de trabajo, tratados de forma secuencial, y con un proceso lógico y estudiado de fabricación, máquinas que intervienen en su mecanizado, herramientas que se han de utilizar y sus características, así como los cálculos técnicos, etc. En toda hoja de proceso debe de figurar:

- El plano de la pieza.
- Número de fase
- Operaciones a realizar
- Máquinas a utilizar.
- Herramientas.
- Tiempo necesario.
- Material.
- Un cajetín con los datos. (Aldana, Sánchez, & Pérez, 2012)

2.25 Hojas de proceso con toda la información relevante para control de calidad.

Es relativamente parecido al apartado 2.24 solo que tomado aquellos aspectos que serán relevantes en el área de calidad durante y al finalizar el proceso de producción, como pueden ser:

- Los procesos de mecanizado o fabricación de piezas.
- Los procesos de montaje y desmontaje de elementos mecánicos.
- Los procesos de control de calidad para verificación y control de piezas y maquinaria. (Aldana, Sánchez, & Pérez, 2012)

2.26 Normas oficiales y estándares de protección contra la contaminación

Tabla 32. Normas oficiales de protección contra la contaminación. Fuente: SEMARNAT.

NOM-042-SEMARNAT-2003	Hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos evaporativos provenientes del escape de vehículos en planta a gasolina o gas.
NOM-054-ECOL-1993.	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.
NORMA Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.
NOM-062-ECOL-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios
NOM-061-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.

2.27 Normas oficiales y estándares de tratamiento de desechos.

Tabla 33. Normas oficiales sobre el tratamiento de desechos. Fuente: SEMARNAT.

NOM-098-SEMARNAT-2002	Protección ambiental-Incineración de residuos, especificaciones de operación y límites de emisión de contaminantes. 6. Recepción de residuos peligrosos. 6.2. C. Las medidas adecuadas para su almacenamiento y manejo conforme a las características de incompatibilidad que, en su caso, puedan presentar respecto a otros residuos peligrosos recibidos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligroso. 6.2 Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados: Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica. Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos). Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos). Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. 6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial Para que las Entidades Federativas soliciten la clasificación de manejo especial para uno o varios residuos, se deberá cumplir con el criterio establecido en el 6.1 ó 6.2, pero invariablemente deberá cumplirse con el criterio establecido en el 6.3. 6.1 Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos

	de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, 6.2 Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento. 6.3 Que sea un residuo, incluido en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos de una o más Entidades Federativas, o en un Estudio Técnico-Económico.
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. 6.1 Restricciones para la ubicación del sitio. Además de cumplir con las disposiciones legales aplicadas, las condiciones mínimas que debe cumplir cualquier sitio de disposición final (tipo A, B, C o D) son las siguientes: 6.1.1 Cuando un sitio de disposición final se pretende ubicar a una distancia menor a 13 kilómetros del centro de la (s) (pista) (s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinara mediante un estudio de riesgo aviario. 6.1.2 No se deben ubicar sitios dentro de areas naturales protegidas, a excepcion de los sitios que esten contemplados en el Plan de manejo de estas. 6.1.3 En las localidades mayores de 2500 habitantes, el limite del sitio de disposicion final debe estar a una distancia minima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del limite de traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.

2.28 Análisis de producción.

El análisis de la producción se encarga de realizar un estudio donde, a través de herramientas y técnicas, se analizan las características productivas de la empresa, así como el personal que trabaja, la maquinaria y materias primas que utiliza y los métodos de trabajo que, entre otros factores, pudieran estar afectando la productividad de la entidad y por tanto que la misma obtenga menos beneficios. (CONFINEM)

2.29 Balance de materiales, cálculo diario, rendimientos, control de costos.

Capacidad de diseño determinada en tres etapas.

Primera etapa 34% de producción.

El horario de producción en la Planta será el siguiente:

- Domingos: de 8:00 h a 13:00 h.
- Lunes a viernes: de 8:00 h a 18:00 h.

La metodología de trabajo serán turnos fijos con una hora de descanso, respetando los días festivos, horas extras, vacaciones y salario conforme a la Ley Federal del Trabajo en México.

El cálculo diario así como los rendimientos y el control de costos es recomendable realizarlos ya que se tenga un historial de producción, demanda y venta de los productos terminados.

2.31 Análisis de seguridad industrial.

Metodología para el análisis de seguridad industrial

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés) define JSA como “...el estudio y documentación minuciosa de cada paso de un trabajo, identificando peligros existentes o potenciales (ambos de seguridad y salud) del trabajo y la determinación de la mejor manera de realizar el trabajo para reducir o eliminar estos peligros.”

1. Seleccionar el trabajo que se va a analizar.
Un programa eficaz de JSA escoge y prioriza los trabajos para analizar. Categorice cada trabajo según el mayor número de posibles peligros. Se analizan primero los trabajos más peligrosos. Los siguientes factores necesitan considerarse al categorizar los trabajos.
2. Dividir el trabajo en pasos básicos.
Una vez seleccionado un trabajo, se inicia un JSA. Cada paso del trabajo siendo considerado se anota en la primera columna de la hoja de trabajo del JSA. Los pasos se anotan por orden de acontecimiento junto con una descripción breve. El análisis no debe ser tan detallado que resulte en un número grande de pasos, ni tan generalizado que se omiten pasos básicos. Si hay más de quince pasos, el trabajo debe dividirse en más de un JSA.
3. Identificar los peligros dentro de cada paso.
Cada paso se analiza para peligros existentes y potenciales. Después, el peligro se anota en la segunda columna de la hoja de trabajo que corresponde a su paso del trabajo. Al identificar peligros, todas las posibilidades lógicas deben considerarse. La pregunta principal que hay que hacer al evaluar cada paso es, “¿Podría este paso provocar un accidente o lesión?”.
4. Controlar cada peligro.

En este paso se identifican las medidas de control para cada peligro y se anotan en la próxima columna. La medida de control recomienda un procedimiento laboral para eliminar o reducir accidentes o peligros potenciales.

5. Revisar el Análisis de Seguridad en el Trabajo.

El JSA es eficaz solamente si se reexamina periódicamente o después de que ocurra un accidente. Al reexaminar el JSA se pueden encontrar peligros que se pasaron durante análisis previo. El JSA debe reexaminarse inmediatamente después de un accidente para determinar si se necesitan nuevos procedimientos laborales o medidas protectoras. (Texas, 2006)

2.32 Manual de mantenimiento.⁴

Un adecuado sistema de información para mantenimiento admite varios niveles de informatización y debe tener las siguientes características, clasificadas por módulos, para hacer de este un paquete fácil de operar:

- Establecimiento de un archivo de datos de los equipos, para obtener listados totales y parciales en función de diversos parámetros. Este módulo recopila información de cada equipo: descripción funcional y estructural, motores, tareas sistemáticas, componentes y repuestos.
- Lanzamiento y edición de órdenes de trabajo para trabajos programados y no programados. Este módulo debe permitirnos lanzar órdenes correctivas, actualizando automáticamente el historial. Comparara costes estimados y reales de los recursos utilizados.
- Proceso de datos de los trabajos realizados , que incluyan la creacion del historial de los equipos y de la realimentacion a la programacion. Asimismo este modulo puede incluir la generacion de informes periodicos.
- Mantenimiento sistematico, manejando una lista de actividades por equipos, talleres, areas que se introducen en el sitema de forma de gamas tras un estudio similar al de matenimiento correctivo y programado. El sistema debe:
- Permitir mantener un registro de actividades a realizar, con una descripcion detallada de las tareas a ejecutar en cada actividad.
- Gestion de repuestos: creacion de catalogo de o libro de intercambiabilidad de repuestos incluyendo su identificacion, control de existencias con consulta directa, control de pedidos.
- Mano de obra: permite manejar un registro de los profesionales de la organización dedicados a actividades de mantenimiento y acada uno de ellos asignarles una profesión y un nivel de intervención.

⁴ En este apartado elaborar un manual de mantenimiento requerirá más profundidad en el tema tomado en cuenta que no se tiene un historial de datos de equipos así como sus repuestos y componentes por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionados con los puntos antes citados referente a los equipos y sus elementos principales.

- Tratamiento específico de trabajos con análisis de tendencias, predicciones y reprogramación de las tomas de datos periódicas.
- Elaboración de informes especiales, como son: trabajos con parada, indicando la causa principal, análisis de fallos facilitando una estadística de averías. (Rey Sacristán, 2001)

2.33 Estudio relativo a los inventarios de producto terminado.

Productos terminados: Son productos listos para su venta a los clientes, También se utilizan para ajustar la producción a la demanda, predecible e impredecible del mercado. Por ejemplo un fabricante de juguetes puede completar una provisión a lo largo del año para atender las ventas predeciblemente mayores de la temporada de diciembre. (Muller, 2005)

INVENTARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS: Aquí se registran aquellos bienes cuya elaboración ha concluido, y han sido aprobados por los controles de calidad. Es decir que esta clase de inventarios están constituidos por todos los artículos manufacturados, aptos para la comercialización. (Clasificaciones, 2016)

El tratamiento en materia de impuestos suele ser la principal preocupación de una organización en relación con el avalúo de inventarios. Existen cinco métodos comunes para este avalúo:

- Primero en entrar, primeros en salir (FIFO, por las siglas en inglés, First-in, First-out)
Primeras mercancías adquiridas, primeras que se venden, independientemente del momento real de su utilización o venta.
- Últimos en entrar, primeros en salir (LIFO, por las siglas en inglés, Last-in, First-out)
Este método de avalúo de inventarios presume que las mercancías compradas o adquiridas más recientemente son las primeras que se utilizan o se venden.
- Método del costo promedio
Identifica el valor del inventario y el costo de las mercancías vendidas mediante el cálculo del costo unitario promedio de todas las mercancías disponibles durante un periodo de tiempo dado.
- Método de costo específico (también método de costo real)
Este método presume que la organización puede rastrear el costo real de un artículo que entra, se encuentra o sale de sus instalaciones.
- Método de costo estándar
Este método suelen utilizarlo las empresas manufactureras para proporcionar a todos sus departamentos un valor uniforme de cada artículo durante todo un año dado. (Muller, 2005)

Para este caso el método de avalúo de inventario más recomendable es el método de costo estándar ya que proporciona un valor informe del artículo durante un año a través de un cálculo aproximado basado en los costos y gastos conocidos y da la flexibilidad de hacer modificaciones en ese valor si se presentan cambios en un futuro. Es más una herramienta de trabajo y no un enfoque formal de contabilidad.

2.34 Análisis de la capacidad instalada en las operaciones clave de transformación, armado y acabado.

Capacidad instalada: Se refieren a la disponibilidad de infraestructura necesaria para producir determinados bienes o servicios. Su magnitud es una función directa de la cantidad de producción que puede suministrarse. El uso de la capacidad instalada depende de las cantidades producidas, es decir, de la ocupación de la infraestructura para generar los bienes o servicios para los cuales fue diseñada. En consecuencia es posible determinar varios tipos de relaciones o índices derivados del concepto de capacidad instalada, tales como:

Capacidad instalada de producción o servicio: número de unidades máximas a producir o atender.

Porcentaje de capacidad instalada utilizada: $(\text{unidades procesadas} / \text{capacidad instalada de producción o servicio}) \times 100$

Eficiencia real de la capacidad instalada: Valor de la capacidad instalada / unidades realmente producidas o servidas, se expresa en unidades monetarias por unidad de producción o atención, es decir, se trata del costo unitario real.

En general la capacidad instalada se diseña para un uso parcial y no total. (Mejía Cañas, 2013)

2.35 Manuales de servicios de planta.⁵

Este apartado corresponde a los servicios que se le darán a la empresa tales como: mantenimiento de áreas verdes, mantenimiento de edificios e instalaciones.

2.36 Formación de centros de documentación técnica.

Centro de documentación técnica: El centro de documentación (o información) es el elemento intermedio necesario para reunir toda la información disponible, en el tema de su interés, organizarla, tratarla y suministrarla a sus usuarios en forma directamente utilizable. En el centro de documentación se realizan todas las tareas de la cadena documental: seleccionar, recoger, analizar, almacenar, recuperar y difundir la información. Un centro de documentación debe hacer frente básicamente a tres tipos de tareas:

⁵ En este apartado elaborar un manual de servicios de planta requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionados con los puntos antes citados.

- Recibir y almacenar fuentes de información, y analizarlas.
- Difundir esta información entre sus usuarios, previamente transformada.
- Suministrar los documentos concretos que el usuario pida.

Los centros de documentación están constituidos por personas que procesan la información de los documentos de un campo temático, en el que este especializado, con el fin de proveer información abreviada a una comunidad de usuarios especializados. (Pérez Alvarez, 1988)

2.37 Diseño y puesta en práctica de sistemas de cómputo - procesamiento de datos.

Diseño del sistema: El diseño de un sistema de información produce los elementos que establecen cómo el sistema cumplirá los requerimientos identificados durante el análisis del sistema. A esta etapa se le conoce también con el nombre de Diseño Lógico. El primer paso en el diseño de sistemas es identificar los informes y las salidas que el sistema producirá; a continuación los datos específicos de cada uno de éstos se señalan, incluyendo su localización exacta sobre el papel, la pantalla de despliegue o cualquier otro medio. El diseño también describe los datos calculados o almacenados que se introducirán. Los datos y los procedimientos de cálculo se describen con detalle. Se seleccionan las estructuras de los archivos y los dispositivos de almacenamiento, como son discos o cintas magnéticas o papel. Los procedimientos deben de mostrar cómo se van a procesar los datos y cuáles van a ser las salidas. Los documentos que contienen las especificaciones del diseño se pueden representar por medio de los diagramas, tablas y símbolos especiales. El último paso del diseño detallado es pasar la información al grupo de programación que se inicie el desarrollo del software. (oocities, 2009)

2.38 Análisis de las situaciones de patentes y restricciones de tipo legal de producción, ventas y usos.

En general, una patente es una prerrogativa que concede a su titular el derecho exclusivo a controlar quién fabrica, usa, vende, ofrece en venta o importa el producto o tecnología que reivindica. El pliego reivindicatorio de una patente, también llamado “reivindicaciones”, “capítulo reivindicatorio” o “claims” en inglés, es un conjunto de oraciones, usualmente ubicadas al final de la solicitud y que delimitan el alcance de la invención. Con el fin de obtener una patente, en el pliego reivindicatorio se debe describir una invención que sea novedosa, útil y que no resulte evidente a la luz del “estado de la técnica”. El “estado de la técnica” es un término que se refiere a todo lo que es de conocimiento público y a las invenciones existentes antes de la presentación de la solicitud de patente. Las leyes de patentes protegen los dispositivos mecánicos y los productos manufacturados. Estas son las invenciones tradicionales que protege la normativa de propiedad industrial. En consecuencia, el estado de la técnica en estos campos, que es de conocimiento público, retrocede hasta los comienzos de la técnica aplicada a esos campos. Por esta razón un solicitante de patente que desee proteger hoy una invención relacionada con patines especiales para hockey, no debería sorprenderse si el examinador cita una patente de 1860 para demostrar que la solicitud actual tiene

antecedentes en el estado de la técnica, es decir, que existen en éste elementos relevantes respecto de las reivindicaciones de la solicitud. (Ewing, 2012)

Las patentes pueden proteger procesos y métodos. Muchos procesos y métodos también están relacionados con un dispositivo físico. No se obliga al solicitante a buscar protección usando un único tipo de reivindicaciones. En consecuencia, en una solicitud habrá generalmente tanto reivindicaciones referidas a aparatos como las referidas a métodos. Por ejemplo, un inventor puede patentar un nuevo aparato para filtrar y purificar extractos vegetales, así como el método de filtración. Si bien los procesos o métodos son patentables en todos los campos de la tecnología, es común encontrar en muchos países, incluso en países latinoamericanos, limitaciones de patentabilidad cuando éstos se refieren a métodos terapéuticos, quirúrgicos o de diagnóstico.⁶ Esta limitación se ve reflejada bien como una exclusión del concepto de invención⁷ o un impedimento de patentabilidad.⁸

Existen algunas patentes similares al producto propuesto, en algunos casos con la excepción de no contener el componente principal que es residuos de construcción y demolición pero si con el enfoque hacia un ambiente urbano. Se describen a continuación algunas patentes similares obtenidas de World Intellectual Property Organization (WIPO):

Mueble urbano de asiento

La invención, tal como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a un mueble urbano de asiento que aporta, a la función a que se destina, ventajas y características de novedad que se describirán en detalle más adelante.

El objeto de la presente invención recae, en un asiento destinado específicamente para su implementación como mueble urbano de uso público, el cual presenta la particularidad de estar estructurado como un elemento de carácter plegable, diseñado para fijarse en superficies verticales ya existentes, por ejemplo farolas, fachadas, muros, u otras, para su uso puntual por parte de usuarios que necesiten sentarse en un momento dado, especialmente personas sensibles, como gente mayor, lesionados, embarazadas..., con la ventaja de que, al ser plegable, se puede instalar en muchos más espacios que un asiento convencional, ya que, cuando no se usa, no supone un elemento voluminoso ocupando un espacio que pueda molestar para el paso de viandantes o vehículos.

⁶ Véase el Acuerdo sobre los ADPIC, artículo 27.3.a)

⁷ Este es el caso de países como Honduras (véase el Decreto 12-99 de 1999, artículo 5 (9)) y México (véase la Ley de propiedad industrial, artículo 19 (vii)).

⁸ Este es el caso de la Comunidad Andina (véase la Decisión 486 de 2000, artículo 20 (d) y de países centroamericanos como Costa Rica (véase la Ley 6867 de 1983, artículo 1 (4) (b), modif. Ley 8632 de 2008), Guatemala (véase el Decreto 57 de 2000, artículo 92 (a)), Nicaragua, (ver Ley 354 de 2000, artículo 7 (b)) y El Salvador (véase el Decreto 604 de 1993, artículo 107 (c), modif. Decreto 912 de 2005), entre otros.

Mortero de revestimiento a partir de residuos de construcción y demolición.

La presente invención se refiere a un mortero de revestimiento a partir de áridos reciclados, para muros interiores y exteriores de edificaciones que se compone de: residuos cerámicos triturados, residuos de morteros triturados, cemento Portland, sulfato de calcio hemihidrato, polímero en polvo de éter de celulosa, polímero en polvo re-dispersable. Alternativamente el mortero de revestimiento también puede contener: arena de cuarzo, suspensión acuosa de isotiazolinonas y glicol / formaldehído, monoetilenglicol, dispersión acuosa de copolímero acrílico aniónico, hidroxietil celulosa (HEC), dispersión acuosa acrílica estrenado, aceite mineral hidrotratado, agua. El objetivo de la invención es proporcionar una opción de aprovechamiento para los residuos de construcción y demolición, y la sustitución de los áridos naturales por áridos reciclados para la fabricación de morteros de revestimiento, como una opción tecnológica que permita disminuir los impactos ambientales derivados tanto de la extracción de áridos naturales como de la generación, transporte y disposición de los residuos de construcción y demolición.

Block prensado de concreto elaborado con residuos de construcción y demolición.

The invention refers to the generation of a novel construction material, pressed concrete block with recycled material, which is made with a mixture of natural aggregates and recycled aggregates; said recycled materials are obtained by the processing of construction and demolition debris. The purpose of the invention is to provide the construction industry with a material resulting from the recycling of the debris thereof, which complies with the exigencies established by the corresponding Mexican Standard, being an important strategy for reaching the sustainability of this sector, also including ecological benefits.

2.39 Manuales de organización y sistemas de ingeniería.⁹

Aspectos básicos en la elaboración de manuales de organización:

- Identificación o Portada.
- Contenido (Índice).
- Directorio.
- Introducción.
- Antecedentes Históricos.
- Objetivo del Manual.
- Facultades y Obligaciones.
- Base Legal o Marco Normativo.
- Organigrama.
- Objetivo General de la Dependencia.

⁹ En este apartado elaborar un manual de organización y sistemas de ingeniería requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionados con los puntos antes citados.

Funciones Genéricas de la Dependencia.

Definición de objetivo, Funciones Genéricas y Funciones Específicas de cada Área funcional.

Descripción de los puestos que pertenecen a esta Dependencia.

Glosario de Términos. (Administración)

2.40 Manuales de seguridad.¹⁰

Cada año, en el mundo, millones de trabajadores sufren accidentes de trabajo que les producen lesiones de diversa gravedad. En cada uno de estos accidentes hay dolor físico y psíquico, pérdida de la capacidad de trabajo, preocupación y sufrimiento en la familia del accidentado, y costes económicos para la empresa y la sociedad en general. Las personas trabajan para ganar su sustento creando riqueza para los demás y los accidentes de trabajo malogran estos dos propósitos porque incapacitan al trabajador para su trabajo, bien sea temporal o definitivamente, y dañan a los bienes humanos y materiales de la sociedad. Por todo ello es necesario evitar los accidentes de trabajo, tarea ésta en la que tienen que participar todos: los trabajadores, los técnicos y directivos de las empresas, las autoridades del gobierno, etc. Razones éticas, económicas y legales sustentan el creciente interés por evitarlos o reducirlos. De acuerdo con una investigación realizada por (Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñol, & Fernández Quintana, 2000) un manual de seguridad debe contener los siguientes aspectos:

Prevención de accidentes: Concepto y valoración, fases del accidente, análisis de peligros, técnicas de seguridad, notificación y registro de accidentes, organización de la seguridad de la empresa.

Protección frente al riesgo: Equipos de protección individual, equipos de protección colectiva.

Señalización.

Valorización de los riesgos en la industria: Riesgos generales del trabajo con máquinas y medidas de seguridad, riesgos asociados a distintos equipos de trabajo (máquinas y herramientas) y normas de seguridad.

Norma de seguridad ante incendios: Generalidades, métodos de extinción de incendios, medidas básicas de prevención de incendios.

DISPOSICIONES LEGALES DE ÁMBITO COMUNITARIO Y NACIONAL

¹⁰ En este apartado elaborar un manual de seguridad en etapa requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

2.41 Manuales de administración de la producción.¹¹

- Organización de fábricas.
- Planteamiento y control de la producción.
- Sistemas para el control de la producción.
- Compras.
- Control y estandarización de los materiales.
- Almacenamiento.
- Estudios de los tiempos y análisis de las operaciones.
- Estudio de movimientos.
- Simplificación del trabajo.
- Inspección.
- Control de la calidad.
- Disposición de las fábricas.
- Maquinaria.
- Herramientas, plantillas y dispositivos.
- Manipulación de materiales.
- Presupuestos de trabajo.
- Valuación de las tareas.
- Calificación por el mérito.
- Sistemas de salarios.
- Conservación de las fábricas.
- Clasificación y símbolos.
- Principios de dirección.
- Medidas de resultados o ejecuciones.
- Costos de fabricación.
- Presupuestos de fábrica.
- Personal de fábrica.

Los puntos anteriores han sido detallados según (P. Alford, R. Bangs, & E. Hagemann, 2000)

¹¹ En este apartado elaborar un manual de administración de la producción en esta etapa requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

2.42 Manuales de aseguramiento de calidad.¹²

En el sentido amplio el aseguramiento de la calidad quiere decir cualquier acción que se toma con el fin de dar a los consumidores productos (bienes y servicios) de calidad adecuada. (López, 2001)

2.43 Manuales de administración de inventarios, productos terminados, semi terminados y materias primas.¹³

Gestión o administración de inventarios: Se define como la serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos. Un sistema de inventario provee las políticas operativas para mantener y controlar los bienes que se van almacenar. (Profesionales, 2014)

Para los productos terminados y semiterminados se requiere tener físicamente el producto para tomar en cuenta su ubicación y almacenamiento.

2.44 Manuales de administración de manejo de materiales.¹⁴

Los siguientes aspectos han de tomarse en cuenta para tener un manejo adecuado en la administración de materiales en una planta u organización que lo requiera, estos aspectos son según (GENSOL, 2016)

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES. Introducción, antecedentes y conceptos básicos, tipo de materiales, el transporte de los materiales, beneficios del manejo de materiales y factores críticos de éxito.

II. PRINCIPIOS PARA EL MANEJO DE MATERIALES. Principios básicos, distancia y movimiento, el uso de espacios y el empleo de patrones simples, versatilidad y transporte de cargas, identificación, movimientos en ambos sentidos, el empleo de la gravedad y la eliminación de manejos manuales.

III. ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE MATERIALES. Técnicas y herramientas para la administración y el control de materiales, consideraciones para su manejo

¹² En este apartado elaborar un manual de aseguramiento de calidad en esta etapa requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados.

¹³ En este apartado elaborar un manual de administración de inventarios, productos terminados, semi-terminados y materias primas requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

¹⁴ En este apartado elaborar un manual de administración de manejo de materiales en esta etapa requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

(Movimiento, lugar, tipo, estado, tiempo, espacio, uso y cantidad), planeación y control de la producción, pronósticos, equipo y sistemas para el manejo de materiales.

IV. PROBLEMÁTICA Y ÁREAS DE OPORTUNIDAD EN EL MANEJO DE MATERIALES. Desperdicios, tiempo máquina, sobrestadías, demoras y esperas, balanceo de líneas, negligencia y procesos ineficientes, tecnología y sistemas de información, ergonomía, costos y seguridad industrial.

V. DISPOSITIVOS PARA EL MANEJO DE MATERIALES. Transportadores, grúas, carros, montacargas, bandas, rampas, dispositivos neumáticos, hidráulicos y electro-mecánicos, robótica, vehículos, dispositivos especiales para flujo de líquidos, gases y polvos y factores para la selección de dispositivos de manejo de materiales.

VI. REDES DE FLUJO DE MATERIALES. Modelos y sistemas para el transporte de materiales, redes de flujo de materiales, localización y distribución de planta.

VII. ALMACENAMIENTO, DISPOSICIÓN Y CONSERVACIÓN DE MATERIALES. Transportadores, grúas, carros, montacargas, bandas, rampas, dispositivos neumáticos, hidráulicos y electro-mecánicos, robótica, vehículos, dispositivos especiales para flujo de líquidos, gases y polvos y factores para la selección de dispositivos de manejo de materiales.

VIII. HERRAMIENTAS DE SOPORTE. Metodología 5S, mantenimiento productivo total (MPT), mejora continua (Kaizen) y principios de higiene y seguridad industrial.

IX. CONCLUSIONES Y SIGUIENTES PASOS. Conclusiones y siguientes pasos.

2.45 Diseño de sistemas logísticos en suministro.¹⁵

El diseño de un efectivo sistema logístico en suministro tiene que tener y cubrir las siguientes consideraciones:

- Servicio al cliente.
- Transporte.
- Gestión de Inventarios.
- Procesamiento de pedidos.

Donde la implantación del sistema en las empresas garantice entre otros aspectos:

- Evitar la escasez de los productos.
- Reducir al mínimo el costo del transporte.

¹⁵ En este apartado un diseño de sistemas logísticos en suministro requerirá más análisis en cuanto a ubicación de planta, demanda, proveedores internos y externos por lo que es recomendable que el diseño se realice durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

- Obtener un bien en un tiempo mínimo o almacenaje mínimo de bienes (en tiempo y cantidad).
 - Reducción al mínimo las existencias de producciones.
- (Auxiliadora, 2003)

2.46 Diseño de sistemas logísticos de manejo de materiales.¹⁶

Estos diseños de sistemas logísticos de manejo de materiales se realizan mediante la ubicación y distribución de la planta por lo tanto es recomendable realizarse cuando se tenga la distribución real de la planta para tener las áreas correspondientes definidas.

2.47 Diseño de sistemas logísticos de distribución.¹⁷

Estos diseños de sistemas logísticos de distribución se realizan mediante la ubicación de rutas internas y externas de la planta, refiriéndose a rutas externas a los proveedores de materias primas y a los compradores o centros de ventas del producto por lo tanto es recomendable realizarse cuando se tenga la distribución real de la planta para tener las áreas correspondientes definidas.

Conclusiones

A través de un análisis de viabilidad mediante la recopilación de información suficiente de cada uno de los principales elementos que pueden influir en el proyecto y en su implementación, se puede notar la probabilidad real de llevar a cabo una empresa de base tecnológica (EBT) que elabore productos con residuos de construcción y demolición (RCD). A continuación se desarrollan los principales elementos de este análisis:

Limitaciones: Estas limitaciones corresponden a los factores económico y social en México o en la región donde se desea llevar a cabo la implementación:

- Factor económico: Enfocado a las aportaciones de actores principales privados o gubernamentales interesados en el proyecto que garanticen la permanencia financiera de la empresa así como su inicio, desarrollo y consolidación.
- Factor social: Baja cultura ambiental en la sociedad, así como pocas acciones enfocadas a nutrir esta cultura a través de programas y normas que implementadas en el país.

¹⁶ En este apartado realizar el diseño de sistemas logísticos de manejo de materiales requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el diseño se realice durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

¹⁷ En este apartado elaborar un manual de seguridad en etapa requerirá más profundidad en el tema por lo que es recomendable que el manual sea elaborado durante la implementación de la planta para tener aspectos más detallados y relacionado con los puntos anteriormente detallados.

Analizar el modo actual de funcionamiento de la organización: La organización está en fase de propuesta aun así se puede definir su funcionamiento basado en la definición de mano de obra directa e indirecta lo que garantiza su funcionamiento con un grupo sencillo de personal administrativo y de proceso suficiente para completar el proceso completo de la empresa adecuadamente.

Restricciones: La restricción hasta este momento definida que puede influir en la implementación de la empresa es el factor económico ya que se necesitan actores principales ya sean privados o gubernamentales interesados en el proyecto en cual dependerá de las aportaciones financieras para su inicio, desarrollo y consolidación.

Supuestos: Aunque no haya sido probado se tiene por este concepto el apoyo gubernamental o del sector privado ya que se favorece con esta empresa a un reforzamiento en la cultura ambiental en México, así mismo se fortalece la búsqueda de nuevas alternativas y programas que sean aplicables en cada región de este país ayudando a la difusión de nuevos productos mediante el reciclaje de RCD.

Detectar oportunidades: Se mencionan las siguientes oportunidades que favorecen la implementación de la empresa de base tecnológica y de los productos a base de RCD.

- Materia prima disponible: Residuos de construcción y demolición generados en cantidades considerables en México que garantizan un suministro constante para la empresa favoreciendo a la continuidad en su proceso.
- Posibilidad de creación de centros de transferencia o de recepción de RCD de manera estratégica a través de la implementación de programas logísticos que permitan la ubicación adecuada de la empresa y de los centros proporcionando un bajo coste en los traslados.
- Consolidación y creación a futuro de más de una empresa de este tipo favoreciendo a la mayor cobertura posible dentro del territorio mexicano.
- Innovación de nuevos productos a base de RCD favorables para el cuidado del medio ambiente.
- Reducción a mediano y largo plazo de RCD en lugares no adecuados, reducción de tiraderos clandestinos y mejoramiento de la imagen urbana.
- Creación, desarrollo e implementación de programas aplicables a la sociedad que favorezcan la reducción de RCD e incentiven el traslado de los mismos a centros de transferencia o centros de recepción.
- Influencia en el factor normativo de México para la creación o modificación de normas que favorezcan al reciclaje y reutilización de estos residuos en especial.
- Facilidad de llevar a cabo el proceso con los elementos necesarios ya que consta de un proceso sencillo en las operaciones

Definir los requisitos que configuran el proyecto: Consta de los elementos indispensables que conforman la totalidad del proyecto:

- Definición del producto. (diseño, manufactura y producción)
- Lugar de ubicación.
- Maquinaria requerida para el procesamiento de RCD.
- Creación de centros de recepción de RCD así como programas logísticos de traslado.
- Mano de obra directa e indirecta.

Evaluar las distintas alternativas: Existe una alternativa la cual consta de implementar esta empresa mediante tres fases, la fase I con un porcentaje de 33% de producción al inicio y posteriormente al cabo de 6 meses que el proceso esté completamente definido en operación, añadir la fase II con una producción total hasta esta fase de 66% y así completar la fase III con un año y 6 meses en operación de producción del 100% posible.

Llegar a un acuerdo sobre la línea de acción:

Cuidado ambiental: Creación e implementación de estrategias de orientación y organización con actividades relacionadas hacia el cuidado del medio ambiente a través del diseño y elaboración de más productos a base de RCD de manera ordenada, coherente y sistemática. Así como el enfoque a través de programas hacia la relación con la sociedad y gobierno para aportar conocimientos que favorezcan a la cultura ambiental en el país.

Mejora continua: Aplicación de mejora continua en el proceso, adquisición de tecnología, nuevos métodos de operación y en la generación de propuestas de nuevos productos.

Normativa ambiental en México aplicable al proyecto:

- Norma Oficial Mexicana NOM-042-SEMARNAT-2003: Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-076-SEMARNAT-1995, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
- ACUERDO (2014) por el que se modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de

los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

- 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.
 - Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente: La presente ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:
 - I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;
Fracción reformada DOF 05-11-2013
 - II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
 - III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
 - IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;
 - V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;
 - VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.
- Ley federal
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos (2015): - La presente Ley es 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.

Una empresa sustentable, es aquella que toma en cuenta múltiples aspectos que van desde la satisfacción y bienestar de sus empleados, la calidad de sus productos, el origen de sus insumos, hasta el impacto ambiental de sus actividades, sin dejar de lado el efecto que causan sus productos y desechos, es decir, el impacto social, político y económico que produce su actividad y su compromiso con el desarrollo social y económico de un país. (Reyes Ramos, 2013) . Tomando como referencia este concepto podemos definir a esta empresa, como empresa sustentable ya que en su propuesta contiene las características descritas en el concepto citado, con un enfoque de impacto ambiental, social, político y económico a través del diseño y elaboración de nuevos productos a base de RCD con impacto ambiental en el país.

Aportaciones

Las aportaciones realizadas a los objetivos propuestos son las siguientes:

Dar a conocer en perspectiva amplia la situación actual de México en materia de gestión y tratamiento de residuos de construcción y demolición, así como información comparativa respecto a otros países en materia de normatividad y gestión ambiental. Así mismo se propuso el modelo de diseño general de una planta de tratamiento tomando en cuenta parámetros de plantas ya establecidas en otros países y con ellos establecer una pauta en la secuencia de la metodología, operaciones, máquinas y elementos requeridos para su funcionamiento, esto con el fin de fortalecer la propuesta de generar un nuevo producto que sea el resultado de la metodología de gestión y tratamiento de dichos residuos. Por último se ha aportado información que fortalece el concepto de la Empresa de Base Tecnológica esto con el fin de dejar el concepto claro de los requerimientos y conocimientos necesarios sobre la tecnología, procesos y procedimientos que se deben llevar a cabo durante la implementación de lo hasta aquí investigado.

Bibliografía

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ASPECTOS TECNICOS ENTRE LA LEGISLACION DE RCD EN ESPAÑA Y AMERICA LATINA . (2009). *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residos*, (pág. 11). Barranquilla.

Academia. (s.f.). Obtenido de www.academia.edu

Administración, S. d. (s.f.). Metodología de elaboración de manuales de organización. *Organización y Métodos*, 13.

Alavedra, R., Dominguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1998). *La construcción sostenible. El estado de la cuestión*.

Aldana, J. (2012). Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis. *Revista de la construcción*.

Aldana, J. A., Sánchez, J. M., & Pérez, E. (2012). *Protecto Ágora Nuevas tecnologías en ciclos formativos*. España.

Ambiente, A. M.-S. (2009). *Guía Ambiental para el manejo de Escombros en la Ciudad de Bogotá*. Bogotá.

Auxiliadora, C. C. (2003). *Administración de la Cadena de Suministro*.

Balper, G. (2015). *Grupo Balper*. Obtenido de Grupo Balper: <http://www.balperin.com.mx>

BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO núm. 38, . (13 DE FEBRERO DE 2008). En *BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO núm. 38*, (págs. 7724-7730).

Cabeza Nieto, D. (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Valencia, Barcelona: Marge Books.

Castells, X. E., & Bordas Alsina, S. (2011). *Energía, agua, medioambiente territorialidad y sostenibilidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

CETIM. (2014). Reciclaje de residuos de construcción: una nueva línea de investigación. *CETIM*.

Clasificaciones, E. d. (2016). Tipos de Inventarios.

CMIC. (2013). PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN. *Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción*, 99.

CONCRETOS RECICLADOS. (2004). Obtenido de CONCRETOS RECICLADOS: concretosrecicladados.com.mx

CONFINEM. (s.f.). <http://www.mirelasolucion.es>. Obtenido de <http://www.mirelasolucion.es>: <http://www.mirelasolucion.es>

Del Río, M., Izquierdo, R., & Salto, I. (2009). *Sustainable construction: construction and demolition waste reconsidered. Waste Management and Research*.

- E. Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos*. México: Pearson Educación.
- Ewing, T. (2012). Manual de la OMPI de redacción de solicitudes de patente. *Publicación de la OMPI*, 149.
- Falagán Rojo, M. J., Canga Alonso, A., Ferrer Piñol, P., & Fernández Quintana, J. M. (2000). *Manual Básico de Prevención de Riesgos Laborales*. Oviedo: Imprenta Firma, S. A. - (Mieres).
- Foseca Vigoya, V. J., & German Pastrana, C. (2009). *Balance de Materiales y Energía*. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD.
- GENSOL, C. d. (22 de febrero de 2016).
<http://www.gensolmex.com/gensoltemariomateriales.html>. Obtenido de
<http://www.gensolmex.com/gensoltemariomateriales.html>:
<http://www.gensolmex.com>
- GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA. (2014). *Fundación de la Industria de la Construcción*, 7.
- Gutiérrez, H. P. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. Mexico: McGrawHill.
- Halliday, S. (2008). *Sustainable Construction*. Butterworth-Heinemann. Slovenia.
- HENARES, U. D. (s.f.). RECICLAJE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. *MATERIALES DE ÚLTIMA GENERACIÓN Y MATERIALES EFICIENTES*, 12.
- JUAN CARLOS R. (2008). *REAL DECRETO 105/2008*. Madrid, España.
- Kibert, C. (2007). The next generation of sustainable construction. *Building Research & Information*, 595-601.
- Ley Nacional N° 24051/92 sobre residuos peligrosos*. (s.f.). Argentina.
- López, C. (2001). Aseguramiento de la calidad y sistemas de calidad. *Aseguramiento de la calidad y sistemas de calidad*.
- Manyoma Velásquez, P. C., Orejuela Cabrera, J. P., & Gil González, C. A. (2011). *METODOLOGY TO DETERMINE THE INSTALLED CAPACITY OF AN ACADEMIC PROGRAM*, *Estudios Gerenciales*. Cali, Colombia: Universidad ICESI.
- Mejía Cañas, C. A. (2013). *El concepto de la capacidad instalada*. Medellín, Colombia: Planing.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- Muller, M. (2005). *Fundamentos de Administración de Inventarios*. EUA: Grupo Editorial Norma.
- Nahmens, I. (2009). From Lean to Green Construction A Natural Extension. *Proceedinhs of the 2009 Construction Research Congress*, 1058-1067.

- Narasimhan, S., McLeavey, D., & Billington, P. (1996). *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
- Narasimhan, S., McLeavey, D., & Billington, P. (s.f.). *Planeaci.*
- oocities. (1 de Octubre de 2009). <http://www.oocities.org/>. Obtenido de <http://www.oocities.org/>: <http://www.oocities.org/>
- P. Alford, L., R. Bangs, J., & E. Hagemann, G. (2000). *Manual de la Producción*. Mexico: Noriega Editores.
- Pérez Alvarez, O. (1988). *Introducción a la información y documentación científica*. Madrid: Alhambra.
- Profesionales, F. I. (2014). *Control y Manejo de Inventario y Almacén*.
- Pulido, H. G. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. M.
- REDIS, & UNIVERSIDAD DEL NORTE. (2009). ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ASPECTOS TECNICOS ENTRE LA LEGISLACION DE RCD EN ESPAÑA Y AMERICA LATINA. *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*, 11.
- Rey Sacristán, F. (2001). *Manual de Mantenimiento integral en la empresa*. España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.
- Sánchez Mosquete, J. (2010). Plantas Recicladoras RCD. Colombia.
- Serrano, J. (2010). GESTIÓN DEL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS DIDÁCTICOS, TECNOLÓGICOS Y TÉCNICOS DE UNA PLANTA DE INTERCAMBIO TÉRMICO.
- Texas, E. C. (2006). Análisis de Seguridad en el Trabajo. *Análisis de Seguridad en el Trabajo*, 4.
- UICN. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. *Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción*, 96.
- UICN. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. *UICN*.
- UNAM. (2015). *Guía Industrial*. Obtenido de Guía Industrial: <http://www.ingenieria.unam.mx>
- UPM. (2008). CERTAMEN DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA. 7.
- VASCO, G. (9 de Abril de 2013). *ihobe*. Obtenido de ihobe: <http://www.ihobe.eus/>
- Volbas. (1990). *planta@volbas.com*. Obtenido de [planta@volbas.com](http://www.volbas.com): <http://www.volbas.com>